

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIO DEFINITIVO DE REHABILITACION  
DE LA CARRETERA JULIACA - LAMPA - PUNO**

**TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL**

**Para optar el Título Profesional de  
INGENIERO CIVIL**

**AYDITH HIDALGO PINEDO**

**Lima-Perú  
2000**

*A mis Padres, esposo e hijos.*

# MEMORIA DESCRIPTIVA, ESTUDIOS BÁSICOS

## I. MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1 Antecedentes

Dentro del programa de rehabilitación y mantenimiento de carreteras que ha emprendido el Gobierno, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTCVC), ha previsto la Elaboración de los Estudios Definitivos de Ingeniería para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Juliaca-Lampa, aproximadamente 31.620 km. Posteriormente donde se observó que los primeros 8 km contaba con un expediente técnico efectuado por B. Ing. Comandante General La Rosa N° 4 año 1997 y en plena ejecución de obra, el MTC indicó traslados esos 8 km del tramo Lampa-Caracara, en esta situación el estudio se realiza desde el km 8+000 al km 41+831 que fue encargado a HC & Asociados con Resolución Vice-Ministerial N° 201-98-MTC/15.02, suscribiéndose en tal virtud el contrato N° 118-98-MTC/15.17.

#### 1.2 Objetivo del Proyecto

Los objetivos del Programa de Rehabilitación y Mejoramiento de Carreteras es descongestionar la única calzada existente en este tramo para satisfacer los requerimientos del tránsito futuro, así también definir niveles adecuados de serviciabilidad, seguridad y comodidad a los usuarios y en lo que representa a la región apoyar su desarrollo propiciando menores costos en transporte mejorando la competitividad de la producción local.

### **1.3 Ubicación del Proyecto**

El proyecto a ejecutarse tiene una longitud de 33.831 km y se encuentra en el Departamento de Puno, ocupando las partes de la provincia San Román y Lampa.

El tramo se inicia en la ciudad de Juliaca, en el km 8+000, tras cruzar el puente Unocolla, pasando por las inmediaciones de las localidades de Pucachupa, Pichincha, Lampa y finaliza en la quebrada Metara.

#### **Estado del pavimento**

El pavimento a nivel afirmado, el cual se encuentra deteriorado por efecto del uso y el clima de la zona, también por falta de mantenimiento y por la colmatación del sistema de drenaje en algunos puntos.

#### **Ubicación geográfica**

Cuyo mejoramiento y rehabilitación es materia del presente Estudio Definitivo, forma parte de la carretera Juliaca - Lampa - Qda. Metara y se ubica geográficamente en la región de la sierra a una altura de 3,800 a 4,100 msnm entre las coordenadas 15°21' y 15°29' de latitud sur, 70°21' y 70°08' de longitud Oeste.

## **02. EVALUACIÓN DEL TRAMO**

### **2.1 Revisión de la información existente**

#### **2.1.1 Estudios existentes**

Se contó con el expediente técnico del proyecto y rehabilitación de las carreteras Juliaca - Lampa - Palca - Cara Cara, efectuado por la Dirección Departamental de Caminos de Puno, del año 1995.

Expediente Técnico del asfaltado de la carretera Juliaca - Lampa efectuado por B. Ing. Comdte. Gral. La Rosa N° 4, año 1997.

### **2.1.2 Información cartográfica**

Se cuenta con el apoyo de la siguiente información cartográfica obtenida de la dependencia tales como del MTC - Lima a escala 1/25,000.

Carta Geológica Nacional por INGEMET, además la carta nacional a escala 1/10,000 del IGN.

## **3. ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA, TRAZO Y DISEÑO GEOMÉTRICO**

### **3.1 Trazo vial y características de la vía mejorada y rehabilitada**

La carretera Juliaca - Lampa reviste de vital importancia ya que une directamente estas dos ciudades y Cara Cara.

Los trabajos para la rehabilitación y mejoramiento del tramo han demandado un trabajo cuidadoso, pues la vía en la actualidad está en pésimo estado. Por ello los estudios de campo y gabinete de los cuales el diseño vial reviste real importancia.

Debido a lo anterior, se optó por el siguiente plan de trabajo para la ejecución del Estudio Topográfico.

- a. Trazado de la poligonal en toda la longitud del tramo monumentando en ejes de las alcantarillas y en piedras firmes en los cuales se puso el número

de BM y su respectiva cota. La poligonal cuenta con un cierre que cumple las especificaciones para este tipo de trabajo.

- b. La topografía detalle a base de toma de puntos estacado cada 20 m en las tangentes y cada 10 m en las curvas y distancias menores a 10 m en puntos notables tales como alcantarillas, obras de arte, etc. Nivelación de las estacas desde una red de BM's cada 500 m basado en la cota 3823.7829 msnm.

Ubicado en la plaza Bolognesi de Juliaca. Seccionado de cada estaca con una cobertura de 100 a 50 m a cada lado del eje.

- c. Toda la información de campo una vez efectuados los cierres correspondientes han sido vaciada en láminas, conforme a lo solicitado en los términos de referencia del proyecto.

### **Trazo en planta**

El trazo del eje para mejoramiento y rehabilitación de la vía ha sido ejecutado teniendo en consideración lo siguiente:

- Aprovechar la plataforma existente.
- Tratar en lo posible los trabajos de mejoramiento y rehabilitación sea en corte, proyectando relleno sólo en casos muy necesarios.
- Desarrollar el eje de la vía por zonas estables.
- Favorecer con el trazo de la vía el drenaje de éste.

La sección transversal de la Carretera tendrá las siguientes características:

	<b>Tramo Juliaca-Lampa Km 8+000 - Km 31+620</b>	<b>Tramo Lampa - Qda. Metara Km 34+620 - Km 43+000</b>
CATEGORIA	2do. Orden	3er. Orden
Velocidad Directriz	60 Km/h	40 Km/h
Radio Míximo	130.0 m	60.0 m
Superficie de Rodadura	6.60	4.50
Bombeo de la Calzada	2%	2%
Cunetas	1.00 x 0.50	1.00 x 0.50
Pendiente Máximo	6%	7%
Sobre Ancho	Según los NP para Diseño Carreteras	
Peralte	Según los NP para Diseño Carreteras	
Visibilidad	Según los NP para Diseño Carreteras	
Derecho de Vía	Según los 40 m para Diseño.20 m.	

### **3.2 Movimiento de tierras**

El mejoramiento y rehabilitación de estos tramos demanda poca cantidad de cortes y rellenos debido que la plataforma existente y la rasante de proyecto está generalmente adecuado a lo existente.

El cálculo de volúmenes de corte y relleno se efectuó a partir de los datos obtenidos en las secciones transversales del terreno.

#### **Corte en roca suelta**

En la progresiva 10+500 al 10+700, se ubica este corte con una altura promedio 6 m se ha calculado el volumen.

#### **Eliminación de desmorte**

A partir de la progresiva 10+000 al 10+700 y en varios puntos se ubica desmorte no apropiado para relleno, se les calculara su eliminación como material excedente

## **Sub-rasante**

Todo los tramos no rocosos que esta a nivel de sub-rasante indicados en los planos, mediante una motoniveladora, con todo el ancho y longitud se escarificará en un espesor 0.15 m eliminando manualmente todas las piedras mayores a 3" y el material que faltara completar será proveniente de canteras, luego se conformará esta sub-rasante de acuerdo a planos, para que finalmente sea compactado de acuerdo a lo estimado en la partida de perfilado y compactación de sub-rasante.

## **Alcantarillas**

El presente tramo aplica alcantarillas construidas con TMC en buenas condiciones, solo en algunos puntos se hará nuevas alcantarillas.

## **Cunetas**

Se encuentran en la mayoría en buenas condiciones solo algunos tramos faltan construir cunetas revestidas que se tiene bien ubicados.

## **3.3 Metrados**

Ha sido confeccionado midiendo las obras diseñados por partida específica, con sus correspondiente unidades de medida cuantificando cada una de las partidas del estudio.

## **3.4 Especificaciones técnicas**

En general se seguirán las "Especificaciones para la construcción de carreteras" del MTC; sin embargo, los trabajos o partidas que tengan



características no contempladas en dichas especificaciones se juntarán con las especificaciones técnicas especiales.

### **3.5 Precios unitarios y presupuesto de obra**

Los precios unitarios han sido calculados en moneda nacional: Nuevos Soles (S/.) al mes de Marzo de 1999.

La estructura de los precios unitarios es la usual, con los siguientes componentes directos:

- Mano de obra
- Materiales
- Equipos

Aplicando los precios unitarios así obtenidos a las cantidades metrados de cada partida se obtuvo el total del costo directo.

Adicionalmente al costo directo, gastos generales, utilidad e I.G.V., se ha llegado al monto del presupuesto base.

## **4. ESTUDIO DE TRÁFICO**

Con el objeto de conocer el flujo vehicular del área del proyecto en ambos sentidos, se efectuó entre los días 5 y 12 de Setiembre de 1998, mediante la instalación de 2 estaciones Censales ubicados en el Km 8+000 (Pte. Unocolla) inicio del tramo, a la salida de la ciudad de Juliaca y otro en el Km 29+700 (Poblado de Pichincha).

### **Resultado de los Conteos Vehiculares**

Como ya se indicó, se tomó en cuenta todo tipo de vehiculos que toma un origen de poco obligado por esta carretera.

Los tipos de vehículos que transitan por la zona se dividieron en los grandes grupos tránsito Liviano compuesto por automóviles y camionetas y tránsito pesado conformado por ómnibuses, camiones de 2 y 3 ejes y traylers.

El resultado del conteo fue lo siguiente:

Camiones de 2 ejes	16 vehiculos	39.63%
Camiones de 3 ejes	29 vehiculos	53.70%
Semi-Traylers 252	<u>9 vehiculos</u>	<u>16.67%</u>
	54 vehiculos	100 %

- a. El tránsito de automóviles en la ruta es prácticamente continuo debido que es plano y origina una circulación permanente.
- b. El volumen de camionetas y microbuses es bastante mayor que el de automóviles, representado un 53.70% del total del tránsito que soporta el tramo.
- c. El volumen de tránsito pesado (ómnibuses, camiones y traylers) son importantes ya que hay constante comercio con el vecino país Bolivia.

### **Cálculo del IMD**

A base de las conteos efectuados en las 2 estaciones y aplicando el factor de corrección anual, se determinaron los IMP para los dos estaciones de tráfico.

La fórmula utilizada es:

$$\text{IMD} = \{[(\text{PL} \times \text{S}) + \text{S} + \text{D}] / 7\} \times \text{F.C.E.}$$

PL = Volumen promedio de días laborales

S = Volumen del sábado

P = Volumen del domingo.

FCE = Factor de corrección por eje =  $2b/a$   
a = total de ejes  
b = número total de vehículos

## 5. EVALUACION DEL PAVIMENTO

El ancho actual de la superficie de rodadura es variable de acuerdo al tramo, como esta carretera se divide en dos:

- a. Tramo I: Juliaca – Lampa, encontramos como mínimo 9.00 y máximo 17 m y con bermas variables con una superficie actual deteriorada; esta base existente no cumple con las especificaciones técnicas de sub-base y base granular, por lo tanto se considera como una sub-rasante.
- b. Tramo II: Lampa - Qda. Metara, encontramos como mínimo de 2.50 m y máximo 4 m y en algunos tramos existe bermas de anchos variables y la superficie actual presenta deterioro.

### 5.1 Evaluación superficial

La evaluación del estado superficial del pavimento ha comprendido fundamentalmente los aspectos que inciden en el comportamiento funcional de la estructura abarcando los siguientes tareas:

- a. Evaluación de los deterioros de la superficie del pavimento observables visualmente.
- b. Evaluación de la capacidad de servicio o serviciabilidad del pavimento.

## Medición de ahuellamientos

Se ha procedido a la medición sistemática de los ahuellamientos, mediante el reglado manual de todo el tramo.

Luego de procesados los datos del ahuellamiento del pavimento, se observa que prácticamente la totalidad de la superficie presenta deformaciones permanente significativas.

### 5.2 Método y diseño de refuerzo del pavimento

En el presente estudio se ha mencionado de un método disponible para el diseño de la estructura del pavimento incluyendo el solicitado con los términos de referencia.

- Método ideado por el comité de diseño de la American Association of State Highway and Transportation Office (AASHTO).
- Método del Instituto del Asfalto.

Estos métodos usan diversos parámetros para determinar el N° Estructural, el cual es traducido a capas granulares y superficies de rodadura de acuerdo a la calidad de las capas.

#### Método del Instituto de Asfalto

Este método determina el espesor de la estructura del pavimento en función del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn (EAL) el número de tránsito de diseño y la capacidad soporte del terreno.

El módulo de resistencia de la subrasante se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$m_r (\text{Psi}) = 1500 \times \text{CBR}$$

Los espesores del pavimento se determinan según el Abaco del HVEEM.

## Método AASHTO

El método AASHTO, ideado por el Comité de Diseño de la American Association of State Highway and Transportation Office, utilizo para la determinación de los espesores de los siguientes valores:

- El volumen y peso del tránsito durante el periodo de diseño, obtenido en el presente estudio.
- La capacidad de soporte promedio de la subrasante obtenido con la siguiente fórmula:

$$S = 4.4 \text{ Log CBR} + 1.2$$

- Las características propias de la región (factor regional).
- El índice de serviciabilidad (pt).

### 5.3 Análisis de tráfico

Para establecer un tránsito actualizado del tramo en estudio, se ha efectuado conteos de tránsito en dos estaciones:

Estación	Puente Unacolla – Juliaca
Ubicación	Puente Unacolla (Km 8+000)

Estación	Pichincha – Lampa
Ubicación	(Km 29+700) Poblado de Pichincha

En dichas estaciones se ha determinado el volumen, clasificación vehicular y el control de carga (pesos por eje), datos que se encuentran descritos con mayor amplitud en el informe de tránsito.

El volumen del tránsito expresado como Índice Medio Diario (I.M.D.) es el siguiente:

**ESTACION: Km 8+000 - (PUENTE UNOCOLLA)**

- Tránsito actual 1998

Vehículos	IMD	%
Autos	22	8.09
Combis	65	23.90
Camioneta	87	31.98
Omnibuses	62	22.79
C-2 Ejes	14	5.15
C-3 Ejes	18	6.62
2S2	3	1.10
3S2	1	0.37
TOTALES	272	100.00

Del que se tiene:

Ligeros : 63.97%

Pesados : 36.03%

## ESTACION: Km 29+700 - (POBLADO DE PICHINCHA)

- Tránsito actual 1998

Vehículos	IMD	%
Autos	6	2.70
Combis	30	13.51
Camioneta	95	42.79
Omnibuses	66	29.73
C-2 Ejes	13	5.86
C-3 Ejes	12	5.41
<b>TOTALES</b>	<b>222</b>	<b>100.00</b>

Del que se tiene:

Ligeros : 59.00%

Pesados : 41.00%

Como los IMD de los conteos vehiculares obtenidos actualmente no representan el volumen de tránsito con la carretera rehabilitada y mejorada, se proyectó el tránsito para un período de 10 años hallando un IMD de 1,281 vehículos por día como mínimo de acuerdo a las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras; la distribución por tipo de vehículo se realiza de acuerdo a los porcentajes obtenidos para cada tipo de vehículo en la Estación Km 8+000 (Puente Unacolla).

La distribución del tránsito pasante con fines de diseño del pavimento es la siguiente:

Vehículos	IMD	%
Autos	116	9.05
Combis	337	26.31
Camioneta	453	35.36
Omnibuses	237	18.50
C-2 Ejes	54	4.22
C-3 Ejes	68	5.31
2S2	12	0.94
3S2	4	0.31
<b>TOTALES</b>	<b>1,281</b>	<b>100.00</b>

Del que se tiene:

Ligeros : 70.72%

Pesados : 29.28%

Se ha optado por considerar como mínimo 1281 vehículos/día en el entendido que cuando la carretera Juliaca-Lampa-Cara Cara se encuentra a nivel de asfaltada, se considera una carretera de 2da. clase.

Para determinar las repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn se ha utilizado los factores destructivos por tipo de vehículo elaborados en el actual estudio, para las condiciones sin control de carga:

Factor de Carga Equivalente	
Tipo de vehículo	Factor de carga
Camión 2 Ejes	0.7
Camión 3 Ejes	8.4
Semitrayler	24.0
Trayler	24.0



## **5.4 Materiales de canteras**

Se han efectuado ensayos de materiales de canteras a fin de poderse determinar las más adecuadas, teniendo en consideración sus granulometrías, límites, clasificación Proctor y CBR de las principales y que tienen una potencia adecuada para poder abastecer los requerimientos tanto del pavimento como los rellenos de préstamo; también cabe aclarar que siendo esta carretera existente y con una capa de 0.30 m de material de cantera usada actualmente como superficie de rodadura y sobre la cual se ha diseñado la sub-rasante del proyecto.

## **6. ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DRENAJE**

El presente estudio se efectuó para conocer lo mejor posible la hidrología y clima de la zona para así poder proteger con la escorrentía superficial (por lluvias) y de ser el caso de aguas superficiales.

La carretera se desarrolla por zonas en que estacionalmente se presentan lluvias significativas, que producen escorrentías importantes que empozan las lagunas secas y cruzan la vía mediante el drenaje de alcantarillas.

Se han identificado las principales micro cuencas colectoras ubicados en el ámbito del proyecto, así como los puntos de recolección de aguas cercanas al eje de la vía.

También se ha efectuado el estudio de las precipitaciones en la zona para poder determinar el volumen de las aguas de escorrentía superficial que actúan sobre la plataforma misma de la carretera.

## Determinación de cuencas

La carretera a rehabilitar y mejorar presenta 2 tipos de terreno con características y condiciones climáticas ligeramente diferentes. El primer sector entre Juliaca - Lampa presenta una topografía planicie con un solo curso de agua importante, como es el río Lampa, ubicado a lo largo de la carretera del Km 8+000 al 31+620 hasta la ciudad de Lampa. El segundo sector entre Lampa y Qda Metara, presenta una topografía que va de planicie a ondulada con presencia de pequeñas cuencas colectoras en la quebrada hasta la Qda. Metara.

El análisis hidrológico de las obras de drenaje a proyectarse, tales como cunetas, alcantarillas y cruces de pequeñas quebradas, tiene como elemento principal por las precipitaciones pluviales.

Las precipitaciones varían entre el rango de 11.7 a 236.6 mm, en la cuenca alta y baja de la zona de estudio, existen lagunas que favorecen las descargas en el período de estiaje, y otras lagunas secas durante la mayor parte del año, que atraviesa la carretera, asimismo, bofedales y/o zonas hidrofórmicas que mantienen un ambiente ecológico especial.

- La precipitación máxima es 754.30 mm.
- Volumen de precipitación que cae en la plataforma de la carretera.

$$\text{Longitud} = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de vía} = 11.60 \text{ m}$$

$$\text{Lámina de agua} = 0.07543 \quad \text{Volumen} = 874.988 \text{ m}^3$$

- Caudal de escurrimiento

$$\text{Durante la precipitación} = \text{Hora} = 3600 \text{ seg.}$$

$$\text{Caudal} = \frac{874.988 \text{ m}^3/\text{s}}{3600}$$

$$3600$$

$$Q = 0.243 \text{ m}^3/\text{s} = 243.0 \text{ Lit./seg.}$$

## **Drenaje**

La obra que se están proyectando consisten en cuneta y alcantarilla faltantes lo que necesita la carretera. Existen alcantarillas de TMC en buenas condiciones que necesita reforzamiento de armadura de fierro enmallado con un recubrimiento de promedio 10 cm de concreto.

No será necesario hacer sub-drenes y zanjas de coronación al no existir problemas de drenaje con sitios puntuales lo que si requerirá será necesariamente mantenimiento.

## **7. EVALUACION DE OBRAS DE ARTE**

En el tramo de carretera que comprende el estudio se ha identificado alcantarillas en buenas condiciones, cunetas son partes y en puntos criticos faltan los muros de contención que están identificadas en los planos.

### **7.1 Obras de arte y drenaje**

#### **Drenaje**

En la mayoría del tramo es planicie, encontrándose zonas de deslizamiento de taludes por ser terreno arcilloso e inestable conformado por arcillas y limos, zonas arcillosas donde la carretera sufre constante daños a causa de la escorrentía superficial dejando pozos de agua.

Por tal razón en algunos tramos es necesario levantar la rasante y construir cunetas revestidas lo que faltan en zonas de corte ubicado en la parte superior de la vía.

## **Sistema de cunetas**

Como se identificó uno de los principales elementos del sistema de drenaje lo constituye las cunetas laterales que tiene como finalidad captar y conducir para un posterior eliminación las aguas superficiales provenientes de:

- Escorrentía desde taludes o puntos mas altos que la plataforma de la vía.
- Escorrentía del agua caída directamente sobre la plataforma.

## **Cálculo de la sección de la cuneta**

El gradiente mínimo a presentarse con los sectores de vía que contará las cunetas laterales es de 1% y la máxima de 4% para todos los efectos se calculará con la pendiente mínima.

Cuando llegan las gradientes a 4% implica que necesariamente las cunetas serán revestidos con concreto para fijar un coeficiente de rugosidad bajo.

Por lo tanto, tomando el caudal máximo calculado de 243 Lts/seg, la gradiente indicada y la rugosidad asumida, tendremos una cuneta 1.00 m de ancho y 0.50m de altura en la sección hidráulica adecuada.

La demanda de colocación de alcantarillas y cunetas siempre es menor a los 500 m.

## **Alcantarillas**

Estas estructuras como ya se ha indicado anteriormente se colocarán con toda las quebradas y cursos de aguas que cruzan la carretera.

Se presentan un listado de las alcantarillas a colocar en lugares indicados y aquellos que servirán para desfogue de las aguas provenientes de las **cunetas**.

Todas las alcantarillas serán del tipo TMC con cabezales de entrada y salida el diámetro menor a colocar es de 36" habiéndose proyectado en algunos puntos diámetros de 48" para el tramo de Juliaca-Lampa y alcantarillas de concreto tipo cajón de 0.60 x 0.60 en el tramo de Lampa en Qda. Metara.

## **8. ESTUDIO DE SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL**

Se ha implementado para la rehabilitación y mejoramiento de la vía un sistema completo de señalización a base de demarcaciones en el pavimento y colocación de señales a lo largo del recorrido, así como hitos kilométricos, señales reglamentarias, señales informativas y señales preventivas.

La demarcación del pavimento consta de:

- Pintura lineal continua de 10 cm de ancho en los bordes de la carpeta de rodadura para delimitada.
- Pintura lineal intermitente de 10 cm de ancho en el eje de la vía para separar los dos carriles de tráfico.
- Pintura lineal continua de 10 cm de ancho adyacente al eje de la vía para demarcar las zonas de adelantamiento prohibido.

De igual manera se tiene las señales verticales, señales reglamentarias, informativos y finalmente los hitos kilométricos.

## **9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **9.1 Objetivo**

El objetivo principal es identificar las relaciones conflictivos que afecten al medio ambiente, con los trabajos a desarrollar para la terminación del tramo por cuanto es necesario reducir estos efectos adversos. En este mano los objetivos específicos son:

- a. Establecen la línea de base ambiental en la zona de influencia del proyecto.
- b. Identificar los impactos positivos y negativos que provoquen las actividades de construcción y operación de la carretera Juliaca - Lampa.
- c. Recomendar acciones complementarias al proyecto, orientadas a mitigar o desaparecer los importes negativos y posterior los positivos, mediante un plan de manejo ambiental.
- d. Establecer los costos de las actividades ambientales propuestos.

## **9.2 Generalidades del proyecto**

La actualización del estudio comprende de 35 Km ubicado en el Km 8+000 al Km 43+000 y que se dividen en dos tramos:

Tramo I - Km 8+000 al Km 31+620 ciudad de Lampa.  
33+400 al 43+000 hasta la quebrada Metara.

## **9.3 Síntesis ecológica del área**

El clima de la zona del proyecto tiene una temperatura medio anual 5.55 @ 10 °C y las precipitaciones medios anuales son inferiores a los 505.5 mm.

El tramo tiene una zona planicie de origen lacustre y aluvial, con relieves planos o casi a nivel, presentando pendientes promedio de 1.5% en el tramo de Juliaca-Lampa y de 3% promedio de Lampa a Qda. Metara.

## 10. MANTENIMIENTO DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Se ha previsto que durante la ejecución, el Contratista debe hacer realizar el mantenimiento del tramo total en construcción a niveles de confortabilidad acordes con la etapa de construcción.

Bajo este concepto se considera necesario toda actividad para el mantenimiento del tránsito fluido y seguro en la zona de trabajo durante el período de ejecución comprendiendo los siguientes aspectos:

1. Mantenimiento de tránsito durante el periodo de construcción.
2. Ejecución de obras auxiliares tales como desvios incluyendo su correcta señalización.

Los fines objetivos y procedimientos constructivos de esta autoridad se encuentran en las "Especificaciones del MTCVC para la Construcción de Carreteras Capítulo 1-3, Numeral 1.36 Mantenimiento de Tránsito" que se constituye en un documento complementario a las especificaciones del presente proyecto.

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio que se ha actualizado se ha elaborado en base a todo los aspectos ya señalados en los capítulos anteriores, se puede definir las seguidas conclusiones y recomendaciones:

- El estudio conserva las características geométricas desde el Km 8+000 al Km 43+000.
- Las bermas llevarán un tratamiento superficial asfáltico monocapa (Tsm).
- La solución propuesta para la carpeta asfáltica de 3" considerada una vida útil de 10 años para el pavimento llegue a un índice de serviciabilidad de 2.0 en el tramo Juliaca-Lampa.

- En el tramo de Lampa - Qda. Metara que tiene un tráfico incipiente se ha considerado la colocación de una sub-base granular ya que se requiere plasticidad para la mejor conservación de la vía, considerando además que es una carretera de tercer orden carrozable.
- Se contempla el mantenimiento post-construcción durante dos años después de la puesta en servicio de la obra.
- Se recomienda que después de la entrada en servicio de la obra, el Ministerio inicie el seguimiento del comportamiento del nuevo pavimento, con el fin de planificar su futuro mantenimiento periódico.



## **II. PLANO GENERAL DEL PROYECTO Y SECCIONES TÍPICAS**

El Plano General del Proyecto contempla todo el trazo geométrico en planta a escala 1/20,000 en papel indeformable con coordenadas UTM, el cual muestra los accidentes geográficos dentro del área de influencia del estudio.

Las secciones típicas, igual que el plano general, se encuentran detalladas en el volumen N° 4 de Planos.

## **III. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA, TRAZO Y DISEÑO GEOMÉTRICO**

### **1. TOPOGRAFÍA**

La topografía en la zona de estudio podemos dividirla en dos partes, la primera que va desde Juliaca a Lampa donde presenta zonas planas a onduladas con pendiente promedio de 1.5% y de Lampa a Qda. Metara que presenta zonas onduladas a accidentadas con una pendiente promedio de 3%.

### **2. TRAZO**

El trazo ejecutado ha sido llevado sobre el eje de la misma plataforma existente, mejorando la rasante y algunas curvas con un trabajo mínimo de cortes y rellenos, teniendo en consideración que la base existente se encuentra consolidada por el tráfico.

### **3. DISEÑO GEOMÉTRICO**

Se ha corrido una red de BMs cada 500 m, los cuales se encuentran monumentados e igualmente se ha ubicado los PIs de las curvas, los que igualmente han sido monumentados, se han ejecutado secciones transversales cada 20 m y 10 m en curvas.

Se ha efectuado el estudio geológico y geotécnico a lo largo de la vía a fin de conocer el suelo y sus condiciones por las que atraviesa, igualmente se hizo el diagnóstico de impacto ambiental a fin de reconocer las características ecológicas a lo largo y ancho de la vía existente. Los estudios hidrológicos se hicieron teniendo en cuenta las cuencas involucradas en el trazo y los estudios de pluviometría para determinar los caudales máximos de las avenidas en los sitios elegidos a lo largo de la vía.

Se ha determinado una velocidad directriz de 60 km/h para el tramo de Juliaca a Lampa y de 40 km/h para el tramo de Lampa a Qda. Metara en concordancia con las Normas Peruanas de Carreteras, correspondiendo al tramo de Juliaca a Lampa como de Segundo Orden y de Lampa a Qda. Metara como de Tercer Orden.

#### **IV. CONCLUSIONES DE ESTUDIO DE TRÁFICO**

En cuanto al estudio de tráfico se tomó 2 estaciones. La primera se colocó en el km 8+000 (Puente Unocolla) y la segunda estación en el km 29+700 (poblado de Pichincha). En estas dos calculamos el IMD 272 vehiculos diarios, formado por 174 vehiculos ligeros (63.97%) y 93 vehiculos pesados (36.03%) y con este valor se ha diseñado el pavimento.

Para esta carretera Juliaca - Lampa, se estimó la velocidad directriz sea 60 km/h entre Juliaca - Lampa y de 40 km/h entre Lampa y Cara Cara, en mérito que la carretera se desarrolla prácticamente en una planicie con tangentes largas y pocos cambios de pendiente, limitando por la altitud variable entre 3,820 y 3,862 msnm y en el caso Lampa - Cara Cara reducir la velocidad a 40 km/h por la topografía montañosa con tangentes cortas, radios mínimos y altitud variable entre 3,862 y 4,140 msnm.

## **V. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE SUELOS, GEOTÉCNICA, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA**

Se ha efectuado el perfil estratigráfico del tramo de Juliaca a Lampa, observándose que en la base existente predominan los suelos del tipo GP y en un pequeño tramo del km 26+000 al km 27+000 el tipo GC-GM.

En el terreno a -0.30 de la base existente predominan los suelos tipo GC, GM y sólo en el tramo del km 29+100 al km 29+500 predomina el suelo tipo CH donde será necesario usar geotextil para el reforzamiento de la sub-rasante, igualmente en el tramo del km 30+100 al km 30+600 que se pasa por lagunas.

En cuanto se refiere a canteras se ha ubicado las siguientes canteras para relleno de la base existente en el primer tramo que corresponden a la cantera del río Unocolla en el km 8+000, la cantera Pucará en el km 27+940 y la cantera del río Lampa en el km 28+000 para la elaboración de concreto asfáltico.

Para el segundo tramo se considera la cantera del km 37+050 para rellenos, sub-base y base.

Las fuentes de agua están ubicadas en el río Lampa en el km 8+000, 11+000, 12+100, 26+700, 27+100 y 30+500; en el río Pucachupa en el km 13+920.

## **VI. CONCLUSIONES DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SECCIONES TÍPICAS DEL MISMO**

El diseño del pavimento se ha calculado teniendo en cuenta las características físico - mecánicas de la subrasante sobre la que apoya la base existente a -0.30 de altura, el tráfico y el aporte de la base existente, que en realidad es una sub-base, y la cual no tiene materiales procesados por chancadora, sólo zarandeado, por lo tanto se ha ejecutado la equivalencia de sub-base a base para el diseño del pavimento; sólo en el tramo del km 29+100 al 29+500 se requiere el uso de geotextil por tener de apoyo un suelo tipo CH y en el tramo del km 30+100 al 30+600 donde pasa el tramo por una zona de lagunas.

Las secciones típicas para el primer tramo que corresponden a Juliaca - Lampa la calzada tiene un ancho de 6.60 m con bermas de 1.20 m y que es variable en las zonas de cunetas existentes con un mínimo de 0.75 m de ancho y un espesor promedio de 0.15 m de base granular chancada y una carpeta asfáltica de 3" de espesor.

Para el tramo de Lampa - Qda. Metara la cual tiene un tráfico incipiente ya que es menor a 4 veh/h se ha considerado el mejoramiento del trazo con un ancho de 3.40 m en la superficie con una sub-base granular zarandeada de 0.20 m de espesor promedio, teniendo en cuenta que la plataforma existente tiene 3.40 de ancho promedio. Este tramo empieza en el km 34+000 donde termina la zona urbana y lo cual ha sido coordinado con el Municipio de la zona.

## **VII. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE**

Para el estudio se ha considerado las avenidas máximas obtenidas por el Método Regional Particularizado, cuyos resultados son más representativos que de los obtenidos por el Método Regional.

Por lo tanto, se ha hecho un cuadro N° 9, con nombre del río, quebrada y puntos críticos y caudales de avenidas  $\text{cm}^3/5$ , periodo de retorno (años) que se han tomado para el diseño de drenaje.

De igual manera, como se muestra en el cuadro N° 10 del apéndice N° 6 del estudio de hidrología y drenaje.

Los resultados obtenidos sobre las avenidas máximas con el Método Regional Particularizado, en las quebradas y puntos críticos muestra valores similares a los encontrados en otros estudios realizados en las cuencas de ríos de la hoya hidrográfica.

Así tenemos con retorno de 25 años un caudal de máxima avenida de 112.57  $\text{m}^3/\text{s}$  está en el km 13+900 río Pucachupa, bajo este caudal se calculará las obras de drenaje.

## **VIII. DISEÑO Y RELACIÓN DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

El diseño efectuado se ha realizado teniendo en consideración las Normas Peruanas de Carreteras y las consideraciones del estudio de hidrología y drenaje con los parámetros que se requieren y los datos obtenidos, los cuales se encuentran detallados en el anexo del ítem 16.

## **IX. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL**

Las señalizaciones se han hecho conforme al Manual de Señalización del Tec y consta de lo siguiente:

### **a. Demarcación sobre el pavimento**

El trabajo que se hará es el pintado sobre el área pavimentada de acuerdo a las dimensiones que se muestran en el plano.

### **b. Señales Reglamentarias**

Indica un orden, por lo tanto hace conocer al usuario del camino, la existencia de ciertas limitaciones y prohibiciones que regulan el uso de él y cuya violación constituye una contravención.

### **c. Señales Informativas**

Son para guiar al conductor de un vehículo a través de la carretera así como darle a conocer los nombres de los lugares que se encuentran en el camino.

Estas señales están ubicadas en los planos con sus respectivos kilometrajes indicando mediante una flecha los nombres de los lugares.

#### **d. Señales Preventivas**

Indica con anticipación de ciertas condiciones del camino que implican un peligro real o potencial, que puede ser evitado mediante la disminución de la velocidad del vehículo.

e. Finalmente tenemos los hitos kilométricos que se ha considerado en cada kilómetro, con dimensiones reglamentarias de acuerdo al MTC.

### **X. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Este estudio, además de los considerandos señalados en el anexo, indican las zonas de botaderos donde debe eliminarse el material de corte y para lo cual se recomienda aprovechar las depresiones que no tengan vegetación para luego nivelarlas. Asimismo, las canteras de cerro a utilizarse serán transformadas en terrazas tipo andenes a fin de no disturbar la naturaleza geográfica.

# MEMORIA DESCRIPTIVA Y ESTUDIOS BÁSICOS

## ESTUDIO BÁSICO DE CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

### CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. INFORMACIÓN EXISTENTE
3. PERSONAL Y EQUIPOS
4. TRABAJOS REALIZADOS
  - 4.1 Control Planimétrico
  - 4.2 Control Altimétrico
  - 4.3 Trazo en el Campo
  - 4.4 Levantamiento Topográfico
  - 4.5 Nivelación de Estacas del Eje

# ESTUDIO BÁSICO DE CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

## 1. INTRODUCCIÓN

Según los términos de referencia para el estudio definitivo, inciso 2.3.1, el Proyecto debe ser diseñado manteniendo en lo posible el alineamiento actual de la carretera, excepto en las zonas o sectores donde se justifique la construcción de cambios o variantes.

La materialización del eje del trazo vial se estableció mediante el estacado del eje en distancias de 20 m para tramos en tangente y cada 10 m en curva, distancias que se reducirán en casos de variaciones importantes del terreno. Los vértices (PI's) de la poligonal definitiva y los puntos de principios (PC) o fin (PT) de curva, están referidos a marcas en el terreno. Los PI's se han monumentado y están debidamente protegidos y referenciados; las referencias monumentadas en puntos inamovibles se han ubicado fuera del área de las explanaciones para permitir su fácil ubicación y replanteo.

Para el cálculo de las coordenadas correspondientes a los vértices de la poligonal definitiva, se ha tomado como referencia el cálculo del azimut por observaciones solares para el punto inicial, lo que ha permitido el cálculo y determinación de las coordenadas de los vértices.

Se ha nivelado todas las estacas del eje; se ha levantado el perfil longitudinal del terreno tomando como punto de referencia las cotas de los hitos geodésicos más cercanos que existen en la zona.

Las nivelaciones se han cerrado cada 500 m, colocándose un Bench - Mark (BM) de concreto, en rocas sólidas y aprovechando las estructuras de concreto fijas



existentes en lugares debidamente protegidos, fuera del alcance de los trabajos, con una precisión de 0.012 m en un km.

Se han tomado secciones, perfiles y niveles en los cruces con otras vías, intersección de calles, canales, acequias y otros que tengan incidencia en el trazo, para definir las obras de cruce.

Para el diseño del eje en el corte a media ladera, que se presentó en el tramo Lampa - Qda. Metara, no fue suficiente el ancho de la vía actual, donde se ha precisado muros de contención, se ha ejecutado un levantamiento topográfico mayor, lo que ha permitido obtener secciones de mayor longitud que sirvió para el trazado de los muros con su elevación. El diseño de corte a media ladera se ha coordinado con el especialista en geotécnica y geología. Cada muro ha sido diseñado con indicación de una cota de cimentación y coronación; se ha preparado los planos de detalle, tanto de sección transversal, longitudinal y planta.

Las secciones transversales se han levantado en cada estaca del eje vial, en un ancho no menor de 20 m a cada lado del eje, lo que ha permitido la óptima evaluación de los volúmenes de movimiento de tierras; en el tercer tramo hacia la Qda. Metara ha sido posible desplazar la vía hacia ambos lados para mejorar el trazo.

En los cauces de los ríos y de cursos de agua menores que se atraviesa con el trazo vial no fue necesario efectuar levantamientos topográficos adicionales.

Sólo al final del segundo tramo, en una longitud de 600m, fue necesario efectuar el registro de la propiedad que se encuentra dentro del Derecho de Vía, por afectar terrenos de terceros, donde se efectuó el levantamiento topográfico complementario de perfil y secciones transversales que permitirá a la entidad indicar al Municipio la necesidad de utilizar ese predio afectado.

En el presente informe se presenta el desarrollo y resultados del trabajo topográfico.

## **2. INFORMACIÓN EXISTENTE**

La información existente para el estudio se compone de dos grupos: mapas nacionales a escalas 1/100,000 y 1/25,000 del IGN y de Catastro Rural del Ministerio de Agricultura; y planos a escala 1/20,000, 1/2,000 de planta y perfil, y 1/200 de secciones transversales, del estudio definitivo de la Carretera Juliaca Lampa - Cara Cara, preparado por la Consultora Asesores Técnicos Asociados S.A., para la Corporación de Fomento y Promoción Social y Económica de Puno (CORPUNO).

Asimismo, existen fichas de puntos de control planimétrico altimétrico del IGN, y aerofotografías del vuelo alto del Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN).

## **3. PERSONAL Y EQUIPOS**

Para la ejecución de los trabajos de topografía, en gabinete y campo, se contó con la participación del siguiente personal:

- Ing. Juan Arias Canales, especialista en topografía y trazo
- Téc. topógrafo Oscar Rubio (trazador)
- Téc. topógrafo Miguel Lázaro (levantamiento y secciones)
- Téc. topógrafo Víctor Jara (nivelador)

quienes utilizaron el siguiente equipo:

- Estación total, marca TOPCON GTS-212, LT 03552, con una memoria de recepción de 2,000 puntos y un alcance de 3,000 m, teniendo como accesorios 2 prismas cada uno con su nivel de burbuja, 02 radios intercomunicadores.

Un teodolito WILD TI 27032, con una precisión de un segundo teniendo como accesorios 2 jalones y una wincha de acero de 30 m.

Un nivel WILD NAZO 718043, teniendo como accesorios 2 miras, con su respectivo nivel de burbuja.

## 4. TRABAJOS REALIZADOS

### 4.1 Control Planimétrico

Para el control del alineamiento horizontal se determinó el azimut directamente en el terreno mediante observaciones solares por el método de alturas iguales, observaciones que se realizaron cada 30 minutos durante 2 horas en la mañana (8 - 10 a.m.) y 2 horas en la tarde (2 - 4 p.m.), con un total de 5 observaciones, cuyo promedio se marcó en el terreno, luego se midió el azimut.

$$\text{PI-1} \quad \text{PI-2} \quad = \quad 328^{\circ}41'22''$$

Como el método tiene una precisión de 20" y el error cometido es menor que la precisión, no se comprobó los azimut calculados.

Las coordenadas del PI-1 se midieron con un GPS marca Garmin, modelo SURV-2 que tiene una precisión de 5 m que para fines del presente estudio, habiendo obtenido los siguientes valores de coordenadas UTM.

$$\text{PI-1} \quad = \quad \text{N: } 8'292,001.076 \quad \text{E: } 372,485.132$$

Con las coordenadas iniciales del PI N° 01, el azimut del PI N° 01 – PI N° 02, y los sucesivos ángulos de deflexión y distancias entre PIs, se ha calculado las coordenadas UTM de los PIs, cuya relación se presentan más adelante.

Asimismo se presenta los cálculos de los elementos de las curvas, cuya leyenda para cada curva es:

### Datos de la Tangente

Longitud: 88.522

Azimut: 45°11'44"

### Datos de la curva circular

Angulo de Deflexión:	76°30'22"	Tipo:	Izquierda
Radio :	110 m	Medio Angulo Supl.:	52°05'13"
Longitud :	146.881	Tangente:	86.727
Ordenada media:	23.619	External :	30.077
Cuerda :	136.210	Direc. Azimut :	6°56'33"
Externa :	30.077		

Por otra parte se ha calculado las Coordenadas de cada una de las progresivas estacadas en el campo, cuya relación completa se presenta más adelante.

#### **4.2 Control Altimétrico**

Para realizar los trabajos de nivelación correspondientes al tramo en estudio, Juliaca - Lampa - Qda. Metara se utilizó el BM oficial ubicado en la Plaza Bolognesi de Juliaca, cuya cota es 3,823.7829 msnm, de tal manera que permitió determinar la cota de un BM ubicado en el borde derecho a 10 m antes del borde final del puente Unocolla, la cota respectiva es 3,827.6249 msnm.

En el tramo Juliaca (km 8+000) - Lampa se colocó 49 BM's cada 500 m a lo largo de la carretera, que se encuentran monumentados en ejes de las alcantarillas y piedras firmes en las cuales se puso el número de BM y su respectiva cota. Estos BM fueron nivelados por el método de nivelación compuesta con doble punto de cambio; el máximo error encontrado entre BM's fue de 0.007 m, error que se encuentra dentro de los límites de tolerancia

( $0.012\sqrt{k}$ ). El error desde el km 8.0 hasta el km 31.65 es de 0.041, menor que la tolerancia:  $0.012\sqrt{k}=0.082$  m.

En el tramo Lampa - Qda. Metara se colocaron 26 BMs monumentados en los mismos vértices de la poligonal que ha servido de base para el levantamiento topográfico para el Proyecto.

### 4.3 Trazo en el campo

#### *Brigadas*

Su desarrollo se ejecutó con 4 brigadas, las que tuvieron a su cargo las siguientes tareas:

a. Brigada N°1

Tuvo a su cargo la determinación y materialización de los PI, PC y PT.

b. Brigada N°2

Tuvo a su cargo la materialización de la progresiva del eje de la carretera.

c. Brigada N°3

Tuvo a su cargo la nivelación del eje de la carretera.

d. Brigada N°4

Tuvo a su cargo el levantamiento topográfico con estación total, cuyas funciones básicas han sido el trazado del eje de la carretera, secciones transversales, curvas a nivel, levantamiento de poblaciones ubicadas a lo largo del trazo vecinas a la carretera, levantamiento de cuencas, etc.

El trazo se inició en el km 8+000 de la carretera Juliaca - Lampa, punto final del asfaltado existente a la salida del puente Unocolla sobre el río Juliaca.

Este punto se materializó con un clavo de calamina introducido en el asfalto y señalizado con pintura donde se inicia la progresiva Km 8+000.

Los PÍ's se ubicaron por el método de intersección; para ello, mediante medidas directas y alineamientos se determinaron dos puntos del eje de la tangente de la vía existente, próximos al inicio de las curvas y desde ellos con dos teodolitos por intercepción de alineamientos se encontró la posición de los PIs.

Los PÍ's se materializaron con hitos de concreto de 30cm de altura y 20 cm de diámetro, con un fierro de construcción de 3/8", 25 cm de longitud, que sobresale 1 cm sobre el terreno.

Todos los PÍ's se han referido a puntos permanentes como esquinas de viviendas, rocas firmes, bordes de cunetas de concreto, muros de alcantarillas, etc., señalizando como PR-1, PR-2, etc., indicando la distancia del PI con pintura.

Los ángulos de deflexión se midieron por el método de repetición, dos series; si la diferencia con el promedio era mayor de 5" la medición se realizó nuevamente.

La distancia entre PÍ's se midió con estación total, en ambos sentidos; si la diferencia era mayor de 10 cm, la medición se repetía.

Para calcular el radio de las curvas se midió con estación total la longitud de la externa; el resultado se redondeó a la decena más próxima y con este valor se calcularon los demás elementos de la curva; inmediatamente se comprobó la posición del PC para observar si era congruente con la vía.

Para el estacado del eje se utilizaron clavos de calamina de 2.5", clavados cada 20 m, alineados con teodolito y wincha; las curvas se replantearon por el método de ángulos de deflexión con estacado cada 10 m.

Para la materialización de los PC y PT se utilizaron estacas de fierro de construcción de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y 25 cm de longitud.

Las progresivas de las estacas se pintaron al lado derecho e izquierdo de la vía, en taludes, paredes, cunetas o en piedras fijas.

La relación de los elementos de curva, así como de cada una de las progresivas se presentan más adelante.

#### **4.4 Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó en los siguientes tramos:

##### **- Tramo Juliaca Lampa (Pte. Unocolla)**

Se utilizó una Estación Total Topcon GTS-212; se trabajó en una faja de terreno de 60 m de ancho, 30 m a cada lado del eje de la vía existente.

La poligonal del trazo se hizo coincidir con el eje de la vía existente. Es una poligonal abierta con 28 vértices y los PI's se hicieron coincidir con dichos vértices.

En cada estaca ubicada cada 20 m sobre el eje del trazo se tomaron los puntos perpendicularmente al eje de la vía con la finalidad de obtener la sección transversal.

En el levantamiento se tomaron detalles tales como ancho de la carretera y bermas; cunetas y alcantarillas.

##### **- Tramo dentro de la ciudad de Lampa**

Se tomó como detalles el ancho de las calles, veredas, esquinas de manzanas, postes de alumbrado público, buzones de desagüe, etc.

Del km 31+641.55 al km 33+400 se atraviesa propiamente la ciudad; del km 33+400 al km 34+000 se atraviesa un terreno baldío con pendiente hacia la derecha del trazo.

#### **- Tramo Lampa - Qda. Metara**

Se hizo un levantamiento topográfico a escala 1/2000 de una faja de terreno de 100 m de ancho, que cubre la vía existente y aprox. 50 m a ambos lados.

Se tomó como detalles el ancho de la carretera, bermas, cunetas, cruce de quebradas y alcantarillas existentes, lomas y taludes.

#### **4.5 Nivelación de las Estacas del Eje**

Apoyados en la red de BM's se determinó por el método geométrico simple y comprobando en cada BM, la cota del terreno de cada estaca del trazo colocadas a cada 20 m en las tangentes y cada 10 m en las curvas. Los resultados se presentan en el perfil longitudinal y en las secciones transversales.

#### **4.6 Planos Topográficos**

La información topográfica de cada punto del terreno obtenido con la estación total, fue la suficiente como para obtener el plano topográfico de toda la carretera Juliaca (Pte. Unocolla) - Lampa - Qda. Metara.



**CUADRO N° 4.1**  
**CALCULO DE SOBRE-ANCHO EN CURVAS**  
**TRAMO JULIACA ( KM 8+000) - LAMPA**

$$S = n (R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10 \sqrt{R}}$$

S = Sobreancho en m.  
n = Número de vías  
R = Radio de curva en m.  
V = Velocidad directriz en km/h  
L = Distancia entre ejes (6 m)

PROGRESIVA		CURVA								
PC	PT	N°	n	R	V	L	S	D	A (m2)	
+088.517	8+235.367	1	2	110	60	6	0,90	146,85	132,11	
+913.91	9+244.730	2	2	400	60	6	0,39	330,72	128,98	
+330.922	9+362.922	3	2	280	60	6	0,60	32,00	15,68	
+362.922	9+401.754	3	2	280	60	6	0,49	38,83	18,92	
+401.754	9+433.754	3	2	280	60	6	0,60	32,00	15,68	
0+450.904	10+658.639	4	2	360	60	6	0,42	207,74	86,47	
1+901.695	11+947.695	5	2	200	50	6	0,90	46,00	27,80	
1+947.695	12+007.847	5	2	200	50	6	0,67	60,15	36,35	
2+007.847	12+053.847	5	2	200	50	6	0,40	46,00	27,80	
2+321.866	12+597.972	6	2	390	60	6	0,40	276,11	109,38	
2+729.096	12+871.330	7	2	100	60	6	0,96	142,23	136,60	
3+628.360	13+778.395	8	2	150	60	6	0,73	150,04	109,53	
4+194.281	14+304.362	9	2	380	60	6	0,40	110,10	44,32	
5+592.320	15+747.359	10	2	1.040	60	6	0,22	155,04	34,21	
7+704.025	17+857.938	11	2	3.000	60	6	0,12	153,91	18,71	
9+230.256	19+502.399	12	2	8.000	60	6	0,07	272,14	19,48	
11+974.379	22+173.525	13	2	4.000	60	6	0,10	199,15	20,68	
12+786.343	22+824.343	14	2	250	60	6	0,52	38,00	19,89	
12+824.343	22+879.950	14	2	250	60	6	0,52	55,61	29,11	
12+879.950	22+917.950	14	2	250	60	6	0,52	38,00	19,89	
14+755.305	25+043.947	15	2	590	60	6	0,31	288,64	88,91	
15+735.332	26+068.397	16	2	1.700	60	6	0,17	333,07	55,52	
16+254.658	26+401.759	17	2	390	60	6	0,40	147,10	58,27	
16+606.420	26+776.179	18	2	720	60	6	0,27	169,76	46,45	
17+385.642	27+417.642	19	2	280	60	6	0,49	32,00	15,60	
17+417.642	27+538.630	19	2	280	60	6	0,49	120,99	58,94	
17+538.630	27+570.630	19	2	280	60	6	0,49	32,00	15,60	
17+717.913	27+895.153	20	2	1.450	60	6	0,18	177,24	32,33	
17+990.048	28+163.284	21	2	107	60	6	0,92	173,24	158,82	
19+169.437	29+226.437	22	2	150	60	6	0,73	57,00	41,61	
19+226.437	29+269.767	22	2	150	60	6	0,73	43,33	31,63	
19+269.767	29+326.767	22	2	150	60	6	0,73	57,00	41,61	
19+422.598	29+586.299	23	2	210	60	6	0,59	163,70	97,85	
30+177.351	30+297.360	24	2	480	60	6	0,35	120,00	41,86	
30+502.479	30+552.479	25	2	185	60	6	0,64	50,00	31,79	
30+552.479	30+620.854	25	2	185	60	6	0,64	68,38	43,47	
30+620.854	30+670.854	25	2	185	60	6	0,64	50,00	31,79	
31+215.517	31+251.517	26	2	250	60	6	0,52	36,00	18,85	
31+251.517	31+499.890	26	2	250	60	6	0,52	248,37	130,02	
31+499.890	31+535.890	26	2	250	60	6	0,52	36,00	18,85	
<b>TOTAL</b>								<b>2.111,36</b>		

**CUADRO N° 4.2**  
**CALCULO DE SOBRE-ANCHO EN CURVAS**

**TRAMO LAMPA - QDA. METARA**

$$S = n (R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10 \sqrt{R}}$$

S = Sobreancho en m.

n = Número de vías

R = Radio de curva en m.

V = Velocidad directriz en km/h

L = Distancia entre ejes (6 m)

PROGRESIVA		CURVA								
PC	PT	N°	n	R	V	L	S	D	A (m2)	
33+542.729	33+692.405	29	2	200	40	6	0,46	149,68	69,28	
34+011.769	34+030.813	30	2	60	40	6	1,12	19,04	21,28	
34+243.729	34+259.983	31	2	45	40	6	1,40	16,25	22,75	
34+620.894	34+854.701	32	2	3.420	40	6	0,08	233,81	18,45	
35+262.049	35+389.967	33	2	500	40	6	0,25	127,92	32,10	
35+469.200	35+534.298	34	2	540	40	6	0,24	65,10	15,55	
35+905.355	36+160.950	35	2	1.180	40	6	0,15	255,60	37,56	
36+418.446	36+477.700	36	2	130	40	6	0,63	59,25	37,20	
36+928.439	36+966.989	37	2	100	40	6	0,76	38,55	29,31	
37+149.369	37+237.384	38	2	970	40	6	0,16	88,02	14,57	
37+370.408	37+424.228	39	2	90	40	6	0,82	53,82	44,24	
37+513.596	37+552.207	40	2	60	40	6	1,12	38,61	43,16	
37+616.487	37+674.704	41	2	50	40	6	1,30	58,22	75,00	
37+733.524	37+774.015	42	2	60	40	6	1,12	40,49	45,26	
37+818.163	37+853.184	43	2	45	40	6	1,40	35,02	49,02	
37+933.941	38+007.461	44	2	45	40	6	1,40	73,52	102,92	
38+290.798	38+332.598	45	2	45	40	6	1,40	41,90	58,65	
38+387.396	38+417.542	46	2	60	40	6	1,12	30,15	33,70	
38+562.096	38+610.031	47	2	60	40	6	1,12	47,94	53,59	
38+843.493	38+917.387	48	2	45	40	6	1,40	73,89	102,74	
39+009.177	39+084.620	49	2	45	40	6	1,40	75,44	105,61	
39+169.818	39+244.798	50	2	45	40	6	1,40	74,98	104,96	
39+295.220	39+336.810	51	2	45	40	6	1,40	41,59	58,22	
39+399.613	39+445.468	52	2	60	40	6	1,12	45,85	51,26	
39+547.547	39+620.309	53	2	45	40	6	1,40	72,85	101,98	
39+848.179	39+889.181	54	2	45	40	6	1,40	41,00	57,39	
40+136.735	40+205.319	55	2	45	40	6	1,40	68,58	96,00	
40+205.502	40+292.643	56	2	87	40	6	0,84	87,14	73,47	
40+455.070	40+516.632	57	2	45	40	6	1,40	61,56	86,22	
40+516.854	40+508.197	58	2	50	40	6	1,30	51,34	66,14	
40+701.396	40+719.517	59	2	45	40	6	1,40	18,12	25,36	
40+974.666	41+045.749	60	2	45	40	6	1,40	71,08	99,50	
41+090.163	41+162.817	61	2	45	40	6	1,40	72,65	101,70	
41+307.314	41+348.667	62	2	45	40	6	1,40	41,35	57,88	
41+484.811	41+511.490	63	2	45	40	6	1,40	26,68	37,35	
41+554.069	41+614.436	64	2	100	40	6	0,76	60,37	45,90	
41+756.797	41+831.451	65	2	45	40	6	1,40	74,65	104,50	
<b>TOTAL</b>									<b>2.179,77</b>	

**CUADRO Nº 5.1**

**CURVAS VERTICALES  
TRAMO I ( 8+000 - 31+644.15)  
JULIACA - LAMPA**

CURVA Nº	PCV		PIV		PTV		TIPO DE CURVA
	PROGRESIVA	COTA	PROGRESIVA	COTA	PROGRESIVA	COTA	
1	-----	-----	8+260	3838,79	-----	-----	CONVEXA
2	8+830	3828,51	8+870	3828,49	8+910	3829,11	CONCAVA
3	9+120	3832,36	9+160	3832,98	9+200	3833,38	CONVEXA
4	9+260	3833,38	9+340	3833,7	9+420	3831,19	CONVEXA
5	9+540	3827,42	9+600	3825,54	9+660	3825,72	CONCAVA
6	-----	-----	10+060	3826,96	-----	-----	CONCAVA
7	10+480	3830,74	10+610	3831,91	10+740	3830,39	CONVEXA
8	10+920	3828,27	11+020	3827,1	11+120	3827,58	CONCAVA
9	-----	-----	11+620	3829,85	-----	-----	CONVEXA
10	-----	-----	12+120	3829,34	-----	-----	CONVEXA
11	-----	-----	12+640	3828,02	-----	-----	CONCAVA
12	-----	-----	12+940	3828,77	-----	-----	CONVEXA
13	-----	-----	13+240	3827,89	-----	-----	CONCAVA
14	-----	-----	13+500	3827,45	-----	-----	CONCAVA
15	-----	-----	14+220	3830,18	-----	-----	CONVEXA
16	-----	-----	15+920	3831,3	-----	-----	CONVEXA
17	-----	-----	17+660	3831,84	-----	-----	CONCAVA
18	-----	-----	18+200	3833,06	-----	-----	CONVEXA
19	-----	-----	19+800	3835,46	-----	-----	CONCAVA
20	-----	-----	20+040	3835,94	-----	-----	CONVEXA
21	-----	-----	20+560	3836,46	-----	-----	CONCAVA
22	-----	-----	21+120	3838,98	-----	-----	CONVEXA
23	-----	-----	21+820	3839,19	-----	-----	CONCAVA
24	-----	-----	22+320	3841,14	-----	-----	CONVEXA
25	-----	-----	23+120	3842,74	-----	-----	CONVEXA
26	-----	-----	24+460	3845,02	-----	-----	CONVEXA
27	24+740	3845,16	24+810	3845,19	24+880	3846,59	CONCAVA
28	24+980	3848,59	25+030	3849,59	25+080	3849,84	CONVEXA
29	-----	-----	25+360	3851,24	-----	-----	CONVEXA
30	-----	-----	25+560	3850,24	-----	-----	CONVEXA
31	25+680	3848,44	25+740	3847,54	25+800	3847,51	CONCAVA
32	26+040	3847,39	26+100	3847,36	26+160	3848,8	CONCAVA
33	26+240	3850,72	26+340	3853,12	26+440	3850,92	CONVEXA
34	26+540	3848,72	26+600	3847,4	26+660	3847,88	CONCAVA
35	27+060	3851,08	27+120	3851,56	27+180	3850,9	CONVEXA
36	27+280	3849,8	27+340	3849,14	27+400	3849,74	CONCAVA
37	27+580	3851,54	27+640	3852,14	27+700	3851,97	CONVEXA
38	27+800	3851,7	27+860	3851,53	27+920	3850,33	CONVEXA
39	28+050	3847,73	28+110	3846,53	28+170	3846,48	CONCAVA
40	28+440	3846,26	28+480	3846,23	28+520	3846,67	CONCAVA
41	28+840	3850,19	28+900	3850,85	28+960	3853,04	CONCAVA
42	29+140	3859,61	29+240	3863,26	29+340	3861,26	CONVEXA
43	29+700	3854,06	29+740	3853,26	29+780	3853,32	CONCAVA
44	-----	-----	30+140	3853,9	-----	-----	CONVEXA
45	30+840	3853,29	30+880	3853,26	30+920	3853,62	CONCAVA
46	-----	-----	31+200	3855,14	-----	-----	CONCAVA
47	31+380	3858,84	31+460	3860,04	31+540	3858,28	CONVEXA

**CUADRO N° 5.2**

**CURVAS VERTICALES  
TRAMO III ( 33+402.60 - 41+840 )  
LAMPA - QDA. METARA**

CURVA N°	PCV		PIV		PTV		TIPO DE CURVA
	PROGRESIV.	COTA	PROGRESIV.	COTA	PROGRESIV.	COTA	
52	-----	-----	34+000	3861,14	-----	-----	CONCAVA
53	34+100	3861,34	34+140	3861,42	34+180	3861,82	CONCAVA
54	34+440	3864,42	34+500	3865,02	34+560	3864,42	CONVEXA
55	34+860	3861,42	34+920	3860,82	34+980	3861,96	CONCAVA
56	35+060	3853,48	35+140	3865	35+220	3864,2	CONVEXA
57	35+360	3862,8	35+440	3862	35+520	3860,16	CONVEXA
58	35+640	3857,4	35+720	3855,56	35+800	3857,32	CONCAVA
59	35+980	3861,28	36+100	3863,92	36+220	3861,64	CONVEXA
60	36+480	3856,7	36+540	3855,56	36+600	3855,58	CONCAVA
61	36+910	3856,3	36+950	3856,38	36+990	3857,23	CONCAVA
62	37+180	3861,28	37+240	3862,56	37+300	3865,25	CONCAVA
63	-----	-----	37+540	3876,01	-----	-----	CONCAVA
64	-----	-----	38+060	3900,71	-----	-----	CONCAVA
65	-----	-----	39+280	3960	-----	-----	CONCAVA
66	-----	-----	39+780	3986,65	-----	-----	CONVEXA
67	39+980	3994,37	40+040	3996,69	40+100	4000,23	CONCAVA
68	40+420	4019,11	40+480	4022,65	40+540	4024,21	CONVEXA
69	40+720	4028,89	40+820	4031,49	40+920	4037,49	CONCAVA
70	-----	-----	41+060	4145,89	-----	-----	CONVEXA
71	41+680	4077,01	41+760	4081,03	41+840	4081,99	CONVEXA

#### 4.7 Relación de BENCH MARKS

Identificación del BM	Cota (msnm)	Ubicación	Error de cierre
<b>1. TRAMO JULIACA (Km 8) A LAMPA</b>			
IGN-Juliaca	3,823.782	Plaza Bolognesi	0.046 m
8.0	3,827.624	Borde derecho de salida del puente nuevo hacia Lampa Km 8+000 desde Juliaca.	0.002 m
8.5	3,827.722	Progresiva 8+500. En el lado derecho de la carretera, sobre roca fija.	0.006 m
9.0	3,830.106	Progresiva 9+000. En el lado derecho de la carretera sobre un muro de concreto.	0.005 m
9.5	3,825.727	Progresiva 9+500. En el lado derecho, sobre roca fija.	0.004 m
10.0	3,826.762	Progresiva 10+000. En el lado derecho, sobre muro de alcantarilla.	0.003 m
10.5	3,830.966	Progresiva 10+500. En el lado izquierdo, sobre cuneta de concreto.	0.000 m
11.0	3,827.277	Progresiva 11+000. En el lado derecho, sobre cuneta de concreto.	0.005 m
11.5	3,829.139	Progresiva 11+500. En el lado derecho, sobre cuneta de concreto.	0.002 m
12.0	3,829.836	Progresiva 12+000. En el lado derecho, sobre cuneta de concreto.	0.000 m
12.5	3,828.475	Progresiva 12+500. En el lado derecho, sobre cuneta de concreto.	0.006 m
13.0	3,827.178	Progresiva 13+000. En el lado izquierdo, sobre roca fija.	0.001 m
13.5	3,827.201	Progresiva 13+500. En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.006 m
14.0	3,829.837	Progresiva 14+000.	0.004 m

14.5	3,829.721	Progresiva 14+500. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.001 m
15.0	3,829.837	Progresiva 15+000. En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.005 m
15.5	3,830.654	Progresiva 15+500. En el lado derecho, sobre muro de alcantarilla.	0.001 m
16.0	3,829.724	Progresiva 16+000. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.005 m
16.5	3,832.656	Progresiva 16+500. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.002 m
17.0	3,830.839	Progresiva 17+000. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.005 m
17.5	3,831.127	Progresiva 17+500. En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.004 m
18.0	3,832.119	Progresiva 18+000. En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.006 m
18.5	3,832.750	Progresiva 18+500. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.003 m
19.0	3,833.250	Progresiva 19+000. En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.000 m
19.5	3,834.040	Progresiva 19+500. En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.006 m
20.0	3,834.897	Progresiva 20+000. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.005 m
20.5	3,835.582	Progresiva 20+500. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.001 m
21.0	3,838.264	Progresiva 21+000. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.001 m
21.5	3,838.668	Progresiva 21+500. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.007 m
22.0	3,839.434	Progresiva 22+000. En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.000 m
22.5	3,841.239	Progresiva 22+500. En el lado derecho, sobre roca firme.	0.001 m

23.0	3,841.926	Progresiva 23+000.	En el lado derecho, sobre roca firme.	0.002 m
23.5	3,842.669	Progresiva 23+500.	En el lado derecho, sobre roca firme.	0.001 m
24.0	3,842.885	Progresiva 24+000.	En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.002 m
24.5	3,845.071	Progresiva 24+500.	En el lado derecho, sobre roca firme.	0.007 m
25.0	3,849.028	Progresiva 25+000.	En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.000 m
25.5	3,851.050	Progresiva 25+500.	En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.001 m
26.0	3,846.713	Progresiva 26+000.	En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.002 m
26.5	3,848.457	Progresiva 26+500.	En el lado izquierdo, pasando la cuneta.	0.005 m
27.0	3,850.434	Progresiva 27+000.	En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.005 m
27.5	3,853.170	Progresiva 27+500.	En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.000 m
28.0	3,848.510	Progresiva 28+000.	En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.000 m
28.5	3,846.074	Progresiva 28+500.	En el lado derecho, sobre roca firme.	0.005 m
29.0	3,854.700	Progresiva 29+000.	En el lado derecho, sobre roca firme.	0.002 m
29.5	3,857.198	Progresiva 29+500.	En el lado izquierdo, sobre roca firme.	0.003 m
30.0	3,852.760	Progresiva 30+000.	En el lado derecho de muro de concreto.	0.007 m
30.5	3,852.603	Progresiva 30+500.	En el lado derecho, sobre roca firme.	0.002 m
31.0	3,853.333	Progresiva 31+000.	En el lado izquierdo,	0.002 m

		sobre roca firme.	
31.5	3,858.603	Progresiva 31+500. En el lado izquierdo,	0.002 m
		sobre roca firme.	
31.65	3,856.22	Progresiva 31+650 Inicio pista de	0.002 m
		concreto.	

## 2. TRAMO LAMPA – QDA. METARA

BM1	3,864.670	Coincide con el punto 1 de la poligonal	0.001 m
BM2	3,864.919	Coincide con el punto 2 de la poligonal	0.004 m
BM3	3,863.614	Coincide con el punto 3 de la poligonal	0.006 m
BM4	3,863.212	Coincide con el punto 4 de la poligonal	0.001 m
BM5	3,862.661	Coincide con el punto 5 de la poligonal	0.004 m
BM6	3,854.791	Coincide con el punto 6 de la poligonal	0.006 m
BM7	3,863.042	Coincide con el punto 7 de la poligonal	0.000 m
BM8	3,882.162	Coincide con el punto 8 de la poligonal	0.002 m
BM9	3,897.072	Coincide con el punto 9 de la poligonal	0.005 m
BM10	3,899.331	Coincide con el punto 10 de la poligonal	0.000 m
BM11	3,919.853	Coincide con el punto 11 de la poligonal	0.005 m
BM12	3,937.365	Coincide con el punto 12 de la poligonal	0.004 m
BM13	3,948.875	Coincide con el punto 13 de la poligonal	0.003 m
BM14	3,949.943	Coincide con el punto 14 de la poligonal	0.000 m
BM15	3,964.353	Coincide con el punto 15 de la poligonal	0.005 m
BM16	3,985.082	Coincide con el punto 16 de la poligonal	0.001 m
BM17	3,991.422	Coincide con el punto 17 de la poligonal	0.002 m
BM18	4,005.879	Coincide con el punto 18 de la poligonal	0.005 m
BM19	4,027.420	Coincide con el punto 19 de la poligonal	0.004 m
BM20	4,029.608	Coincide con el punto 20 de la poligonal	0.000 m
BM21	4,032.533	Coincide con el punto 21 de la poligonal	0.000 m
BM22	4,048.312	Coincide con el punto 22 de la poligonal	0.007 m
BM23	4,051.447	Coincide con el punto 23 de la poligonal	0.000 m
BM24	4,073.970	Coincide con el punto 24 de la poligonal	0.005 m
BM25	4,082.294	Coincide con el punto 25 de la poligonal	0.002 m
BM26	4,088.021	Coincide con el punto 26 de la poligonal	0.000 m



**CUADRO N° 4.1**  
**CALCULO DE SOBRE-ANCHO EN CURVAS**  
**TRAMO JULIACA ( KM 8+000) - LAMPA**

$$S = n (R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V^3}{10 \sqrt{R}}$$

S = Sobreancho en m.  
n = Número de vías  
R = Radio de curva en m.  
V = Velocidad directriz en km/h  
L = Distancia entre ejes (6 m)

PROGRESIVA		CURVA								
PC	PT	N°	n	R	V	L	S	D	A (m2)	
8+088.517	8+235.367	1	2	110	60	6	0,90	146,85	132,11	
8+913.91	9+244.730	2	2	400	60	6	0,39	330,72	128,98	
9+330.922	9+362.922	3	2	280	60	6	0,60	32,00	15,68	
9+362.922	9+401.754	3	2	280	60	6	0,49	38,83	18,92	
9+401.754	9+433.754	3	2	280	60	6	0,60	32,00	15,68	
10+450.904	10+658.639	4	2	360	60	6	0,42	207,74	86,47	
11+901.695	11+947.695	5	2	200	50	6	0,90	46,00	27,80	
11+947.695	12+007.847	5	2	200	50	6	0,67	60,15	36,35	
12+007.847	12+053.847	5	2	200	50	6	0,40	46,00	27,80	
12+321.866	12+597.972	6	2	390	60	6	0,40	276,11	109,38	
12+729.096	12+871.330	7	2	100	60	6	0,96	142,23	136,60	
13+628.360	13+778.395	8	2	150	60	6	0,73	150,04	109,53	
14+194.281	14+304.362	9	2	380	60	6	0,40	110,10	44,32	
15+592.320	15+747.359	10	2	1.040	60	6	0,22	155,04	34,21	
17+704.025	17+857.938	11	2	3.000	60	6	0,12	153,91	18,71	
19+230.256	19+502.399	12	2	8.000	60	6	0,07	272,14	19,48	
21+974.379	22+173.525	13	2	4.000	60	6	0,10	199,15	20,68	
22+786.343	22+824.343	14	2	250	60	6	0,52	38,00	19,89	
22+824.343	22+879.950	14	2	250	60	6	0,52	55,61	29,11	
22+879.950	22+917.950	14	2	250	60	6	0,52	38,00	19,89	
24+755.305	25+043.947	15	2	590	60	6	0,31	288,64	88,91	
25+735.332	26+068.397	16	2	1.700	60	6	0,17	333,07	55,52	
26+254.658	26+401.759	17	2	390	60	6	0,40	147,10	58,27	
26+606.420	26+776.179	18	2	720	60	6	0,27	169,76	46,45	
27+385.642	27+417.642	19	2	280	60	6	0,49	32,00	15,60	
27+417.642	27+538.630	19	2	280	60	6	0,49	120,99	58,94	
27+538.630	27+570.630	19	2	280	60	6	0,49	32,00	15,60	
27+717.913	27+895.153	20	2	1.450	60	6	0,18	177,24	32,33	
27+990.048	28+163.284	21	2	107	60	6	0,92	173,24	158,82	
29+169.437	29+226.437	22	2	150	60	6	0,73	57,00	41,61	
29+226.437	29+269.767	22	2	150	60	6	0,73	43,33	31,63	
29+269.767	29+326.767	22	2	150	60	6	0,73	57,00	41,61	
29+422.598	29+586.299	23	2	210	60	6	0,59	163,70	97,85	
30+177.351	30+297.360	24	2	480	60	6	0,35	120,00	41,86	
30+502.479	30+552.479	25	2	185	60	6	0,64	50,00	31,79	
30+552.479	30+620.854	25	2	185	60	6	0,64	68,38	43,47	
30+620.854	30+670.854	25	2	185	60	6	0,64	50,00	31,79	
31+215.517	31+251.517	26	2	250	60	6	0,52	36,00	18,85	
31+251.517	31+499.890	26	2	250	60	6	0,52	248,37	130,02	
31+499.890	31+535.890	26	2	250	60	6	0,52	36,00	18,85	
<b>TOTAL</b>								<b>2.111,36</b>		

**CUADRO N° 4.2**  
**CALCULO DE SOBRE-ANCHO EN CURVAS**

**TRAMO LAMPA - QDA. METARA**

$$S = n (R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

S = Sobreancho en m.  
n = Número de vías  
R = Radio de curva en m.  
V = Velocidad directriz en km/h  
L = Distancia entre ejes (6 m)

PROGRESIVA		CURVA							
PC	PT	N°	n	R	V	L	S	D	A (m2)
33+542.729	33+692.405	29	2	200	40	6	0,46	149,68	69,28
34+011.769	34+030.813	30	2	60	40	6	1,12	19,04	21,28
34+243.729	34+259.983	31	2	45	40	6	1,40	16,25	22,75
34+620.894	34+854.701	32	2	3.420	40	6	0,08	233,81	18,45
35+262.049	35+389.967	33	2	500	40	6	0,25	127,92	32,10
35+469.200	35+534.298	34	2	540	40	6	0,24	65,10	15,55
35+905.355	36+160.950	35	2	1.180	40	6	0,15	255,60	37,56
36+418.446	36+477.700	36	2	130	40	6	0,63	59,25	37,20
36+928.439	36+966.989	37	2	100	40	6	0,76	38,55	29,31
37+149.369	37+237.384	38	2	970	40	6	0,16	88,02	14,57
37+370.408	37+424.228	39	2	90	40	6	0,82	53,82	44,24
37+513.596	37+552.207	40	2	60	40	6	1,12	38,61	43,16
37+616.487	37+674.704	41	2	50	40	6	1,30	58,22	75,00
37+733.524	37+774.015	42	2	60	40	6	1,12	40,49	45,26
37+818.163	37+853.184	43	2	45	40	6	1,40	35,02	49,02
37+933.941	38+007.461	44	2	45	40	6	1,40	73,52	102,92
38+290.798	38+332.598	45	2	45	40	6	1,40	41,90	58,65
38+387.396	38+417.542	46	2	60	40	6	1,12	30,15	33,70
38+562.096	38+610.031	47	2	60	40	6	1,12	47,94	53,59
38+843.493	38+917.387	48	2	45	40	6	1,40	73,89	102,74
39+009.177	39+084.620	49	2	45	40	6	1,40	75,44	105,61
39+169.818	39+244.798	50	2	45	40	6	1,40	74,98	104,96
39+295.220	39+336.810	51	2	45	40	6	1,40	41,59	58,22
39+399.613	39+445.468	52	2	60	40	6	1,12	45,85	51,26
39+547.547	39+620.309	53	2	45	40	6	1,40	72,85	101,98
39+848.179	39+889.181	54	2	45	40	6	1,40	41,00	57,39
40+136.735	40+205.319	55	2	45	40	6	1,40	68,58	96,00
40+205.502	40+292.643	56	2	87	40	6	0,84	87,14	73,47
40+455.070	40+516.632	57	2	45	40	6	1,40	61,56	86,22
40+516.854	40+508.197	58	2	50	40	6	1,30	51,34	66,14
40+701.396	40+719.517	59	2	45	40	6	1,40	18,12	25,36
40+974.666	41+045.749	60	2	45	40	6	1,40	71,08	99,50
41+090.163	41+162.817	61	2	45	40	6	1,40	72,65	101,70
41+307.314	41+348.667	62	2	45	40	6	1,40	41,35	57,88
41+484.811	41+511.490	63	2	45	40	6	1,40	26,68	37,35
41+554.069	41+614.436	64	2	100	40	6	0,76	60,37	45,90
41+756.797	41+831.451	65	2	45	40	6	1,40	74,65	104,50
<b>TOTAL</b>									<b>2.179,77</b>

**CUADRO N° 5.1**

**CURVAS VERTICALES  
TRAMO I ( 8+000 - 31+644.15)  
JULIACA - LAMPA**

CURVA N°	PCV		PIV		PTV		TIPO DE CURVA
	PROGRESIVA	COTA	PROGRESIVA	COTA	PROGRESIVA	COTA	
1	-----	-----	8+260	3838,79	-----	-----	CONVEXA
2	8+830	3828,51	8+870	3828,49	8+910	3829,11	CONCAVA
3	9+120	3832,36	9+160	3832,98	9+200	3833,38	CONVEXA
4	9+260	3833,38	9+340	3833,7	9+420	3831,19	CONVEXA
5	9+540	3827,42	9+600	3825,54	9+660	3825,72	CONCAVA
6	-----	-----	10+060	3826,96	-----	-----	CONCAVA
7	10+480	3830,74	10+610	3831,91	10+740	3830,39	CONVEXA
8	10+920	3828,27	11+020	3827,1	11+120	3827,58	CONCAVA
9	-----	-----	11+620	3829,85	-----	-----	CONVEXA
10	-----	-----	12+120	3829,34	-----	-----	CONVEXA
11	-----	-----	12+640	3828,02	-----	-----	CONCAVA
12	-----	-----	12+940	3828,77	-----	-----	CONVEXA
13	-----	-----	13+240	3827,89	-----	-----	CONCAVA
14	-----	-----	13+500	3827,45	-----	-----	CONCAVA
15	-----	-----	14+220	3830,18	-----	-----	CONVEXA
16	-----	-----	15+920	3831,3	-----	-----	CONVEXA
17	-----	-----	17+660	3831,84	-----	-----	CONCAVA
18	-----	-----	18+200	3833,06	-----	-----	CONVEXA
19	-----	-----	19+800	3835,46	-----	-----	CONCAVA
20	-----	-----	20+040	3835,94	-----	-----	CONVEXA
21	-----	-----	20+560	3836,46	-----	-----	CONCAVA
22	-----	-----	21+120	3838,98	-----	-----	CONVEXA
23	-----	-----	21+820	3839,19	-----	-----	CONCAVA
24	-----	-----	22+320	3841,14	-----	-----	CONVEXA
25	-----	-----	23+120	3842,74	-----	-----	CONVEXA
26	-----	-----	24+460	3845,02	-----	-----	CONVEXA
27	24+740	3845,16	24+810	3845,19	24+880	3846,59	CONCAVA
28	24+980	3848,59	25+030	3849,59	25+080	3849,84	CONVEXA
29	-----	-----	25+360	3851,24	-----	-----	CONVEXA
30	-----	-----	25+560	3850,24	-----	-----	CONVEXA
31	25+680	3848,44	25+740	3847,54	25+800	3847,51	CONCAVA
32	26+040	3847,39	26+100	3847,36	26+160	3848,8	CONCAVA
33	26+240	3850,72	26+340	3853,12	26+440	3850,92	CONVEXA
34	26+540	3848,72	26+600	3847,4	26+660	3847,88	CONCAVA
35	27+060	3851,08	27+120	3851,56	27+180	3850,9	CONVEXA
36	27+280	3849,8	27+340	3849,14	27+400	3849,74	CONCAVA
37	27+580	3851,54	27+640	3852,14	27+700	3851,97	CONVEXA
38	27+800	3851,7	27+860	3851,53	27+920	3850,33	CONVEXA
39	28+050	3847,73	28+110	3846,53	28+170	3846,48	CONCAVA
40	28+440	3846,26	28+480	3846,23	28+520	3846,67	CONCAVA
41	28+840	3850,19	28+900	3850,85	28+960	3853,04	CONCAVA
42	29+140	3859,61	29+240	3863,26	29+340	3861,26	CONVEXA
43	29+700	3854,06	29+740	3853,26	29+780	3853,32	CONCAVA
44	-----	-----	30+140	3853,9	-----	-----	CONVEXA
45	30+840	3853,29	30+880	3853,26	30+920	3853,62	CONCAVA
46	-----	-----	31+200	3855,14	-----	-----	CONCAVA
47	31+380	3858,84	31+460	3860,04	31+540	3858,28	CONVEXA

**CUADRO N° 5.2**

**CURVAS VERTICALES  
TRAMO III ( 33+402.60 - 41+840 )  
LAMPA - QDA. METARA**

CURVA N°	PCV		PIV		PTV		TIPO DE CURVA
	PROGRESIVA	COTA	PROGRESIVA	COTA	PROGRESIVA	COTA	
52	-----	-----	34+000	3861,14	-----	-----	CONCAVA
53	34+100	3861,34	34+140	3861,42	34+180	3861,82	CONCAVA
54	34+440	3864,42	34+500	3865,02	34+560	3864,42	CONVEXA
55	34+860	3861,42	34+920	3860,82	34+980	3861,96	CONCAVA
56	35+060	3853,48	35+140	3865	35+220	3864,2	CONVEXA
57	35+360	3862,8	35+440	3862	35+520	3860,16	CONVEXA
58	35+640	3857,4	35+720	3855,56	35+800	3857,32	CONCAVA
59	35+980	3861,28	36+100	3863,92	36+220	3861,64	CONVEXA
60	36+480	3856,7	36+540	3855,56	36+600	3855,58	CONCAVA
61	36+910	3856,3	36+950	3856,38	36+990	3857,23	CONCAVA
62	37+180	3861,28	37+240	3862,56	37+300	3865,25	CONCAVA
63	-----	-----	37+540	3876,01	-----	-----	CONCAVA
64	-----	-----	38+060	3900,71	-----	-----	CONCAVA
65	-----	-----	39+280	3960	-----	-----	CONCAVA
66	-----	-----	39+780	3986,65	-----	-----	CONVEXA
67	39+980	3994,37	40+040	3996,69	40+100	4000,23	CONCAVA
68	40+420	4019,11	40+480	4022,65	40+540	4024,21	CONVEXA
69	40+720	4028,89	40+820	4031,49	40+920	4037,49	CONCAVA
70	-----	-----	41+060	4145,89	-----	-----	CONVEXA
71	41+680	4077,01	41+760	4081,03	41+840	4081,99	CONVEXA

# ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO Y DE FUENTES DE AGUA

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETO DEL ESTUDIO
3. METODOLOGÍA
  - 3.1 Etapa de reconocimiento
  - 3.2 Etapa de gabinete 1
  - 3.3 Etapa de campo
  - 3.4 Etapa de gabinete 2
4. ESTUDIOS EXISTENTES
5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS
  - 5.1 Pampas
  - 5.2 Valle del río Lampa
  - 5.3 Cadenas de cerros con valles y quebradas menores
6. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS REGIONALES
  - 6.1 Formación Chagurapi (SD-ch)
  - 6.2 Formación Lampa (D-la)
  - 6.3 Grupo Ambo (M-a)
  - 6.4 Grupo Mitu
  - 6.5 Grupo Iscay
  - 6.6 Formación Azángaro
  - 6.7 Depósitos cuaternarios

- a. Depósitos fluvioglaciales
- b. Depósitos lacustres
- c. Depósitos aluviales
- d. Depósitos coluviales
- e. Depósitos residuales
- f. Depósitos de bofedales

## 7. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS ESTRUCTURALES

## 8. ESTUDIO GEOTÉCNICO

### 8.1 Características geotécnicas superficiales del trazo

- a. Tramo km 8+000 (Cerro Unocolla) hasta Lampa (34+000)
- b. Tramo km 34+000 (Ciudad de Lampa) hasta km 41+831 (Qda. Metara)

### 8.2 Fenómenos de geodinámica externa

- a. Derrumbes y/o caídas de bloques
- b. Deslizamientos
- c. Erosión de ribera
- d. Erosión de plataforma
- e. Rasantes bajas
- f. Erosión de taludes
- g. Desborde de ríos

### 8.3 Estabilidad de taludes

### 8.4 Taludes de corte

### 8.5 Taludes de relleno

### 8.6 Rellenos en zonas planas

## 9. ESTUDIO DE SUELOS

### 9.1 Objetivos

### 9.2 Metodología del estudio

### 9.3 Trabajos de campo

### 9.4 Ensayos de laboratorio

### 9.5 Trabajos de gabinete

### 9.6 Estratigrafía del suelo de fundación

## 9.7 Características geotécnicas del suelo de fundación

- a. Tramo km 8+000 al 34+000
- b. Tramo km 34+000 al 41+831

## 10. ESTUDIO DE CANTERAS

### 10.1 Proceso del estudio

### 10.2 Evaluación de canteras identificadas en otros estudios en el área del proyecto

- a. Estudio definitivo de la Carretera Juliaca - Lampa - Cara Cara (ATA - 1983)
- b. Expediente Técnico del Proyecto Asfaltado de la carretera Juliaca - Lampa (Km 3+900 al 5+300 y km 5+300 al 8+000) del Bat. de Ing. Comb. Tte. CrI. La Rosa N° 4, 1997 - 98)

### 10.3 Evaluación de canteras identificadas fuera del área del estudio

- a. Estudio definitivo de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Juliaca - Lampa (Volcán S.A. – 1994)
- b. Estudio de Ingeniería para la Carretera Arequipa – Juliaca km 265+000 al 323+100 (Raúl Sánchez – 1994)

### 10.4 Evaluación complementaria de canteras

### 10.5 Conclusiones y recomendaciones

## 11. FUENTES DE AGUA

### 11.1 Río Unocolla, km 8+000 (Puente Unocolla)

### 11.2 Río Lampa, km 26+500

### 11.3 Laguna Colorada, km 31+500

## RELACION DE CUADROS

- |      |  |
|------|--|
| Nº 1 | Características Geotécnicas del Terreno bajo la Fundación de la Carpeta Existente de la Carretera Juliaca – Lampa – Qda. Metara. |
| Nº 2 | Capacidad Portante del Suelo de Fundación de la Carretera Juliaca – Lampa – Qda. Metara.   |
| Nº 3 | Características Geotécnicas de las Canteras  |

- Nº 4 Características Geotécnicas de los Materiales de Préstamo de las Canteras Seleccionadas

#### RELACION DE LÁMINAS

- Nº 1 Perfil estratigráfico (km 8+000 al 43+000)  
Nº 2 Ubicación y características de las canteras estudiadas y ubicación de fuentes de agua analizadas

#### RELACION DE ANEXOS

- Nº 1 Perfiles Estratigráficos de las Calicatas de Cimentación de la Vía  
Nº 2 Ensayos de Campo en Calicatas de Cimentación de la Vía  
Nº 3 Ensayos de Laboratorio en Muestras de la Cimentación de la Vía  
Nº 4 Ensayos de Laboratorio en Muestras de Canteras  
Nº 5 Ensayos en Muestras de Agua

#### RELACION DE FOTOS

- Nº 1 Vista del km 8+780 de la carretera hacia Lampa.  
Nº 2 Vista del km 10+215 de la vía.  
Nº 3 Km 11+180 de la vía hacia Juliaca.  
Nº 4 Km 11+980, pequeños derrumbes de materiales coluviales.  
Nº 5 Km 11+980, afloramientos de arenisca y arenisca lutácea. Talud de corte de 2 a 5 m de altura.  
Nº 6 Km 12+270, erosión lineal en estratos areno limosos que colmatan las cunetas laterales.  
Nº 7 Km 12+328, se observa erosión de la plataforma.  
Nº 8 Vista del km 12+330 al 12+430, pequeños derrumbes y colmatación de las cunetas laterales en suelos areno limosos.  
Nº 9 Km 12+770, erosión de la plataforma, en la zona de entrada de la alcantarilla.  
Nº 10 Km 13+160, vista de pequeños derrumbes de suelos coluviales y colmatación de cunetas.



- Nº 11 Km 13+750, derrumbe de materiales coluviales que colmatan la cuneta lateral.
- Nº 12 Vista del km 23+160 de la vía hacia Lampa, sobre pampas aluviales.
- Nº 13 Parte alta del deslizamiento, se aprecia escarpas semicirculares y grietas de 20 a 40 cm de ancho.
- Nº 14 Grietas de la parte alta del deslizamiento a la altura del km 26+525.
- Nº 15 Vista de la zona del deslizamiento a la altura del km 26+550 de la vía, hacia Juliaca.
- Nº 16 Otra vista de las grietas ubicadas en la parte superior del deslizamiento del km 26+530.
- Nº 17 Km 26+880, vista hacia Juliaca.
- Nº 18 Derrumbes y deslizamientos pequeños entre los km 27+560 y 27+660.
- Nº 19 Alcantarilla colmatada en el km 27+747, por deslizamiento de suelos arcillo limo arenosos, muy saturados.
- Nº 20 Zona del deslizamiento del km 27+747, que ha colmatado la zona de entrada de la alcantarilla.
- Nº 21 Km 28+382, vista de la vía hacia Lampa, sobre pampas aluviales.
- Nº 22 Vista del km 29+500 de la vía hacia Juliaca.
- Nº 23 Vista del km 30+140 de la vía hacia Juliaca, se observa extensas pampas aluviales.
- Nº 24 Km 29+793, alcantarilla afectada por erosión, zona de entrada.
- Nº 25 Km 29+793, erosión de la plataforma en la zona de salida de la alcantarilla.
- Nº 26 Margen izquierda de la vía entre el km 30+200 y 30+700, protegida parcialmente por muro de concreto.
- Nº 27 Vista panorámica hacia Juliaca de laguna (Pichincha), margen derecha de la vía.
- Nº 28 Km 30+320, muro seco deteriorado en una longitud de 5 m
- Nº 29 Km 31+780, vista de la vía hacia Juliaca donde se aprecia aguas provenientes de la laguna Colorada.
- Nº 30 Km 32+000, se observa el pavimento de concreto y la napa freática superficial.
- Nº 31 Km 35+200, vista de la vía hacia Lampa.

- Nº 32 Km 35+200, vista de la vía hacia Cara Cara, sobre suelos aluviales y depósitos de la Formación Azángaro.
- Nº 33 Km 37+200, vista hacia Lampa. Se observa el desarrollo de la vía sobre rocas areniscas de la Formación Lampa, cubierta mayormente por suelos coluviales.
- Nº 34 Km 37+650, se observa baches profundos de la superficie de rodadura.
- Nº 35 Km 38+000, corte sobre rocas areniscas plegadas (anticlinal) de la Form. Lampa.
- Nº 36 Km 38+400, la vía se desarrolla sobre rocas lutáceas. Los taludes inferiores son inestables.
- Nº 37 Km 38+590, baches transversales a la vía y falla en talud inferior.
- Nº 38 Km 39+030, zona muy disturbada y fallada. El talud inferior se presenta inestable.
- Nº 39 Km 40+260, deslizamiento en suelos areno arcillosos muy saturados. Zona de contacto geológico entre las Formaciones Mitu y Ambo.
- Nº 40 Km 40+260, suelos muy saturados y falta de drenaje en la zona del deslizamiento.
- Nº 41 Otra vista de deslizamiento y derrumbes, km 40+260.
- Nº 42 Km 41+500, baches y cárcavas en la vía. El talud inferior es ligeramente inestable.
- Nº 43 Km 41+500, vista de la vía hacia Lampa, desarrollada sobre rocas de las Formaciones Ambo, Mitu e Iscay.
- Nº 44 Km 41+430, vía muy deteriorada, zona de falla sobre rocas del Grupo Ambo.
- Nº 45 Km 41+800 de la vía hacia Lampa, sobre rocas de la Formación Mitu.
- Nº 46 Cantera Unocolla 2000, a lo largo de la ribera del río Juliaca, a 2 km del Puente Unocolla.
- Nº 47 Otra vista de la cantera Unocolla 2000.
- Nº 48 Cantera Unocolla 700, en la confluencia de los ríos Cabanillas y Lampa, 700 m aguas arriba del Puente Unocolla.
- Nº 49 Cantera Maravillas.
- Nº 50 Cantera Pucará.

# **ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO Y**

## **DE FUENTES DE AGUA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El presente estudio da a conocer las características geológicas y geotécnicas de los suelos y canteras así como las físico - químicas de las fuentes de agua para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Lampa - Juliaca.

En vista que un primer tramo de esta carretera hasta el km 8+000 desde la ciudad de Juliaca se halla construida, el MTC amplió el estudio al tramo Lampa Qda. Metara, siguiendo la trocha Lampa - Cara Cara - Pucará.

El presente informe contiene la caracterización y los resultados de la evaluación geomorfológica, de los fenómenos de geodinámica externa y geotécnica a lo largo del trazo de la carretera Juliaca (Km 8+000) Lampa - Qda. Metara; y de las canteras y fuentes de agua que se aprovecharán para la rehabilitación y mejoramiento de dicha carretera.

En los tramos donde ocurren o pueden ocurrir fenómenos de geodinámica externa (deslizamientos, derrumbes, socavación, etc.) se ha efectuado estudios geológicos y geotécnicos para determinar los tratamientos.

Los resultados de la evaluación realizada serán el soporte de los diseños de las obras y de las especificaciones técnicas para su construcción.

### **2. OBJETO DEL ESTUDIO**

El objeto principal del estudio es definir las características geológicas y geotécnicas del terreno de cimentación de la carretera y trocha existentes, con

el propósito de efectuar el diseño estructural del pavimento; asimismo definir la ubicación, calidad y volumen aprovechable de los materiales de canteras para su utilización en el pavimento y en las obras de arte.

Otros objetivos del estudio fueron evaluar las zonas afectadas por fenómenos de geodinámica externa y su implicancia en la vía, y evaluar el tipo de material de corte para su utilización en las obras o para su traslado a los botaderos.

### **3. METODOLOGIA**

El desarrollo del estudio se planteó en cuatro etapas, cuyas características se describe a continuación:

#### **3.1 Etapa de reconocimiento**

Se efectuó en dos partes: una primera de reconocimiento ingeniero - geológico general de la carretera existente Juliaca - Lampa, donde además se comprobó la existencia de un subtramo recientemente asfaltado y otro, hasta el km 8+000, en pleno proceso de asfaltado.

Esta situación llevó a modificar el tramo de estudio, inicialmente planteado de Juliaca a Lampa con una longitud real de 33+200 km de plaza a plaza de ambas ciudades, desde la progresiva 8+000 hasta la Qda. Metara con la progresiva 41+831. con una longitud de 33+831 km.

Con posterioridad a esta decisión del MTC, se efectuó el reconocimiento ingeniero - geológico de la trocha Lampa - Qda. Metara.

#### **3.2 Etapa de gabinete 1**

En forma paralela y tras el doble trabajo de reconocimiento de campo se efectuó la primera etapa de gabinete, que comprendió:

- Recopilación y evaluación de la información geológica y geotécnica existente en el ámbito del proyecto, a lo largo de la carretera Juliaca - Lampa - Qda. Metara.
- Foto interpretación geológica de la franja entre Juliaca - Lampa - Qda. Metara, con uso de fotografías aéreas S.A.N. (Servicio Aerofotográfico Nacional) a escalas 1:25,000 y 1:50,000.
- Identificación de áreas afectadas por fenómenos de geodinámica externa.
- Confección de planos base geológicos y geomorfológicos escala 1:25,000 para conocer la naturaleza de la formación de los suelos y los rasgos geológicos (litológicos, morfológicos y estructurales), para facilitar la programación de las investigaciones y una mejor interpretación de los resultados.
- Programación del trabajo de campo del levantamiento geológico y geotécnico; de la exploración de suelos; de la ubicación de canteras; de la ubicación de calicatas y definición de número de muestras; de la ubicación de fuentes de agua; etc.

### **3.3 Etapa de campo**

- Levantamiento geológico y geotécnico de la franja de la carretera, áreas de préstamo y de zonas afectadas por fenómenos de geodinámica externa.
- Identificación de los problemas de estabilidad de taludes
- Inventario litomorfoestructural de la superestructura e infraestructura a lo largo de la vía, sobre el trazo proyectado y monumentado en el terreno, mediante la excavación de calicatas a cielo abierto.
- Excavación de calicatas en zonas de canteras.
- Recolección de muestras alteradas de calicatas en la vía, canteras y zonas críticas.
- Descripción de los perfiles estratigráficos de las excavaciones y ejecución de ensayos in situ (densidad).
- Identificación de secciones de ríos y recolección de muestras de agua.

### **3.4 Etapa de gabinete 2**

- Ajuste de los resultados obtenidos en la etapa de gabinete 1, con las observaciones y datos de campo.
- Confección de los perfiles geológicos y geotécnicos longitudinales de la vía.
- Ejecución de análisis de laboratorio de las muestras de suelo y roca extraídas en la exploración de campo.
- Confección del perfil estratigráfico de suelos a lo largo de la vía.
- Revelado de fotografías y descripción de cada una.
- Evaluación geológica y geotécnica de los resultados.
- Caracterización de la cimentación, canteras y fuentes de agua.
- Preparación y redacción del informe final.

## **4. ESTUDIOS EXISTENTES**

Se ha recolectado, clasificado, evaluado y analizado la información geológica y geotécnica de los estudios realizados en la zona del proyecto, que a continuación se enumera:

1. Estudio definitivo de la carretera Juliaca - Lampa - Cara Cara, efectuado en 1983 por Asesores Técnicos Asociados S.A. para la Corporación de Fomento y Promoción Social y Económico de Puno, CORPUNO.

El informe comprende cuatro volúmenes sobre: I Aspectos de Ingeniería, II Documentos de licitación, III Planos, y IV Anexos. Presenta planos topográficos del nuevo trazo y perfil a escala 1/2,000, secciones transversales, puentes y obras de arte. En el volumen IV Anexos presenta los estudios socioeconómicos, de tránsito, sistema de transporte, hidrológico y los resultados de mecánica de suelos.

2. Expediente técnico del Proyecto Conservación y Rehabilitación de las carreteras Juliaca - Lampa - Palca (km 0+000 al 66+000) y Lampa - Cara

Cara (km 0+000 al 17+000), efectuado en 1995 por la Dirección Departamental de Caminos de Puno, para el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

3. Expediente técnico del Proyecto Asfaltado de la Carretera Juliaca - Lampa (km 3+900 al 5+300), efectuado en 1997 por el Batallón de Ingeniería de Combate "Tte. Crl. La Rosa N° 4", para el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
4. Expediente técnico del Proyecto Asfaltado de la Carretera Juliaca - Lampa (km 5+300 al 8+000), ejecutado en 1998 por el Batallón de Ingeniería de Combate "Tte. Crl. La Rosa N° 4", para el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
5. Boletín N° 42 del INGEMET sobre Geología de la Cordillera Occidental al Oeste del Lago Titicaca, con planos a escala 1:100,000. Además la carta nacional escala 1:100,000 del IGN.

En el proceso del estudio, cuando se encontró que las canteras a lo largo de la carretera Juliaca - Lampa - Cara Cara no resultaban totalmente competentes para diseñar la carpeta asfáltica del Proyecto, la revisión y análisis de la información geotécnica existente se amplió a un mayor ámbito, obteniéndose y revisando los estudios de canteras contenidos en los siguientes informes:

6. Estudio Definitivo de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Juliaca - Pucará, km 0+000 al 60+625, publicado en 1994 por la Consultora VOLCÁN S.A., elaborado para el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
7. Estudio de Ingeniería para la Carretera Arequipa - Juliaca, Tramo Santo Lucía - Juliaca, km 265+000 al 323+100, publicado en 1994 por el Consultor Raúl Sánchez Salas, elaborado para el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

8. Estudio Definitivo de Ingeniería para la Rehabilitación de la Carretera Juliaca - Puno - Desaguadero, Tramo Juliaca - Ilave, publicado en 1995 por LAGESA - ALPHA CONSULT S.A., elaborado para el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

## **5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS**

La vía en estudio se ubica en la región del Altiplano o meseta del Collao que presenta una superficie predominantemente plana, con cerros en su mayoría de escasa altura, formando lomadas de pendientes baja a moderadas, con altitudes que varían entre los 3,820 (Juliaca) a 4,100 msnm (Cara Cara).

Los procesos geomórficos que han intervenido en esta modelación fisiográfica han sido los factores de erosión glacial, fluvial y la meteorización físico - química.

### **5.1 Pampas**

Entre Juliaca y Lampa se presenta una vasta depresión tectónica rellena por depósitos lacustres y aluviales, que originan las extensas pampas como la de Tacamani,

En esta unidad geomorfológica se ubica sectores depresionados (inundados por las aguas de precipitación y afloramientos de la napa freática). Está disectada por el río Lampa de recorrido meándrico y quebradas secundarias, que ha originado terrazas aluviales donde el paso de la vía por las zonas inundables requirió el levantamiento de la rasante actual de la vía respecto al terreno natural así como la construcción de obras de drenaje.



## **5.2 Valle del río Lampa**

Dentro del ámbito del proyecto materia del estudio, esta unidad se localiza entre el puente Unocolla en el km 8+000 de la vía y la ciudad de Lampa. Pertenece al curso inferior del valle del río. Se caracteriza por presentar un perfil transversal en "U" donde la pendiente es escasa, que origina grandes y pronunciados meandros que se acercan a la margen izquierda de la carretera Lampa - Juliaca, que causan procesos de geodinámica externa como socavación y erosión de riberas, derrumbes y desbordes, por lo que en la vía actual se han construido muros de contención.

## **5.3 Cadenas de cerros con valles y quebradas menores**

En los alrededores de las extensas pampas altiplánicas se observa cadenas de cerros, ubicadas entre Lampa y la quebrada Metara, con rumbo promedio NO-SE, con altitudes entre los 4,000 y 4,100 msnm.

La cadena de cerros se caracteriza por presentar pequeños valles, poco profundos y limitados entre cerros de formas alargadas y redondeadas en las cimas, con laderas de pendientes moderada a fuerte, donde la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa son de regular magnitud y por lo general afecta a los depósitos recientes.

## **6. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS REGIONALES**

En el área atravesada por la carretera Lampa - Juliaca se observa formaciones geológicas cuyas edades fluctúan desde el Devónico hasta el Cuaternario Reciente.

La secuencia estratigráfica de las rocas encontradas, desde la más antigua a la más reciente, es la siguiente:

## **6.1 Formación Chagurapi (SD-ch)**

Está formada por lutitas, lutitas areniscosas nodulares, areniscas limolíticas y fangolíticas, en capas y estratos delgados.

La naturaleza muy delgada de la estratificación combinada con una litología lutácea da a las colinas formas redondeadas y poca expresión fotogeológica.

La litología dominante en el área tipo, consiste principalmente de capas delgadas, laminadas, de limolita micácea con finas intercalaciones de areniscas limolíticas y rocas fangolíticas. Son comunes los nódulos de limolita de grano muy fino.

En la región norte del lago Arapa predominan lutitas negras de grano fino, finamente laminadas que presentan nódulos sideríticos bandeados en forma concéntrica de 30 cm de diámetro. En las rocas fangolíticas nodulares se hallan presentes materiales que gradan a limo.

Esta formación aflora muy localmente entre los km 23+000 al 25+700.

## **6.2 Formación Lampa (D-la)**

Está formada por areniscas sobre limolitas, en estratos delgados y con laminación paralela. Deriva su nombre del pueblo de Lampa y su mejor exposición de su secuencia es en el corte de la carretera Pucará - Lampa, en el valle de la Quebrada Metara.

Esta formación soporta una cobertura constituida por vegetación de maleza y arbustos bajos llamados Queñua. El contacto con la unidad subyacente, la formación Chagurapi, es transicional.

Según Bouma, en esta formación se encuentra:

### BOUMA A:

Consiste de areniscas con estratificación gradada; las areniscas ocurren en capas entre 12 y 60 cm de grosor; sus bases son distintas y erosivas; a veces muestran estructuras de compactación; se compone de areniscas cuarcífera limolítica en la que la muscovita tiene un pronunciado paralelismo con la estratificación, siendo el sorteo usualmente pobre.

### BOUMA B:

Esta unidad consiste de areniscas con laminación paralela. En la formación Lampa, la litología es una arenisca limosa con una laminación a escala centimétrica, que forma capas de más de 70 cm de grosor. En sección delgada se aprecia la angularidad de los granos de cuarzo y también el paralelismo de la fábrica deposicional impartida por la muscovita orientada y por los granos de cuarzo elongados; la laminación resultante imparte una fisilidad a la roca.

### BOUMA C:

Se caracteriza por areniscas con laminación cruzada de ondulaciones de corriente. En el área de afloramiento de la quebrada Metara, las ondulaciones presentan poca sinuosidad en las crestas, son comunes los icnofósiles, especialmente Granularia sp, y Nerites sp.

Aflora entre los km: 8+000 al 9+380; 10+500 al 10+680; 30+980 al 31+600; 37+000 al 38+000; y en la quebrada Metara.

## **6.3 Grupo Ambo (M-a)**

Está compuesta por arenitas cuarcíferas, en pequeñas escarpas, areniscas arcósicas, limolitas y fangolitas en estratificación cruzada. En la sección tipo, proveniente del pueblo de Ambo en el Perú Central, el grosor total de la

secuencia fue medido en 825 m, consistiendo esencialmente en areniscas cuarcíticas con intercalaciones de lutitas negras. Se hallan presentes niveles de conglomerados delgados y unidades con estratificación cruzada, habiéndose encontrado plantas fósiles. La parte superior del grupo está caracterizada por tobas.

En el área del proyecto, el grupo Ambo puede ser identificado sobre las fotografías aéreas por la presencia de una unidad basal de arenisca cuarcítica que sobresale por su tono blanquecino, formando pequeñas escarpas; no se encuentran tobas.

En el Abra de Lampa se tiene una sección accesible donde se observa una secuencia cíclica de areniscas arcósicas, limolitas y fangolitas. Las capas de limolita verdosa contienen una flora pobremente preservada con fragmentos de plantas. La parte basal de la secuencia es de grano grueso con areniscas arcósicas sorteadas. Estas areniscas gradualmente dan paso a una secuencia cíclica de areniscas arcósicas, limolitas fangolitas. Las areniscas tienen estratificación cruzada y en la base son erosivas en la unidad fangolítica subyacente, estando presentes clastos desgarrados.

Aflora en los kms: 11+120 al 11+240; 11+860 al 12+400; y 38+000 al 41+831.

#### **6.4 Grupo Mitu**

El nombre de grupo Mitu ha sido restringido a la secuencia sedimentaria, habiéndose retenido su nombre por razones históricas, mientras que el nombre de grupo Iscay se adoptó para la secuencia volcánico - volcanoclástica.

Aflora como una faja estrecha de rumbo NO caracterizada por fallas de rumbo, especialmente en la sección entre Lampa y el Abra de Lampa.

Las litologías más típicas son areniscas arcósicas a subarcósicas de grano fino a medio así como grauwacas, ocurren en capas de 30 cm de grosor con una laminación fina (5 mm) estando intercaladas con limolitas abigarradas rojas a verdes mostrando una facies muy pobre. Las areniscas pueden presentar estructuras de sobrecarga dentro de las unidades de fangolitas subyacentes. DAMAYRAC et al, (1977) y LAUBACHER (1978), consideran que el grupo se ha depositado en hondonadas longitudinales con una orientación NO - SE controladas por movimientos en bloques.

Aflora en la progresiva: 13+580 al 13+840.

## **6.5 Grupo Iscay**

El grupo deriva su nombre del cerro Iscay (Pucará), donde se observa pequeños afloramientos delimitados por fallas, en la sección Lampa - Abra de Lampa.

El contacto basal con el grupo Mitu, es una superficie de erosión ya que los clastos de areniscas abigarradas típicas del mitu están incluidas en las brechas basales del grupo Iscay.

El grupo Iscay puede ser dividido en dos litologías principales: una secuencia inferior de flujos de lava que produce un tono pálido y trazas de capamiento espaciado estrechamente sobre las fotografías aéreas, y una unidad superior tobáceas que ocasiona tonos más pálidos, intemperiza formando pináculos y trazas de estratificación fina y está cubierta por una vegetación espesa.

La parte basal de la secuencia está expuesta en la Hacienda Chañocahua donde brechas y tufitas descansan sobre areniscas del grupo Mitu. Areniscas arcósicas líticas predominan con granos angulosos de cuarzo y feldespato en una matriz de limolita. Los fragmentos líticos son felsíticos. Las areniscas están intercaladas con brechas volcánicas y arenitas tobáceas con capamiento sobre una escala de 10 a 20 cm. Las lavas fueron erupcionadas probablemente como traquiandesitas y andesitas.

Sobre las lavas existe una secuencia de rocas piroclásticas en la cual predomina las tobas de cristales. Los tufos están finamente estratificados y tienen un aspecto lajoso en los afloramientos.

Aflora entre el km 38+000 al 39+000.

## **6.6 Formación Azángaro**

La formación Azángaro fue descrita originalmente por NEWELL (1949) como "depósitos lacustres del río Azángaro".

Esta formación aflora en muchos lugares del altiplano. La superficie superior de la formación constituye planicies sobre aproximadamente los 3,900 msnm, cuyas pendientes bajan gradualmente a 3,850 msnm.

La sección expuesta en la cantera Cerro Puruntane es más conglomerádica; unidades de arena con estratificación cruzada se intercalan con conglomerados de poca matriz; los cantos exceden 10 cm de diámetro y se observan cóncavas.

El ambiente de deposición para la formación Azángaro fue principalmente lacustrino, con márgenes fluviales.

La formación Azángaro está superpuesta por depósitos fluvio-glaciares y se le ha determinado una edad Plio - Pleistocénica.

Se cortan estos materiales en las progresivas del km 28+900 al 29+200 y entre el km 31+600 al 36+000.

## **6.7 Depósitos Cuaternarios**

### **a. Depósitos fluvioglaciales**

Litológicamente están formados por gravas gruesas y algunas arenas pobremente estratificadas, moderadamente clasificados.

Debido a que los materiales gruesos de los sedimentos aluviales están preservados como terrazas en algunos sectores, sugiere que fueron depositados por derretimiento de agua acompañando al retroceso glaciar, pero como no han sido diferenciados en los mapas geológicos han sido relevados como aluviales.

### **b. Depósitos lacustres**

Están formados por arenas, limos y arcillas poco consolidados; se observa en los alrededores de las lagunas Colorada, Pinchinchuan y Chacas.

En muchas áreas la Formación Azángaro y los depósitos Lacustrinos más recientes son difíciles de diferenciar, aún cuando la unidad más antigua forme distintas áreas de pampas.

Estos depósitos se encuentran entre el km 31+600 al 37+000.

### **c. Depósitos Aluviales**

Están constituidos por arcillas y limos, arenas y gravas no consolidadas depositadas por la corriente de ríos, flujos de agua y corrientes laminares; todas incluyen sedimentos fluviales y coluviales. También por cantos rodados y gravas (escasas boloneras) de formas redondeadas y subredondeadas, poligénicas.

Las llanuras aluviales del altiplano están formadas predominantemente por arenas bien clasificadas, derivadas en parte de los reabajamientos de depósitos lacustrinos antiguos.

En las zonas altas muchos depósitos provienen del reabajamiento de los materiales de las morrenas y de fluvioglaciares, inconsolidados, que han rellenado muchos de los valles.

Son los depósitos cuaternarios de mayor predominancia en el área de estudio; se encuentra principalmente entre los kms 11+000 al 12+500, del 14+000 al 23+000 y del km 25+800 al 28+900.

#### **d. Depósitos Coluviales**

Se denomina así a las acumulaciones de talud y materiales de laderas que se han originado por procesos de intemperismo y acción de la gravedad, constituidos por fragmentos de tamaño variado y angulosos.

Se encuentra en los cortes realizados a lo largo de la carretera.

#### **e. Depósitos Residuales**

Son los que se forman en el mismo lugar en que se encuentran; éstos constituyen suelos finos orgánicos donde crece la vegetación.

#### **f. Depósitos de Bofedales**

Formados por arcillas y limos orgánicos en áreas depresionadas donde se acumula aguajales, predominantemente en las zonas de pampas, muy común a lo largo de la carretera.

Se encuentra entre el km 31+000 y 37+000 y del km 30+300 al 30+800.



## **7. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS ESTRUCTURALES**

La zona de estudio ha sufrido una fuerte actividad tectónica cuyos fenómenos han modificado la forma y estructura de la superficie original.

Los procesos orogénicos han ocasionado plegamientos y fallamientos regionales, produciendo fallas y pliegues secundarios, que se observa a lo largo de los cortes de talud de la carretera actual.

Entre el km 8+000 y la ciudad de Lampa, las fallas y los pliegues son de pequeña magnitud, mientras que las estructuras encontradas entre Lampa y la quebrada Metara, los plegamientos, fallamientos y fracturamientos son muy intensos.

## **8. ESTUDIO GEOTÉCNICO**

### **8.1 Características geotécnicas superficiales del trazo**

En esta sección se presenta las características geotécnicas superficiales a lo largo del trazo de la carretera existente, desde el km 8+000 hasta la ciudad de Lampa y de ésta hasta la quebrada Metara (km 41+831), con una longitud total aproximada de 34 km.

La carretera discurre por varias zonas geomorfológicas, cuyas altitudes van desde los 3,820 a más de 4,100 msnm. En el primer tramo del km 8+000 hasta Lampa, se atraviesa zonas mayormente de relieve suave (pampas) y sectores aislados de relieve accidentado. En el segundo tramo entre la ciudad de Lampa hasta la quebrada Metara, la vía se desarrolla en forma ascendente, con curvas muy cerradas y generalmente cortando afloramientos rocosos.

Desde Juliaca hasta el km 8+000 la carretera está asfaltada; luego continúa afirmada hasta Lampa; de ésta hacia la Qda. Metara, y más adelante, es una

trocha afirmada.

El ancho del terraplén hasta Lampa es generalmente de 11 a 12 m; entre Lampa y la Qda. Metara es de 5 a 6 m.

Se presenta a continuación la descripción geológica y geotécnica del eje del trazo monumentado en el terreno, habiéndose subdividido la explicación en dos tramos de acuerdo a la clase de carretera y cada uno en varios sub-tramos según las características ingeniero geológicas encontradas.

#### **a. Tramo km 8+000 (Cerro Unocolla) hasta Lampa (km 34+000)**

El primer tramo comprende los primeros 26 kilómetros de la carretera afirmada. La vía se desarrolla aproximadamente paralela al curso meándrico del río Lampa, en algunos sectores pegado al borde de la margen izquierda en el sentido hacia Lampa.

##### **Sub-tramo km 8+000 al 8+200 (200 m)**

La vía en este 1º sub-tramo se emplaza a media ladera sobre afloramientos de rocas areniscas, gris claro a verdosas, de grano fino con intercalaciones de limolitas sericíticos, en estratos finos a gruesos, muy fracturados y fallados. Se observa también estratificación cruzada. Los estratos buzan contra la pendiente (N 15°W - 18° NE). Se observa escasa cobertura coluvial, con fragmentos angulosos de 20 a 30 cm de diámetro. La altura del talud de corte ubicada en la margen izquierda es de 8 a 12 m con 58° de inclinación. El talud natural presenta una inclinación de 30 a 60° y hasta 90° en las partes altas. Los afloramientos en esta zona actualmente son utilizados en forma inadecuada como material de construcción, desestabilizando así y a largo plazo la margen izquierda del río Juliaca. Hasta el km 8+170 la roca se encuentra muy fracturada, con zonas potenciales de derrumbes de bloques sueltos. No hay cunetas.

### **Sub-tramo km 8+200 al 8+920 (720 m)**

La vía en el 2º sub-tramo se desarrolla mediante un terraplén de 1 a 1.3 m de altura sobre depósitos aluviales constituidos por arenas limo arcillosas, ligeramente húmedas. La pendiente del terreno es muy suave a llano. En la margen izquierda los cerros de pendiente moderada se encuentran retirados 30 a 140 m. En el km 8+900, margen derecha, se ubica el colegio Unocolla.

### **Sub-tramo km 8+920 al 9+380 (460 m)**

El 3º sub-tramo se emplaza a media ladera sobre rocas areniscas, gris y marrón rojizos, en estratos medianos, con buzamiento contra el talud de 40° SW, regularmente fracturados y con escasa cobertura coluvial. El terreno natural presenta pendientes suaves a moderadas (de 20° a 40°) y el talud de corte (margen izquierda) tiene 3 a 7 m de altura, con inclinación de 30° a 70°. Los taludes se presentan generalmente estables; se recomienda refinar los taludes ubicados entre el km 9+000 y 9+200, y efectuar la limpieza de la cuneta lateral. La carretera muestra encalaminamiento moderado. En los últimos 100 m la carretera se emplaza sobre lomadas de igual litología con cortes de 1 a 3 m de altura.

### **Sub-tramo km 9+380 al 10+040 (660 m)**

En el 4º sub-tramo la vía se emplaza sobre terrenos llanos (ambos lados) formados por depósitos aluviales de 1 a 2 m de espesor, que cubren rocas areniscas y limolitas, regular a muy fracturadas. El terreno natural presenta pendientes suaves a llanas. El terraplén en ambas márgenes tiene de 1 a 3 m de altura. En la margen derecha se ubica la cantera Acurrumi, de aproximadamente 40,000 m³, formada por afloramientos de areniscas y limolitas muy fracturados. No se observa problemas de estabilidad de taludes.

### **Sub-tramo km 10+040 al 10+500 (460 m)**

El siguiente sub-tramo está formado por depósitos aluviales y coluviales, constituidos por arenas limosas y cantos angulosos. El terreno presenta pendientes muy suaves a llanos. Los cerros se encuentran retirados de 550 a 80 m de la margen derecha. No se observa problemas de estabilidad de taludes. La carretera en este sub-tramo presenta baches y fuerte encalaminamiento.

### **Sub-tramo km 10+500 al 10+680 (180 m)**

En el 6º sub-tramo la vía se emplaza en corte cerrado, sobre rocas areniscas, color gris verdoso a violáceas, muy compactas, con intercalaciones de pizarras y limolitas sericíticas, regularmente fracturadas y ligeramente plegadas, en estratos delgados a gruesos, muy resistentes, con buzamientos sub horizontales. El terreno natural presenta pendientes moderadas a fuertes; el talud de corte es de 5 a 15 m de altura, con ángulos casi verticales. En algunos sectores, por el fuerte fracturamiento y fallamiento de las rocas y fuerte pendiente, se produce caídas de bloques sueltos, que debe tratarse. En la margen derecha del km 10+580, se ubica una falla que desestabiliza el talud casi vertical en un ancho de 5 a 15 m de altura; se recomienda desquinchar y tender el talud a 3:1. Los afloramientos de esta zona y alrededores son utilizados como canteras; puede utilizarse como área de préstamo para el proyecto previa verificación de la calidad de los materiales.

### **Sub-tramo km 10+680 al 10+750 (70 m)**

En el 7º sub-tramo, la carretera se desarrolla a media ladera, sobre rocas areniscas, gris claro a verdoso, muy compactos, cubiertos parcialmente por depósitos coluviales de escaso espesor. Los terrenos presentan relieves suaves a moderados, con taludes de corte en la margen derecha de 2 a 5 m de altura; en la margen izquierda la altura del terraplén es de 3

a 4 m. No se presenta problemas de estabilidad de taludes importantes. A la altura del km 10+700, en el lecho del río Lampa, en la margen izquierda se ubica una cantera a unos 50 m de la vía, donde se puede obtener agregados para concreto, previa verificación de su aptitud geotécnica.

#### **Sub-tramo km 10+750 al 11+120 (370 m)**

En el 8º sub-tramo la vía se emplaza sobre suelos aluviales mediante un terraplén de 2 a 3 m de altura; el río se acerca hacia la margen izquierda en el km 11+000 y deposita sus materiales de acarreo entre el km 10+700 al 10+840. El terreno natural es llano.

#### **Sub-tramo km 11+120 al 11+240 (120 m)**

En el 9º sub-tramo la vía se desarrolla sobre rocas arenisca con buzamiento subhorizontales, regularmente fracturados, con escasa cobertura coluvial. La pendiente del terreno natural es de suave a moderada; el talud de corte en la margen derecha es de 5 a 7 m de altura con inclinaciones casi verticales. El talud inferior en la margen izquierda tiene 2 a 5 m de altura y colinda con el curso meándrico del río Lampa, especialmente entre el km 11+020 al 11+180. Los taludes superiores se presentan estables; los taludes inferiores presentan procesos de socavación potencial.

#### **Sub-tramo km 11+240 al km 11+860 (620 m)**

El 10º sub-tramo de la carretera Juliaca (km 8+000) - Lampa; se caracteriza por estar constituido por un terraplén de 1 a 4 m de altura, con abundantes baches, se emplaza sobre terrenos llanos formados por depósitos aluviales. En la zona de entrada de la alcantarilla ubicada en el km 11+785, se observa erosión de plataforma recomendándose construir

aleros. En los 30 m finales del tramo se observa estratos arenosos compactos con taludes de corte de 1 m de altura.

#### **Sub-tramo km 11+860 al km 12+400 (540 m)**

La carretera en el 11º sub-tramo se emplaza sobre rocas areniscas, lutitas y limolitas gris blanquecino a marrón claro, en estratos delgados a medianos (de 10 a 50 cm de espesor), muy fracturados, cuyo rumbo y buzamiento es de N 7° E y 35° al EN. La pendiente del terreno es moderada a escarpada, con talud de corte en la margen derecha de 4 a 5 m de altura e inclinaciones casi verticales. Entre el km 12+100 al 12+400, el río se acerca a la margen izquierda con un talud inferior de 3 a 6 m de altura; entre el km 12+180 al 12+320, se observa problemas de socavación y desborde de ribera potencial. Entre el km 12+180 y 12+320 se ubica un corte cerrado de 3 a 5 m de altura; dicho corte continúa solo en la margen derecha hasta el 12+400, con un talud sobre arenas compactas de 1 a 2 m de altura. En el km 12+328 se observa erosión de la plataforma en la cuneta derecha y en la salida de la alcantarilla. En las partes altas del talud superior se observa cárcavas lineales de 1 a 3 m de altura y de 1 a 3 m de ancho.

#### **Sub-tramo km 12+400 al 13+110 (710 m)**

En el 12º sub-tramo el terraplén de la carretera de 1 a 2 m altura, se emplaza sobre terrenos llanos formados por depósitos aluviales, muy húmedos. En la zona de salida de la alcantarilla del km 12+766 hay erosión de la plataforma; en la alcantarilla del km 12+912 se requieren aleros.

#### **Sub-tramo km 13+110 al 13+209 (99 m)**

El 13º sub-tramo de la vía se emplaza en la margen derecha sobre depósitos coluviales que cubren rocas areniscas muy fracturadas, al pie

de las faldas de los cerros; en la margen izquierda los suelos son aluviales. En la margen derecha existen taludes de corte de 1 a 3 m de altura; en la margen izquierda se observa pampas de gran extensión.

#### **Sub-tramo km 13+209 al 13+580 (371 m)**

Las características litomorfo estructurales del 14º sub-tramo son semejantes a las del subtramo km 12+400 al 13+110.

#### **Sub-tramo km 13+580 al 13+840 (260 m)**

El 15º sub-tramo se caracteriza por encontrarse en un corte cerrado en suelos aluviales, areno arcillosos y gravo arenoso, con cárcavas lineales en taludes de corte formando oquedades profundas de hasta 0.60 m. En los últimos 60 m del sub-tramo, los depósitos cubren rocas areniscas levemente plegados con micro pliegues y micro fallas. La pendiente es moderada a suave, con taludes de corte de 3 a 5 m de altura e inclinaciones casi verticales. Se debe refinar los taludes y tender a 2:1, con berma interior de 1 m para evitar la colmatación de las cunetas.

#### **Sub-tramo km 13+840 al 13+960 (120 m)**

Este 16º sub-tramo de la carretera cruza el río Chula mediante 3 alcantarillas de 1.50 m de diámetro ubicadas aproximadamente en el km 13+920, en la zona de Pucachupa. La pendiente es muy suave a llana. Los suelos se encuentran muy saturados formando bofedales en ambas márgenes; en la margen derecha el río se encuentra estancado.

#### **Sub-tramo km 13+960 al 14+090 (130 m)**

En el 17º sub-tramo, la carretera atraviesa depósitos aluviales, formado por arenas compactas en terrenos llanos y en cortes cerrados de pequeñas lomadas. Está constituido por un terraplén de 1 a 2 m de altura

y muy localmente en cortes de talud de hasta 1 m de altura. No se observa problemas de estabilidad de taludes.

#### **Sub-tramo km 14+090 al 23+000 (8,910 m)**

El 18º sub-tramo de la carretera, el de mayor longitud, pasa en terraplén de 1.30 a 2.5 m de altura; se emplaza sobre terrenos llanos formados por depósitos aluviales, arcillo limosos, húmedos a muy húmedos. En ambos lados de la vía se observa terrenos de cultivo (con papa, olluco, etc.). En el km 16+000 se presenta pequeños bofedales. En el km 22+880 se atraviesan depósitos coluviales de escaso espesor, con taludes de corte de 1 a 2 m (60 m longitud).

#### **Sub-tramo km 23+000 al 25+700 (2,700 m)**

El 19º sub-tramo de la vía, se emplaza sobre depósitos aluviales de 2 a 3 m de espesor que cubren a roca areniscas y volcánicas rojo granate. La pendiente longitudinal es suave; los taludes de corte de 1 a 2 m tienen inclinaciones casi verticales. En el km 24+305, a la salida de la alcantarilla, se observa erosión de la plataforma con pequeñas cárcavas finas lineales producidas por las aguas pluviales. Se requiere dar un peralte a la carpeta de rodadura. En el km 25+000 la vía se emplaza a media ladera, formada por una cobertura de tierra vegetal y suelos coluvio aluviales, con cantos y rodados de areniscas y roca volcánica, con taludes de corte, superior de 1 a 2 m de altura e inferior de 4 a 6 m de altura.

#### **Sub-tramo km 25+700 al 26+100 (400 m)**

El 20º sub-tramo de la carretera atraviesa depósitos aluviales. La pendiente es suave, con taludes de corte estables de 2 a 3 m de altura. En los 60 m finales se presentan suelos saturados y se observa erosión de plataforma con cárcavas en el relleno del terraplén gravo areno limoso.



### **Sub-tramo km 26+100 al 26+480 (380 m)**

El 21º sub-tramo de la carretera atraviesa depósitos coluviales de buen espesor que cubren a rocas areniscas y limolitas, muy fracturadas, en estratos muy finos a delgados. Los últimos 150 m se presenta en corte cerrado de 3 a 7 m de altura, con ángulos de inclinación casi verticales, donde se observa caídas de fragmentos sueltos hacia las cunetas laterales. La pendiente natural del terreno es moderada. El talud inferior colinda con la carretera antigua y el curso del río Lampa; con pendientes moderados a fuertes, donde se ubica una bocatoma y un canal del regadío.

### **Sub-tramo km 26+480 al 26+880 (400 m)**

En el 22º sub-tramo la vía se emplaza a media ladera formada por depósitos coluvio aluviales inestables constituidos por gravas areno arcillo limosos, con buen porcentaje de cantos angulosos y escasos bloques, muy húmedos y saturados localmente. La pendiente natural del terreno es moderada. El talud de corte superior tiene 1 a 6 m de altura y el inferior 3 a 7 m de altura. La margen izquierda colinda con el curso meándrico del río Lampa; presentando socavación potencial de los taludes inferiores. Los taludes son muy inestables. En los primeros 60 m se ha deteriorado las cunetas de concreto por deslizamiento y asentamientos de los terrenos. En los 140 m finales se producen derrumbes. En los primeros 60 m, se presentan suelos saturados; en la margen izquierda se observa erosión de la plataforma con cárcavas en el relleno del terraplén gravo arenoso.

### **Sub-tramo km 26+880 al 27+460 (580 m)**

El 23º sub-tramo de la carretera, atraviesa suelos coluvio aluviales, areno limosos con arcilita gris claro cenizo, muy húmedos y de fácil erosión fluvial que colmatan las cunetas laterales. Los terrenos presentan

pendientes suaves, con talud de corte de 1 a 6 m, afectados por cursos de aguas temporales. En la alcantarilla del km 27+016 es necesario obras de drenaje para evacuar las aguas, debiendo mejorarse las zonas de entrada y salida. La alcantarilla del km 27+367 requiere protección de la zona de entrada y salida; la plataforma presenta erosión lineal inicial. Los taludes se encuentran ligeramente inestables, por lo que se recomienda refinar y tender el talud a 3:1.

#### **Sub-tramo km 27+460 al 27+920 (460m)**

En el 24º sub-tramo, se presentan pequeños derrumbes en suelos aluviales areno limosos y estratos muy finos, de arcilita color cenizo a gris claro, de baja densidad y húmedos. Los taludes de corte son de 3 m a 8 m de altura. En el km 27+810 la alcantarilla está colmatada y entre el km 27+880 a 27+920 se presentan bofedales.

#### **Sub-tramo km 27+920 al 28+040 (120 m)**

El 25º sub-tramo de la carretera atraviesa suelos areno limosos y estratos finos de arcilita de color gris claro y gris cenizo, muy húmedos a saturados y de baja densidad. El terreno natural presenta pendientes de 10° a 15°, con taludes de corte de 1 a 3 m. Se observa derrumbes y pequeños asentamientos que deben ser corregidos.

#### **Sub-tramo km 28+040 al 29+500 (1,460 m)**

El 26º sub-tramo se presenta en terrenos llanos y ligeramente ondulados formados por suelos aluviales y depósitos de la Form. Azángaro. Los taludes de corte son de 2 a 4 m de altura que se presentan estables.

### **Sub-tramo Km 29+500 al 29+700 (200 m)**

La vía en el 27º sub-tramo se desarrolla a media ladera y en corte cerrado, con taludes de corte de 2 a 8 m, de hasta 12 m de altura. Está formada por estratos de arcilitas, areno arcillosos y areno limosos, pertenecientes a la Form. Azángaro, de consistencia media y muy frágiles. Las cunetas se encuentran colmatadas; los taludes requieren refino y construir bermas inferiores de 2 m.

### **Sub-tramo Km 29+700 al 30+280 (580 m)**

La vía en el 28º sub-tramo se desarrolla sobre un terraplén de 1.5 a 2.2 m de altura, en terrenos llanos formados por depósitos aluviales.

### **Sub-tramo Km 30+280 al 30+980 (700 m)**

En el 29º sub-tramo de la carretera, atraviesa suelos aluviales, muy húmedos y saturados, de densidad media. En la margen derecha, entre el km 30+280 al 30+685, se ubica la laguna Pinchichuane; el terraplén tiene 1.5 de altura. En la margen izquierda, entre el km 30+260 y 30+600, se ubica el río Lampa que se acerca al terraplén que tiene de 1.7 a 2.0 m de altura.

Entre el km 30+400 al 30+280, se observa socavación; el muro de albañilería de piedra y pirca (muro seco) muestra fallas en algunas secciones aisladas. El terraplén se encuentra en mal estado y con grietas; el muro y el terraplén se mueven al paso de los vehículos, principalmente en los primeros 100 m de este sub-tramo.

### **Sub-tramo Km 30+980 al 31+620 (640 m)**

La vía en el sub-tramo 31º se desarrolla a media ladera, con taludes de corte de 3 a 6 m; en los 200 m finales los cortes son de hasta 15 m de

alto; también se observa pequeños cortes cerrados donde el ancho de la carretera es de 14 a 16 m. El talud inferior de la vía de 2 a 6 m tiene hasta 12 m de altura. Está formada por rocas areniscas, en estratos delgados a medianos, regularmente fracturados, con cobertura coluvial de 2 a 4 m. Las rocas son de tipo III. En la margen derecha se recomienda refinar taludes de corte, con el fin de no colmatar las cunetas laterales. Se debe considerar bermas inferiores.

#### **Sub-tramo km 31+620 al 32+200 (580 m)**

El terraplén de 1.0 a 1.7 m del 32º sub-tramo se emplaza sobre depósitos aluviales de escaso a regular espesor que cubren materiales de la Form. Azángaro. Se ingresa a la ciudad de Lampa con rumbo N 70°W. El terreno es llano con ligeras depresiones y bofedales en los alrededores; se intercepta el dren que desagua la laguna Colorada con dirección hacia el río Lampa. La napa freática se presenta muy superficial.

#### **Sub-tramo km 32+200 a 33+500 (1,300 m)**

El 33º sub-tramo se emplaza sobre conglomerados gris oscuro, húmedo, con 20 % de cantos rodados, gravas redondeadas a subredondeadas, con una matriz arenosa. El terreno es llano y estable.

#### **Sub-tramo km 33+500 a 34+000 (500 m)**

El 34º y último sub-tramo se emplaza sobre depósitos aluviales de escaso espesor que cubre materiales de la Form. Azángaro, muy húmedos. Los terrenos son llanos, con hondonadas pronunciadas y con evidencias de grandes bofedales. Se recomienda levantar la subrasante, especialmente en los primeros 300 m.

**b. Tramo km 34+000 (Ciudad de Lampa) hasta km 41+831 (Qda. Metara)**

**Sub-tramo 34+000 al 34+750 (750 m)**

El 1º sub-tramo de la trocha se emplaza sobre depósitos aluviales que cubren a materiales de la Form. Azángaro, ligeramente húmedos. Los terrenos son llanos y ligeramente ondulados.

**Sub-tramo 34+750 al 36+000 (1,250 m)**

El 2º sub-tramo de la carretera se emplaza sobre suelos aluviales, horizontes de arena compacta y conglomerado gris claro de grava fina y arena, con escasa cobertura vegetal. Se desarrolla sobre terrenos llanos y ondulados, observándose lomadas (partes positivas) y hondonadas de lechos de lagunas secas, creando bajadas y subidas; en tramos muy cortos se presenta pequeños cortes cerrados de 1 a 4 m de altura. En las zonas bajas el talud del terraplén es de 0.6 a 1.2 m de altura. En los alrededores de las partes bajas hay bofedales que se convierten en lagunas en época de lluvias, causando erosión y asentamientos en la plataforma, dando forma a grandes baches en un tramo de 100 a 150 m.

Se recomienda subir 1.0 m la rasante y construir cada 50 m alcantarillas, entre el km 34+840 y 34+960, y del km 35+640 al 35+840, en cuyos alrededores se ubican pequeñas lagunas.

**Sub-tramo 36+000 al 36+450 (450 m)**

El 3º sub-tramo, se emplaza sobre suelos aluviales y depósitos de la formación Azángaro. Esta zona se encuentra en buen estado y se presenta estable. Los terrenos son llanos, tipo terrazas.

### **Sub-tramo km 36+450 al 36+950 (500 m)**

El 4º sub-tramo atraviesa una gran hondonada correspondiente al lecho de gran laguna en extinción, con bofedales y suelos muy saturados; la carretera pasa en terraplén, de regular a mal estado, de 0.7 a 1.3 m de altura, con cuatro (4) alcantarillas rústicas; dicho terraplén muestra grietas de hasta 7 mm en los bordes, con ligeros asentamientos. Se recomienda subir la rasante entre 0.6 a 1.0 m y construir más alcantarillas (por ejemplo cada 50 m).

### **Sub-tramo 36+950 al 37+220 (270 m)**

El 5º sub-tramo atraviesa depósitos aluviales que cubren a estratos de arena (TQ-az), conglomerados de grava gruesa y fina y matriz arenosa, húmedos. Los taludes de corte llegan hasta 1 m. La pendiente del terreno natural varía de 5 a 10º.

### **Sub-tramo 37+220 al 37+650 (430 m)**

El 6º sub-tramo atraviesa formaciones de arenisca de grano fino, con cobertura coluvial de 2 a 6 m de espesor; en sectores aislados los suelos son muy húmedos a saturados. En los alrededores se observa terrenos de cultivo y pequeños aguajales. Los taludes de los cortes son de 1 a 2 m de altura y la pendiente del terreno natural varía entre 10º a 30º.

### **Sub-tramo 37+650 al 37+940 (290 m)**

Al inicio del 7º sub-tramo se observa estratos de areniscas blanquecinas a marrón claro, de grano muy fino, tipo III según Bieniawski; también se observa en grandes masas sin estratificación definida. En algunos sectores las rocas están muy fracturadas y alteradas (rocas tipo IV). Los **taludes** superiores presentan cortes de 2 a 5 m de altura; los taludes inferiores 4 a 6 m.

### **Sub-tramo 37+940 al 37+980 (40 m)**

El 8º sub-tramo atraviesa rocas areniscas y lutitas que se encuentran plegadas formando estructuras anclinales y sinclinales que se observa en los cortes de la carretera.

### **Sub-tramo 37+980 al 38+400 (420 m)**

El 9º sub-tramo atraviesa roca arenisca, color marrón claro, en estratos medianos, intercaladas con areniscas y lutitas, color rojo ocre y gris verdoso. Localmente también se encuentra conglomerados de grava fina, rojo ocre, con buzamiento casi vertical y en contra pendiente (S 50º E80º SW). La cobertura coluvial y fluvio glacial presenta espesores muy variables y los afloramientos rocosos se encuentran muy plegados y fallados. Los taludes superiores presentan cortes de 3 a 6 m de altura y los taludes inferiores de 6 a 12 m. Se recomienda refinar los taludes, considerando ángulos de 2:1 para los suelos coluviales y fluvio glaciares, y 3:1 para los afloramientos rocosos.

### **Sub-tramo 38+400 al 39+050 (650 m)**

El 10º sub-tramo atraviesa afloramientos de areniscas tobácea, arenisca azulada, marga, pizarra, lutita celeste y gris azulado (muy friables y fisibles), que se encuentran de regular a muy fracturadas. La altura de los taludes de corte son de 1 a 3 m y los taludes inferiores de 2 a 3 m. La pendiente de los terrenos varía de 30 a 50º. Los taludes son ligeramente inestables, por lo cual se recomienda refinar y tender los taludes a 3:1.

### **Sub-tramo 39+050 al 39+330 (280 m)**

El 11º sub-tramo atraviesa toba porfirítica, con cristales de 8 mm, cubierta parcialmente por suelos coluviales de 6 a 15 m de espesor, compuestas mayormente por arenas y bloques de hasta 80 cm de diámetro. Los

taludes superiores presentan cortes de 1 a 4 m y los taludes inferiores 4 a 10 m de altura. El ancho de la carretera varía de 6 a 15 m.

#### **Sub-tramo 39+330 al 39+730 (450 m)**

El 12º sub-tramo atraviesa rocas de arenisca tobácea, areniscas modular en capas y estratos finos y toba porfirítica, tipo III según Bieniawski. Los taludes superiores presentan cortes de 3 a 6 m y los taludes inferiores de 3 a 12 m de altura.

#### **Sub-tramo 39+730 al 39+870 (140 m)**

El 13º sub-tramo atraviesa rocas arenisca con estratos medianos a delgados y tobas, y areniscas tobáceas con escasa cobertura coluvial. Los taludes superiores presentan cortes de 2 a 3 m y hasta 7 m, y los taludes inferiores de 3 a 5 m y hasta 9 m, con pirca y relleno coluvial. La pendiente de los terrenos varía de 20 a 30º.

#### **Sub-tramo 39+870 al 40+020 (150 m)**

El 14º sub-tramo atraviesa afloramientos de areniscas y marga, con suelos coluviales de 2 a 3 m de espesor. Los taludes superiores presentan cortes de 3 a 4 m y los taludes inferiores de 6 a 12 m de altura; en algunos casos se llega hasta 18 m.

#### **Sub-tramo 40+020 al 40+280 (260 m)**

El 15º sub-tramo atraviesa afloramientos de areniscas y conglomerados, con suelos coluviales de escaso espesor. Los taludes superiores presentan cortes de 1 a 3 m; los taludes inferiores de 2 a 5 m con pirca. La pendiente de los terrenos varía de 20 a 30º.



### **Sub-tramo 40+280 al 40+380 (100 m)**

El 16º sub-tramo atraviesa una zona con problemas drenaje, que en épocas de lluvias trae consigo deslizamientos. Actualmente se encuentra estabilizado. Está conformado por suelos coluviales, arena arcillosos, muy plásticos, de color rojo granate, de 3 a 6 m de espesor, muy húmedos, con taludes de 30 a 70º. Se recomienda construir alcantarillas con sistema de drenaje superficiales.

### **Sub-tramo 40+380 al 40+540 (160 m)**

El 17º sub-tramo atraviesa rocas lutáceas color gris violácea muy fracturadas y tobas deleznable; también areniscas en estratos muy delgados y conglomerado de arena gruesa, capas de arenisca gris blanquecina y marrón, tipo III según Bieniawski. La vía presenta abundantes baches. Se recomienda refinar los taludes a inclinaciones 3:1.

### **Sub-tramo 40+540 al 40+600 (60 m)**

El 18º sub-tramo atraviesa rocas areniscas y lutitas, color violácea y suelos coluviales color negro violáceo. Los taludes superiores presentan cortes de 1 a 6 m y los taludes inferiores de 4 a 12m de altura. La pendiente de los terrenos varía de 40 a 60º.

### **Sub-tramo 40+600 al 40+720 (120 m)**

El 19º sub-tramo atraviesa rocas arenisca gris azulado con escasa cobertura coluvial, con cárcavas profundas. La vía se encuentra en mal estado. Los taludes superiores presentan cortes de 3 a 4 m y los taludes inferiores de 4 a 8 m de altura, inestables, por lo que se recomienda correr el trazo unos 4 m hacia el cerro o efectuar rellenos inferiores con muros de contención. La pendiente de los terrenos varía de 20 a 30º.

### **Sub-tramo 40+720 al 41+130 (410 m)**

El 20º sub-tramo atraviesa rocas areniscas con cobertura coluvial, de color rojo ocre, granate y gris oscuro; también grandes bloques de roca intrusiva. La plataforma se encuentra en mal estado, con baches, cárcavas transversales y grietas en los bordes, con aberturas de 0.3 a 0.4 m. Los taludes inferiores son ligeramente inestables. Los taludes superiores presentan cortes de 1 a 5 m y los taludes inferiores de 3 a 7 m de altura. Se recomienda correr el trazo 1 a 3 m hacia el cerro o efectuar rellenos compactados con muros de sostenimiento.

### **Sub-tramo 41+130 al 41+580 (450 m)**

En el 21º sub-tramo se observa sectores de roca arenisca color marrón y gris rojizo verdoso, limolitas, lutitas, con regular a escasa cobertura aluvial, muy húmedos, en los que destaca:

- En el **km 41+480**, un deslizamiento de 120 m de longitud, con derrumbes y asentamientos. Actualmente se encuentra estabilizado pero en tiempo de lluvias es inestable. En este tramo se debe construir alcantarillas cada 30 m. Está formado por suelos coluvio - aluviales de color negro, muy húmedos a saturados, donde se observa cárcavas de erosión. Los taludes superiores presentan cortes de 2 a 3 m y los taludes inferiores de 8 a 15 m de altura.
- En el **km 41+230**, donde las rocas areniscas son de color rojo granate, tipo III, se presentan baches y cárcavas transversales. Los taludes inferiores son muy inestables.
- En el **km 41+330**, se atraviesa rocas arenisca y limolita en estratos finos que buzan contra pendiente.
- En el **km 41+380** se atraviesa rocas arenisca, limolita y lutita, de tipo de

IV a III, muy disturbadas tectónicamente; se presentan derrumbes; la plataforma está en mal estado; los taludes de corte superiores son de 3 a 5 m y los taludes inferiores de 4 a 6 m de altura. El ancho de la vía es de 5 a 6 m.

En el **km 41+430** se presentan cárcavas de erosión de 2 a 3 m de profundidad, 3 m de ancho y de gran longitud.

### **Sub-tramo 41+580 al 41+800**

En el 22º y último sub-tramo la trocha atraviesa rocas areniscas y lutitas, con cobertura coluvial de 2 a 3 m de espesor. Las rocas se presentan en estratos de 0.2 a 0.6 m. También se observan grandes bloques de roca intrusiva de hasta 20 m de altura. Los taludes superiores presentan cortes de 3 a 5 m y los taludes inferiores de 8 a 10 m de altura, inestables, para lo cual se recomienda correr el trazo 1 a 3 m hacia el cerro o efectuar rellenos con muros de contención. La pendiente de los terrenos varía de 30 a 50º.

## **8.2 Fenómenos de geodinámica externa**

La carretera atraviesa terrenos afectados por fenómenos de geodinámica externa de regular a mediano riesgo, cuyo tratamiento debe incluirse para la seguridad de la obra a largo plazo.

Los fenómenos que afectan a la vía son deslizamientos; derrumbes y/o caídas de bloques; erosión de ribera, de plataforma y de taludes. Por otro lado la rasante baja de la carretera también.

Los derrumbes y deslizamientos se han generado con los cortes de laderas formados por rocas muy fracturadas y/o intemperizadas cubiertas por depósitos inconsolidados recientes.

La erosión de riberas y/o inundaciones se produce en época de crecientes cuando el terraplén se encuentra cerca al cauce meándrico del río Lampa.

La ocurrencia de asentamientos del terraplén se produce en zonas donde hay rellenos sobre terrenos saturados de agua. Se produce por la presencia de tres factores: zona plana, mal drenaje superficial y suelos muy finos altamente plásticos (CH).

Las zonas afectadas por fenómenos de geodinámica externa a lo largo de la carretera Juliaca - Lampa - Qda. Metara se han identificado individualmente, indicando las medidas correctivas para cada caso y recomendando acciones prioritarias.

A continuación se describe los fenómenos de geodinámica externa que ocurre en la carretera Juliaca - Lampa - Qda. Metara.

#### **a. Derrumbes y/o caídas de bloques**

Es el desplazamiento violento, de una masa de tierra, roca o mezcla de ambas producida por acción de la gravedad, socavamiento del talud, modificación o corte de un talud natural, presencia de zonas de debilidad (fracturas, fallas, etc.) de las rocas, precipitaciones pluviales, taludes demasiados empinados, sobreuso de explosivos o uso indebido de ellos.

Este tipo de geodinámica externa se presenta en los siguientes 16 sub-tramos:

##### **Entre el km 8+000 al 8+100 (100 m)**

Se presenta caídas de bloques sueltos de rocas arenisca. Se recomienda desquinchar los materiales sueltos.

### **Entre el km 10+500 al 10+680 (180 m)**

Se presenta caída de bloques sueltos de rocas areniscas. La vía pasa en corte cerrado con altura de 15 a 20 m. En este sector las rocas están muy fracturadas y afectadas por fallas regionales. Se recomienda realizar trabajos de limpieza de los taludes.

### **Entre el km 11+120 al 11+180 (60 m)**

Se presenta caídas esporádicas de bloques sueltos de roca; se recomienda trabajos de limpieza de taludes.

### **Entre el km 12+120 al 12+280 (160 m)**

Hay erosión de taludes que originan socavaciones o canalizaciones lineales en los planos de los taludes de corte, que provocan caídas de materiales que colmatan las cunetas; también hay pequeños derrumbes y caídas de bloques sueltos de roca arenisca. La vía pasa en corte cerrado de 3 a 5 m de altura. Se recomienda refinar y recuperar los planos de los taludes con material compactado gravo arcilloso de mediana plasticidad.

### **Entre el km 13+600 al 13+840 (240 m)**

Se presenta pequeños derrumbes y caídas de bloques sueltos de suelo areno limosos gravo areno arcilloso. La vía pasa en corte cerrado con taludes de 3 a 5 m. Se recomienda desquinchar y refinar los taludes en los sectores con roca muy fracturada y en las zonas donde se produce erosión en los planos de los taludes de corte seguir el tratamiento señalado en el tramo anterior.

**Entre el km 26+740 al 26+880 (140 m)**

Se presenta pequeños derrumbes de materiales gravo arcillo arenosos y limosos, en taludes de 4 a 8 m de altura. Se recomienda refinar los taludes y construir cunetas.

**Entre el km 29+480 al 29+600 (120 m)**

Se presenta pequeños derrumbes que colmatan las cunetas laterales. La vía pasa en corte cerrado con taludes casi verticales de 3 a 10 m de altura. Se recomienda refinar los taludes.

**Entre el km 31+060 al 31+360 (300 m)**

Se presenta pequeños derrumbes, socavones y canalizaciones lineales en los planos de los taludes de corte debido a la acción erosiva de las lluvias y vientos. Los taludes de corte varían de 3 a 8 m de altura. Se recomienda refinar los taludes.

**Entre el km 31+360 al 31+520 (160 m)**

Se presenta caídas de bloques sueltos de rocas areniscas muy fracturadas, ubicadas en la margen derecha de la carretera. La altura de los taludes de corte varía de 10 a 15 m. Se recomienda desquinchar los materiales sueltos.

**Entre el km 37+650 al 37+940 (290 m)**

Se presenta afloramientos rocosos, regular a muy fracturados, con bloques sueltos e inestables y con taludes de corte de 2 a 5 m. Se recomienda desquinchar y tender los taludes a 3:1.

### **Entre el km 37+980 al 38+400 (420 m)**

Los afloramientos rocosos se encuentran muy plegados y fallados, lo cual origina inestabilidad en los taludes a tenerse en cuenta en la etapa constructiva si se propone el ensanchamiento de la vía. Se recomienda considerar taludes de corte 3:1 que puede ser 2:1 el caso de suelos coluviales y fluvio glaciares.

### **Entre el km 38+400 al 39+050 (650 m)**

Se presenta taludes ligeramente inestables, caídas de bloques potenciales por el fuerte fracturamiento de las rocas, con taludes de corte de 2 a 4 m. Se recomienda refinar y tender los taludes a 3:1.

### **Entre el km 40+380 al 40+540 (160 m)**

Se presenta rocas muy fracturadas y alteradas, originando caídas de bloques potenciales y derrumbes. Se recomienda tender los taludes a 3:1.

### **Entre el km 40+600 al 41+130 (530 m)**

Los taludes superiores como los inferiores son ligeramente inestables debido a la alteración y fracturamiento de los afloramientos rocosos; la altura de los cortes es mayormente de 3 a 7 m. Si se corre el trazo hacia el cerro se debe considerar taludes de corte 3:1 y cunetas.

### **Entre el km 41+230 al 41+430 (200 m)**

En los taludes superiores e inferiores, ligeramente inestables; se presenta pequeños derrumbes en los taludes de corte de 3 a 5 m, donde mayormente la roca se encuentra muy fallada y alterada. Se recomienda tender los taludes en roca a 3:1 y construir cunetas.

### **Entre el km 41+580 al 41+800 (220 m)**

Si el trazo se corre hacia el cerro se debe considerar cortes con taludes 1:1 a 2:1 y construir cunetas.

### **b. Deslizamientos**

El deslizamiento es la ruptura pendiente abajo de una masa de suelo, roca o mezcla de ambos, que siguiendo un plano de deslizamiento se desplaza en forma lenta y generalmente con gran magnitud. Se produce por efecto del corte del talud natural, sobresaturación del suelo, desintegración gradual e hidratación del afloramiento rocoso muy fracturado. Este tipo de fenómeno de geodinámica externa se observa en los siguientes 6 tramos:

#### **Entre el km 26+480 al 26+880 (400 m)**

En los primeros 140 m se producen deslizamientos que han originado el deterioro de las cunetas laterales de concreto; en el resto del sub-tramo se producen derrumbes y pequeños asentamientos; ladera arriba existen evidencias que puede ocurrir deslizamientos de grandes masas de suelos, aunque actualmente se muestra estable. En el sector donde la margen izquierda de la vía colinda con el curso meándrico del río Lampa, la socavación de los taludes inferiores es potencial.

#### **Entre el km 26+480 al 26+620 (140 m)**

Es el sub-tramo con más afectación de deslizamientos, que tienen forma de media luna con escarpas escalonadas de 1 a 3 m de altura, con grietas de 10 a 40 cm de ancho y aberturas de 0.5 a 1.0 m de profundidad. Está formado por suelos areno limoso arcillosos de buen espesor, plasticidad media, color marrón claro a gris claro, con buen porcentaje de grava y cantos, y escaso porcentaje de bloques, húmedos a saturados. En



general la zona es muy irregular, con grietas concéntricas y casi paralelas a la carretera, que se van agrandando ladera arriba.

Actualmente las cunetas laterales revestidas de concreto ubicadas en la margen derecha de la vía están dañadas y colmatadas.

Presenta las siguientes características:

Longitud de base	140 m
Longitud inclinada	110 m
Espesor	10 a 15 m
Pendiente del talud de corte	30 a 70°
Pendiente natural del terreno	20 a 30°

Se recomienda el siguiente tratamiento:

- Construir cunetas (aprox. 80 m).
- Construir obras de drenaje subterráneo, mediante dos pozos verticales de captación de 5 m de profundidad y 2 m de diámetro y drenes radiales, conectados a las obras de drenaje superficial.
- Sellar las grietas.  
Tender los taludes a 1:1.
- Construir una alcantarilla en el km 26+510.
- Efectuar la supervisión geológica y geotécnica en la etapa constructiva.

#### **Entre el km 27+480 al 28+040 (560 m)**

En este sub-tramo se presenta deslizamientos, asentamientos y derrumbes en forma escalonada, tipo terrazas, donde los suelos están muy saturados, con taludes de corte de 1 a 3 m de altura y pendiente natural del terreno variable de 10 a 15°:

**Entre el km 27+490 al 27+530 (40 m) se presentan deslizamientos críticos.**

Entre el km 27+530 al 27+542 (12 m) se presentan derrumbes críticos.

Entre el km 27+560 al 27+660 (100 m) hay derrumbes y asentamientos críticos de terrenos, formados por suelos arena limosos y estratos de arcilita, color gris claro a color ceniza, muy húmedos, de baja densidad.

Entre el km 27+920 al 28+040 (120 m) se presenta asentamientos y deslizamientos en terrenos muy saturados, con talud de corte de 1 a 3 m de altura, pendiente natural de 10 a 15°, tipo terrazas. Se recomienda drenar las aguas hacia la alcantarilla del km 28+090.

Se recomienda el siguiente tratamiento:

- Remoción del material suelto inestable y eliminación de grietas.
- Efectuar obras de captación y drenaje superficial.
- Construir 2 alcantarillas, cada 50 m.
- Construir muros secos al pie del talud en las zonas de derrumbes.

**Entre el km 27+700 al 27+800 (100 m)**

Se producen deslizamientos críticos cuando los suelos están muy saturados; en el km 27+747 la alcantarilla se ha colmatado totalmente.

Este sub-tramo presenta las características siguientes:

Longitud de base	100 m.
Longitud inclinada	30 a 70 m
Espesor de suelos	4 a 10 m
Altura de corte	3 a 8 m
Pendiente de talud	30 a 50°
Pendiente del terreno natural	30 a 43°

Se recomienda el siguiente tratamiento:

- Remoción del material suelto inestable y eliminación de grietas.
- Construir cunetas.
- Construir obras de drenaje subterráneo mediante 1 pozo de 4 m de profundidad y 1.5 m de diámetro, con drenes en forma radial, ligados al drenaje superficial.

### **Entre el km 40+280 al 40+380 (100 m)**

Actualmente el fenómeno se encuentra estabilizado; en épocas de lluvia se origina deslizamientos de suelos arenoso limosos y arcillo limosos de 3 a 10 m de espesor, de mediana plasticidad, muy húmedos a saturados, color rojo granate, que se encuentran sobre el basamento rocoso muy alterado.

El área tiene forma irregular, con pequeñas escarpas y cárcavas transversales con relación a la vía, donde se ubica un riachuelo de curso muy superficial e irregular y de escaso caudal.

Este sub-tramo presenta las siguientes características:

Longitud de base	100 m
Longitud inclinada	40 a 60 m
Espesor de material	3 a 10 m
Altura de corte	1 a 8 m
Pendiente taludes de corte	40 a 10°
Pendiente del terreno natural	30 a 40°

Se recomienda el siguiente tratamiento:

- Encauzamiento y profundización del cauce del riachuelo, aprox. 30 m ladera arriba.

- Construir obras de captación y drenaje superficial, cunetas de coronación y cunetas laterales.
- Construir 1 alcantarilla a la altura del riachuelo.
- Construir muros secos en el talud inferior.

#### **Entre el km 41+400 al 41+520 (120 m)**

Se ubica un deslizamiento superficial de 120 m de longitud, con derrumbes y asentamientos. Actualmente se encuentra estabilizado pero en tiempo de lluvias los suelos son inestables.

Está formado por suelos coluvio - eluviales, de color negro, muy húmedos a saturados, donde se observan cárcavas de erosión que cubren rocas muy fracturadas y alteradas.

Presenta las siguientes características:

Longitud de base	120 m
Talud de corte	1 a 4 m de altura
Taludes inferiores	8 a 15 m de altura
Espesor de suelos	3 a 5 m
Pendiente del terreno	20 a 40°

Se recomienda el siguiente tratamiento:

- Construir obras de drenaje superficial.
- Construir muros secos.
- Construir 1 alcantarilla.

#### **c. Erosión de ribera**

Se produce durante la época de avenidas donde el agua actúa sobre las partículas sólidas de suelo que son transportadas por la corriente; cuando

mayor es la velocidad, mayor es el poder erosivo. Cuando el lecho de un río es desgastado por abrasión, desarrolla superficies curvas tersas convexas o cóncavas conocidas como meandros.

**Del km 11+000 al 11+250 (250 m)**

**Del km 11+850 al 12+400 (550 m)**

**Del km 26+500 al 26+900 (400 m)**

**Del km 27+400 al 28+500 (1,100 m)**

No existe data histórica de inundaciones del terraplén en estos cuatro casos; se recomienda proteger los taludes con contenciones de concreto ciclópeo o gaviones.

**Del km 30+200 al 30+600 (400 m)**

La vía atraviesa en terraplén un tramo entre el río Lampa y la laguna Pichincha que están unidos morfológicamente. Las aguas del río Lampa golpean el muro de contención que protege la margen izquierda del terraplén. Entre el km 30+260 y 30+400, el terraplén se encuentra en mal estado, con grietas en las bermas; el muro de albañilería de piedra y pirca (muro seco) ha fallado debido al fenómeno de socavación y al movimiento que sufre el terraplén al paso de los vehículos. Este tramo está formado por suelos aluviales, muy húmedos y saturados, de densidad media, cubiertos por suelos gravo areno limosos.

Se recomienda construir una contención entre el km 30+260 al 30+600 (340 m) con 2 m de altura mínima, de gaviones o enrocado.

En la margen derecha, donde se ubica la laguna Pichincha, se debe mejorar el sistema de drenaje de las aguas hacia el río Lampa.

#### **d. Erosión de plataforma**

Este tipo de fenómeno de geodinámica externa se observa en pequeña magnitud o se encuentra en su fase inicial, en las siguientes progresivas:

Km 12+100, en cuneta y salida de alcantarilla.

Km 26+200, en salida de alcantarilla.

Km 29+800, en entrada y salida de alcantarilla.

Se recomienda proteger la entrada y salida de las alcantarillas con muros secos y materiales gravo arcillosos debidamente compactados.

#### **e. Rasantes bajas**

Se presenta en zonas llanas con drenaje muy deficiente o en depresiones formadas por suelos muy saturados, pequeñas lagunas y pequeños aguajales. Los tramos comprometidos son:

Del km 31+600 al 32+200 (600 m), la napa freática se encuentra muy superficial, existiendo bofedales alrededor de la vía.

Del km 33+500 al 33+800 (300 m), existen hondonadas que en tiempos de lluvia se llenan de agua formando pequeñas lagunas.

Del km 34+840 al 34+960 (120 m) forma parte del lecho de la laguna; es una zona inundable en épocas de lluvias.

Del km 35+640 al 35+840 (200 m) forma parte del lecho de la laguna; es una zona inundable en épocas de lluvias.

Del km 36+450 al 36+950 (500 m) forma parte del lecho de la laguna; es una zona inundable épocas de lluvias.

En estos tramos se recomienda levantar la rasante y estudiar la inclusión de alcantarillas.

#### **f. Erosión de taludes**

En el km 11+580 se presentan socavones y canaletas lineales en los planos de los taludes, que colmatan las cunetas laterales en una longitud de 100 m. El talud de corte varia de 1 a 3 m de altura. En los kms 11+800, 13+400 y 27+000 se presentan los mismos fenómenos anteriores en una longitud de 60, 200 y 200 m respectivamente.

Como estos fenómenos se producen en suelos limo arenosos deleznable y de fácil erosión, se recomienda proteger los taludes de corte, recuperando los planos de los taludes con material compactado gravo arcilloso de mediana plasticidad y mejorar las obras de drenaje superficial.

#### **g. Desborde de ríos**

Se produce en las épocas de avenidas en el río Lampa donde se supera la capacidad de su lecho ordinario, desbordando e inundando las riberas y los terrenos adyacentes. En el caso del río Lampa el liquido con sedimentos cambia la dinámica fluvial, adquiriendo el río ímpetu y velocidad de flujo que aumenta su poder de arrastre.

Este fenómeno es periódico y de corta duración; sucede periódicamente cada decena o centena de años, consecuencia de intensas precipitaciones pluviales en la región. Ocurre a lo largo del río Lampa, en especial en los tramos identificados anteriormente en el ítem Erosión de Riberas, entre la ciudad de Lampa y el km 8+000.

### **8.3 Estabilidad de taludes**

El trazo entre el km 8+000 hasta la ciudad de Lampa sigue sobre terrenos llanos en un 70% y 30% sobre afloramientos rocosos, con taludes de corte mayormente de 2 a 8 m. Entre Lampa y la quebrada Metara la vía mayormente se desarrolla a media laderas sobre afloramientos rocosos de regular a muy fracturados.

Se presentan escasas zonas con taludes en estado crítico; mayormente son ligeramente inestables.

**Del km 8+000 al 13+900**

Se presentan escasas zonas ligeramente inestables, mayormente en cortes de talud de 2 a 6 m de altura, formados por afloramientos rocosos muy fracturados y fallados.

**Del km 13+900 al 26+000**

Son terrenos llanos (pampas), sin problemas de estabilidad de taludes.

**Del km 26+000 al 31+500**

Se presentan escasas zonas con taludes de corte cerrado de 2 a 7 m de altura. En el km 31+000 los taludes son de hasta 15 m de altura. También se presentan zonas con terrenos llanos.

En este sub-tramo se presentan problemas de estabilidad de taludes con derrumbes y deslizamientos de regular magnitud como el caso del km 26+500 y 27+700.



### **Del km 31+500 al 36+900**

Son terrenos llanos (pampas) y ligeras depresiones, sin problemas de estabilidad de taludes.

### **Del km 36+900 al km 41+800**

Se presentan taludes de corte de 2 a 8 m de altura, mayormente sobre afloramientos de roca de regular a muy fracturada, muy falladas, plegadas, fuerte alteración, y cobertura de suelos coluviales y fluvio glaciares, de escaso a regular espesor, donde los taludes mayormente son ligeramente inestables.

## **8.4 Taludes de corte**

Para el diseño de los taludes se debe tener en cuenta las características geológicas - geotécnicas de las rocas y suelos que componen los taludes. Se recomienda los siguientes taludes:

	Talud (V:H)
- Roca sana	10:1
- Roca parcialmente alterada y/o fracturada	4:1
- Roca suelta	3:1
- Suelos con cantos y bloques	2:1
- Suelos areno - arcillosos, suelos residuales y coluviales.	1:1

## **8.5 Taludes de relleno**

Para el diseño de taludes se debe tener en cuenta las características geológicas - geotécnicas de los suelos que forman los rellenos, recomendándose:

- Relleno en secciones a media ladera  
(predominio de fragmentos de roca, +50%) 1:1
- Suelos granulares con cantos angulosos 2:3
- Suelos granulares (arenas, gravas y/o suelos  
residuales). 1:2

## 8.6 Rellenos en zonas planas

Cuando debe elevarse el terraplén hasta 3 m de altura, el talud recomendable en ambos lados es:

- Enrocado 1:1
- Suelos 2:3

Cuando el relleno es mayor de tres metros de altura, se recomienda adoptar los taludes de relleno de media ladera.

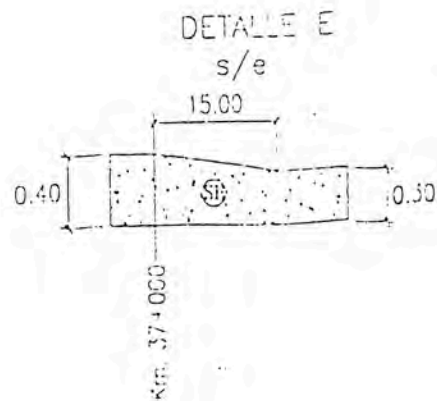
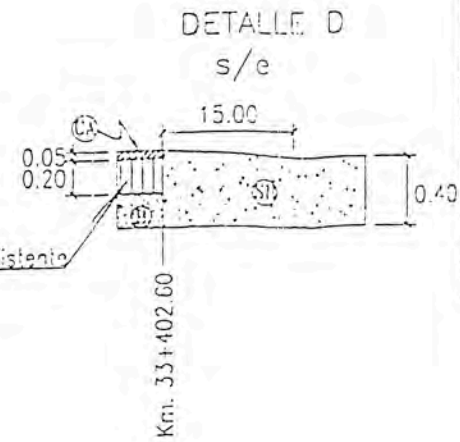
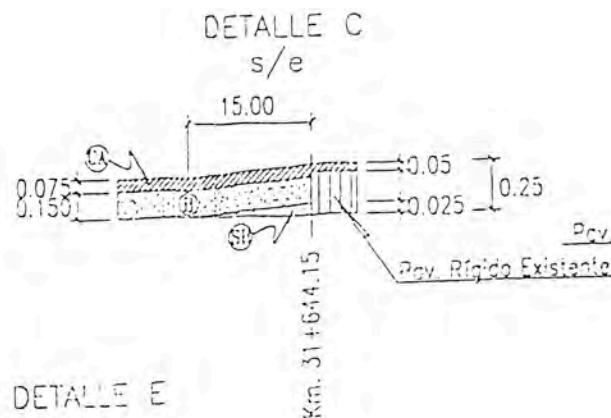
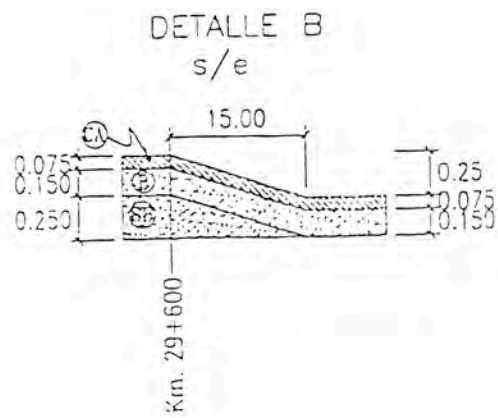
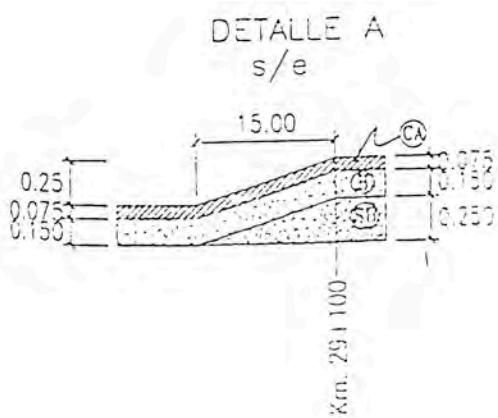
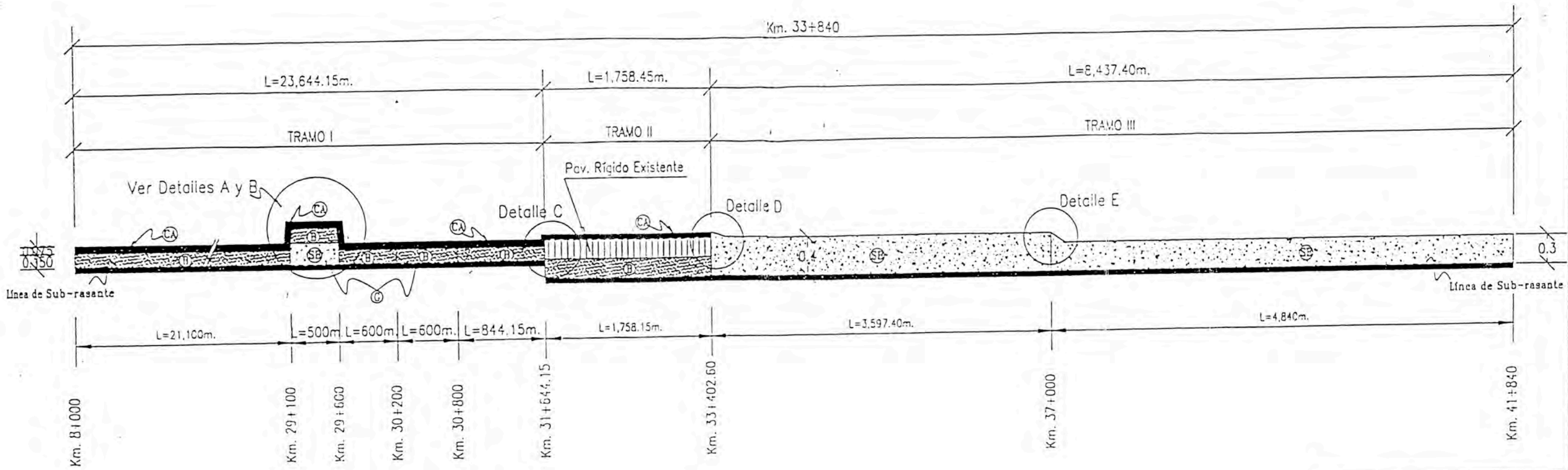
## 9. ESTUDIO DE SUELOS

### 9.1 Objetivos

El estudio geotécnico y de mecánica de suelos fue estructurado para alcanzar los siguientes objetivos:

- Determinar las características físicas y mecánicas de los suelos subyacentes a la vía.
- Definir los taludes de corte
- Ubicar, analizar y cuantificar materiales de canteras para la formación de terracerías o rellenos, de bases y sub-bases, de la carpeta asfáltica, y de agregados para concreto.
- Efectuar el diseño.

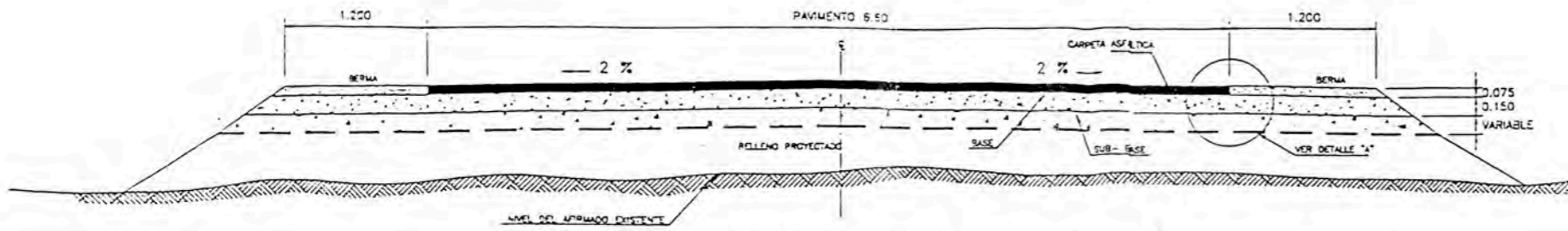
# PERFIL LONGITUDINAL DEL PAVIMENTO



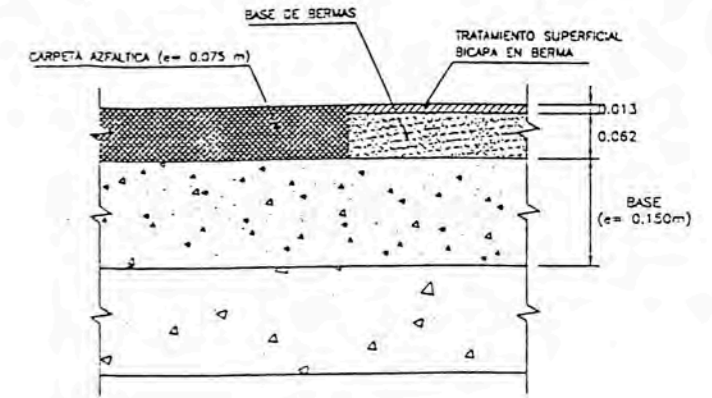
LEYENDA	
	CA = Carpeta Asfáltica
	B = Base
	SB = Sub - Base
	G = Geotextil

Proyecto	L. MEXICAL	Folio	521 de 52
Propiedad	CD. VIAL	Fecha	NOV 83
Administración	SECRETARÍA DE	Folio	202 de 24
MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONTRALORIA			
HCA & ASOCIADOS			
CARRETERA LLAJA - LAJA - OMA - MEXICAL PERFIL LONGITUDINAL DEL PAVIMENTO			
Escala	1:1000	0 250 500 750 1000	
Autores			
Revisado			
Comprobado			

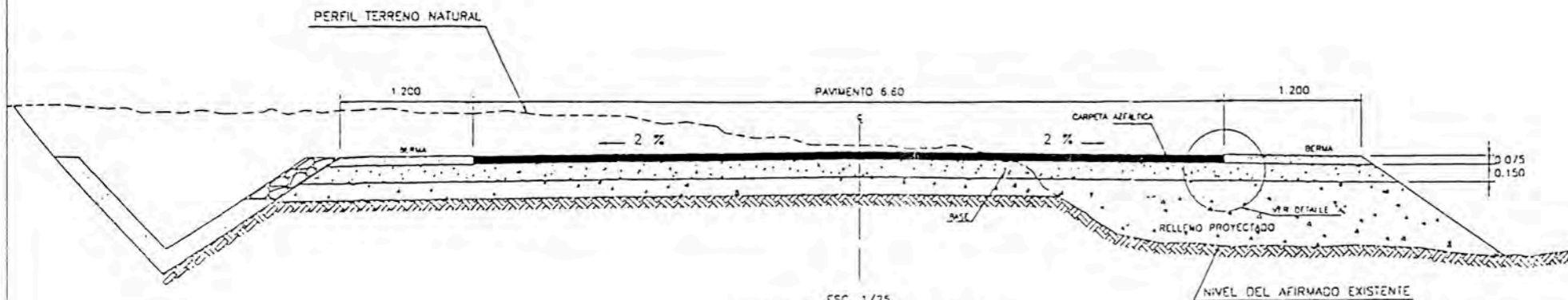
# SECCIONES TIPO



SECCION DE RELLENO  
ESC. 1/25



DETALLE "A"  
ESC. 1/5



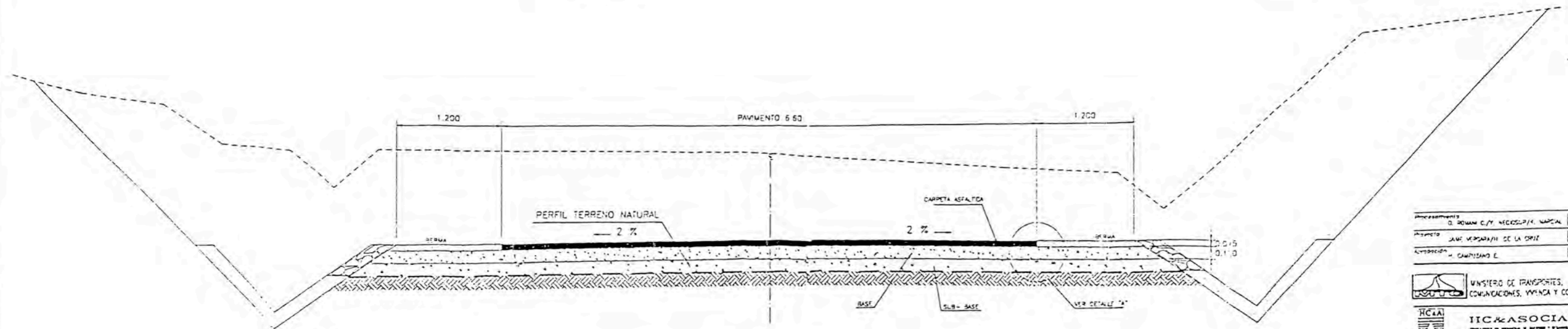
SECCION A MEDIA LADERA  
ESC. 1/25

## TALUDES DE CORTE

CLASE DE TERRENO	TALUD V : H
ROCA FLUA	10 : 1
ROCA SUELTA	4 : 1
CONGLOMERADOS	3 : 1
TIERRA COMPACTADA	2 : 1
TIERRA SUELTA	1 : 1
ARENA	1 : 2

### NOTA

COLLOCAR GEOTEXTIL SOLO EN EL TRAMO:  
29+100 AL 29+600



SECCION EN CORTE  
ESC. 1/25

Proyecto	D. ROMAN C. Y. NECESIDAD NACIONAL	Fecha	SET 78
Proyecto	JAVE VEGARAJA DE LA ORIZ	Fecha	NOV. 78
Ubicación	CAMPESANO E.	Fecha	NOV. 78

MINISTERIO DE TRANSPORTES,  
COMUNICACIONES, YANCA Y CONSTRUCCION

HCAA  
IICA ASOCIADOS

CARRERA JULIACA - LAMPA - OCA METANA

## SECCIONES TIPO

ESCALA 1:25 0 25 50 75 100

Substituto

ED-1974-TRE-001

HC/1974-PUNO-001

## **9.2 Metodología del estudio**

Para la ejecución del estudio se realizó investigaciones de campo a lo largo de la subrasante del trazo y en los depósitos actuales y potenciales de materiales de construcción. Luego se ejecutaron ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas en el campo y finalmente se realizó la evaluación de los resultados.

## **9.3 Trabajos de campo**

Con los resultados de los mapeos geológicos y geotécnicos superficiales, se llevó a cabo la ubicación de pozos exploratorios y auscultaciones con el fin de precisar las características de las capas de los suelos de la subrasante de la carretera en estudio, que se realizaron con una separación aproximada de 500 m.

El método de ejecución fue de pozos a cielo abierto, donde se obtuvieron muestras representativas de las capa de los suelos que forman la subrasante y de las canteras de materiales de construcción.

## **9.4 Trabajos de laboratorio**

Las muestras de suelos y canteras fueron clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento del A.S.T.M D-2488 "Práctica recomendada para descripción de suelos". Las muestras representativas seleccionadas fueron analizadas en laboratorio, realizándose:

- Análisis granulométricos  
  Limites de Atterberg
- Humedad Natural
- Densidad Natural
- Ensayo Triaxial
- Ensayos de Compactación

- Relación Soporte California CBR
  - Sales Solubles Totales
  - Gravedad específica Bulk
  - Intemperismo
  - Equivalente de arena
  - Abrasión
- Reader Hewer

## **9.5 Trabajos de gabinete**

Se procedió a clasificar cada una de las muestras de los suelos representativos por el sistema de clasificación de suelos de la A.A.S.H.O. y SUCS; se preparó el perfil estratigráfico a lo largo del eje de toda la carretera.

## **9.6 Estratigrafía del suelo de fundación**

En base a la interpretación de los perfiles litológicos individuales que se presentan en el Anexo N° 1 y el mapeo geológico superficial a lo largo de toda la carretera sobre el trazo monumentado en el campo, se ha logrado el perfil estratigráfico del proyecto que se presenta en la lámina N° 1 y que se describe a continuación:

### **Del km 8+000 al 8+200 (200 m)**

Se observa afloramientos de roca arenisca y limolíticas, cubiertas superficialmente por gravas areno limosas, identificadas como GP, subredondeadas, secas, de 0.2 a 0.5 m de espesor.

### **Del km 8+200 al 8+920 (720 m)**

Superficialmente se presenta una capa de 0.3 m de espesor promedio, de suelos granulares GP que cubre un estrato gravo areno arcilloso GC con cantos y bloques de 0.3 a 0.4 m de espesor, hasta una profundidad de 1.50



m, seguido de suelos arcillo arenosos (CL).

**Del km 8+920 al 9+380 (460 m)**

Se observa afloramientos de rocas areniscas y limolitas, cubiertas por materiales granulares grava areno limosos, GP, de 0.3 a 0.4 m de espesor.

**Del km 9+380 al 10+500 (1,120 m)**

Superficialmente se presenta una capa de material granular de 0.3 a 0.6 m de espesor. Subyace materiales de relleno formados por cantos y bloques con gravas, arenas y arcillas, de 0.5 a 1.5 m de espesor.

**Del km 10+500 al 10+750 (250 m)**

Se observa afloramientos de rocas areniscas y limolitas, cubiertas por suelos granulares grava areno limosas, GP, subredondeados, de 0.3 a 0.4 m de espesor.

**Del km 10+750 al 11+240 (490 m)**

La capa superficial está formada por suelos grava arenosos, subredondeados, considerados como GP, de 0.2 a 0.3 m de espesor, que cubren a materiales de relleno grava arcilloso, con cantos angulosos de 0.2 a 0.4 m de espesor. A mayor profundidad continúa suelos arcillo limosos con buen porcentaje de arena (CL-ML). En los últimos 120 m los suelos superficiales cubren a rocas areniscas.

**Del km 11+240 al 12+400 (1,160 m)**

El estrato superficial está formado por suelos grava arenosos con escasos finos (GP), de 0.3 m de espesor, que cubre materiales de relleno grava areno arcilloso (GM-GC) de 0.60 m de espesor. El estrato inferior corresponde a



suelos arcillo limosos húmedos (CL-ML). En los últimos 540 m, los suelos superficiales cubren a rocas areniscas, lutitas y limolitas, gris blanquecinos.

#### **Del km 12+400 al 13+840 (1,440 m)**

Superficialmente se presenta una capa de 0.3 m de espesor, formada por gravas arcillo limosas (GC-GM); luego un material de relleno de 0.6 a 1.2 m de espesor; de grava arcilla arenosa con cantos y bloques (GC-GM). El estrato inferior corresponde a suelos limo arenosos, muy húmedos (ML). En los últimos 160 m, los suelos superficiales cubren rocas areniscas, levemente plegadas.

#### **Del km 13+840 al 18+600 (4,760 m)**

Se observa una capa superficial de 0.3 a 0.6 m de espesor, de suelos granulares, gravo arena limoso, GP, subredondeados. Luego continúa materiales de relleno de 0.4 a 1.0 m de espesor, gravo arcillo arenosos, con cantos y bloques angulosos, GC-GM. El estrato inferior corresponde a suelos limo arcillo arenosos, generalmente muy húmedos (CL-ML).

#### **Del km 18+600 al 23+000 (4,400 m)**

Se observa una capa superficial de 0.4 a 0.6 m de espesor, de suelos granulares, gravo arena limoso, GC-GM, subredondeados. Luego continúa materiales de relleno de 0.4 a 1.0 m de espesor, gravo arcillo arenosos, con cantos y bloques angulosos. El estrato inferior corresponde a suelos limo arcillo arenosos, generalmente muy húmedos (CL).

#### **Del km 23+000 al 26+100 (3,100 m)**

Superficialmente se presenta una capa de 0.2 a 0.3 m de espesor, de material granular, grava arenosa subredondeada a subangulosa (GP-GC). Luego continúa material de relleno gravo arena limosos (GM) con más de

1.50 m de profundidad.

**Del km 26+100 al 27+500 (1,400 m)**

Se presenta una capa superficial de suelos gravo areno limosos de 0.3 a 0.6 m de espesor, que cubre materiales de relleno, gravas arcillosas con cantos angulosos (GC), de 0.4 a 0.8 m de espesor. El estrato inferior corresponde a suelos arcillo areno limosos, muy húmedos (CL y SC).

**Del km 27+500 al 28+040 (540 m)**

Superficialmente se observa una capa de gravas areno limosas, subredondeada, GP-GM, de 0.3 a 0.5 m de espesor, que cubre materiales gravo arcillosos de 0.2 a 0.4 m de espesor. El estrato inferior corresponde a suelos areno limo arcillosos, muy húmedos a saturados (CL y SM).

**Del km 28+040 al 29+400 (1,360 m)**

Superficialmente son suelos gravo arenosos (GP) subredondeados hasta una profundidad de 0.3 m. Continúa hasta 1.0 m de profundidad, materiales de relleno gravo arcillosos (GC); luego hasta 1.8 m de profundidad continúa suelos arcillo limosos (CL).

**Del km 29+400 al 30+000 (600 m)**

Se observa suelos gravo arcillo arenosos de 0.2 a 0.4 m de espesor. A mayor profundidad aparecen suelos arcillo limosos muy plásticos (CH) y areno limosos (SM) con espesores mayores a 1.20 m.

**Del km 30+000 al 30+980 (980 m)**

La capa superficial está formada por grava arenosa, subredondeada, (GP), de 0.4 a 0.6 m de espesor; luego continúa materiales gravo arcillo arenosos

(GC), subredondeados de 1.0 a 1.4 m de espesor. El estrato inferior está formado por suelos arena limosos, muy húmedos, (SM).

**Del km 30+980 al 31+620 (640 m)**

Son suelos granulares gravo arenosos, subredondeados GP, hasta 0.2 m de profundidad; luego hay suelos gravo arena arcillosos (GC-GM), con cantos angulosos hasta 1.5 m.

**Del km 31+620 al 33+500 (1,880 m)**

Pavimento de concreto de 0.2 m de espesor, emplazado sobre suelos gravo arena arcillosos subredondeados (GC-GM), de 0.3 a 0.5 m de espesor. Luego a mayor profundidad hay suelos arcillo limosos, muy húmedos, intercalados con suelos arena limosos (SM).

**Del km 33+500 al 34+000 (500 m)**

Superficialmente se presenta una capa de arcilla arena limosa, CI y ML, de 0.2 a 0.6 m de espesor, con buen porcentaje de materia orgánica y húmedos; luego a mayor profundidad intercalaciones de suelos arena limosos y arcillo limosos muy húmedos; con regular porcentaje de materia orgánica.

**Del km 34+000 al 34+750 (750 m)**

Se observa suelos gravo arcilloso arenosos (GC-GM) de 0.2 a 0.4 m de espesor. Luego hasta 1.3 m hay suelos arcillo limosos (CL).

**Del km 34+750 al 36+000 (1,250 m)**

Se observa suelos gravo arena limosos (GM) de 0.2 m de espesor; entre 0.2 y 0.8 m continúa suelos arena arcillosos y entre 0.8 y 1.4 m suelos arcillo limoso (CL-ML), muy húmedos.

**Del km 36+000 al 36+450 (450 m)**

Se observa suelos gravo arcillosos (GC), subredondeados, localizados hasta 0.2 m de profundidad, sobre un estrato arcillo limoso hasta la profundidad de 0.8 m y luego hasta 1.5 m suelos arcillo limosos (CL-ML).

**Del km 36+450 al 37+220 (770 m)**

Se observa suelos gravo arcillosos (GC), subredondeados, de 0.3 m de espesor sobre arena arcillosa con regular porcentaje de materia orgánica (SC) hasta 0.9 m y hasta la profundidad de 1.5 m turba, color negro y muy húmeda.

**Del km 37+220 al 38+400 (1,180 m)**

Se observa suelos gravo areno arcillosos, GC-GM, de 0.2 a 0.9 m de espesor, que cubre rocas areniscas alteradas y fracturadas.

**Del km 38+400 al 40+160 (1,760 m)**

Se observa rocas areniscas tobáceas conglomerados, regularmente fracturados, fallados y moderadamente alteradas, cubiertas por suelos areno arcillosos (SC) y grava arcillosas (GC) con cantos y bloques de 0.2 m hasta 1.0 m de espesor.

**Del km 40+160 al 40+380 (220 m)**

Se observa suelos areno limosos (SM) muy húmedos, de 0.6 m de espesor. Luego hasta 1.5 m suelos arcillo limosos muy plásticos de color rojo granate.

**Del km 40+380 al 41+130 (750 m)**

Se observa roca arenisca tobácea y conglomerados, alterados, fracturados y

fallados, cubiertos por suelos gravo areno arcillosos (GC-GM) de 0.2 a 0.8 m de espesor.

#### **Del km 41+130 al 41+580 (450 m)**

Se observa roca lutácea, limolítica, arenita, muy alteradas y falladas, cubiertas por suelos gravo arcillosas y arcilla limosas de 0.3 a 1.0 m de espesor.

#### **Del km 41+580 al 41+800 (220 m)**

Se observan rocas lutitas intercaladas con arenisca, regularmente fracturadas y alteradas, cubiertas por suelos gravo areno arcillosos (GC-GM) de 0.2 a 0.5 m de espesor.

### **9.7 Características geotécnicas del suelo de fundación**

Según el estudio del perfil estratigráfico y de los resultados y evaluación de los ensayos de laboratorio que se presentan en los Anexos N°s 2 y 3, cuyo resumen figura en el Cuadro N° 1, los suelos de fundación de la carretera en estudio tienen las siguientes características que se explica por tramos.

#### **a. Tramo km 8+000 al 34+000**

1. La carretera existente fue ejecutada con rellenos de acuerdo a lo estipulado en los estudios de prospección, como se deduce del análisis del perfil estratigráfico confeccionado a partir del levantamiento geológico superficial, ajustado con la lectura del perfil de calicatas y análisis de muestras. La altura promedio del relleno es de 0.8 m bajo la base existente de 0.3 m de espesor promedio.

2. El tipo de suelo predominante encontrado bajo la base existente es el GC-GM procedente de cantera, que constituye un excelente material para rellenos.
3. La base existente tiene un espesor promedio de 0.3 m con un suelo tipo A-2-4 (0); sólo en el sector del km 30+000 varía a un tipo A-1-b (0) procedente de la cantera del río Lampa.
4. Se ha tomado muestras de suelos representativos de la base existente, los cuales se han mezclado obteniéndose un suelo tipo A-2-4 (0) con un CBR de 85% promedio.
5. La base existente muestra un CBR alto; sin embargo los agregados no cumplen las especificaciones para una base ni una sub-base, por lo que se concluye que la base existente es una buena sub-rasante.
6. Para efectos del diseño del pavimento puede considerarse que la subrasante existente tiene un CBR de 30%, valor mínimo requerido para una sub-base.

#### **b. Tramo km 34+000 al 42+000**

1. En este tramo donde el tráfico es incipiente, hay dos sectores definidos a partir de los estudios de prospección y el análisis del perfil stratigráfico y ensayos de muestras:
  - Lampa hasta el km 37+000, donde aparece una base de 0.20 m de espesor promedio bajo el cual se encuentra el terreno natural, y
  - Km 37+000 al 42+000, que corresponde a una zona rocosa con un recubrimiento de suelos variables.

**CUADRO N° 1**  
**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO BAJO LA FUNDACIÓN DE LA CARPETA EXISTENTE**  
**DE LA CARRETERA JULIACA - LAMPA - QDA. METARA**

Progresiva km	Profundidad m	Grava %	Arena %	Finos %	L.L. %	L.P. %	I.P. %	Humedad Natural %	Densidad Natural (grs/cm <sup>3</sup> )	S.U.C.S.	AASHTO
8+000	0.20 - 1.00	55,2	44,8	0,7	NP	NP	NP	-		GW	A-1-a (0)
9+500	0.20 - 0.80		30,1	69,9	31,15	24,29	6,36	28,25	1,52	ML	A-4 (7)
10+000	0.60 - 1.50	58,24	29,09	12,67	22,32	16,96	5,36	4,59	1,37	GC - GM	A-1-a (0)
11+000	0.55 - 1.50	12,53	32,29	55,18	24,11	18,66	5,45	7,45	-	CL - ML	A-4 (4)
11+720	0.90 - 1.60	1,74	40,31	57,95	22,03	16,99	5,04	6,13	1,62	CL - ML	A-4 (5)
13+540	0.30 - 1.80	49,21	15,54	35,25	37,7	19,47	18,23	11,79	1,7	GC	A-6 (2)
14+000	0.15 - 1.80	30,74	29,47	39,79	37,4	20,79	16,61	4,66		GC	A-6 (3)
17+000	0.30 - 0.80	-	8,3	91,7	39,34	22,16	17,18	30,16	1,5	CL	A-6 (11)
18+100	0.00 - 0.60	-	72,24	27,76	19,67	NP	NP	5,01	1,43	SM	A-2-4 (0)
18+600	1.00 - 1.70	-	18,60	81,4	22,3	18,03	4,27	10,56	2,046	CL - ML	A-4 (8)
19+600	1.10 - 1.80	-	26,79	73,21	28,16	19,33	8,33	16,18		CL	A-4 (8)
20+600	1.30 - 1.90	-	14,73	85,27	33,26	22,01	11,25	9,37		CL	A-6 (9)
21+000	0.20 - 1.50	35,9	62,4	1,7	NP	NP	NP	2,01	2,02	SP	A-1-a (0)
22+000	0.20 - 0.90	-	11,6	88,4	31,39	22,06	9,33	2,1	1,61	CL	A-4 (8)
22+500	1.10 - 1.60	-	43,06	56,94	26,02	17,49	8,53	4,86	1,51	CL	A-4 (4)
23+500	1.10 - 1.50	-	8,06	91,94	48,76	21,08	27,68	12,59		CL	A-7-6 (17)
24+100	0.0 - 0.30	-	8,35	91,65	26,14	14,5	11,64	3,91	1,46	CL	A-6 (4)
24+500	0.60 - 1.50	10,01	42,30	47,69	32,47	19,8	12,67	4,21		SC	A-4 (4)
26+500	1.0 - 1.40	9,10	34,57	56,33	26,89	18,28	8,61	5,95	2,026	CL	A-4 (4)
27+500	0.20 - 1.00	61,18	15,28	23,54	27,77	15,66	12,11	4,76	1,83	GC	A-1-b(0)
28+500	1.10 - 1.80	-	14,98	85,02	43,45	20,85	22,6	8,88		CL	A-7-6 (4)
29+500	0.20 - 1.30	-	2,83	97,17	83,02	28,72	54,3	38,59		CH	A-7-6 (27)
30+500	1.70 - 2.40	4,94	55,37	39,69	25,56	NP	NP	5,54	1,4	SM	A-4 (1)
31+500	0.60 - 1.40	39,68	17,08	43,24	31,01	18,7	12,31	5,22	1,73	GC	A-6 (2)
32+500	0.55 - 1.40	22,62	21,46	55,92	40,43	21,76	18,67	12,51		CL	A-6 (4)
33+500	0.35 - 1.40	5,56	81,06	13,38	28,89	23,09	5,8	3,8	1,46	SM	A-1-b(0)
34+500	0.35 - 1.50	-	14,42	85,58	44,43	21,80	22,63	14,5	1,49	CL	A-7-6 (20)
35+500	0.20 - 0.80	15,83	39,06	45,11	36,25	22,81	13,44	15,93		SC	A-6 (3)
35+900	0.55 - 1.50	17,2	45,7	37,10	17,24	15,29	1,95	3,46	1,68	SM	A-4 (0)
36+300	0.20 - 1.40	-	30,70	69,30	32,46	18,88	13,58	10,02		CL	A-6 (8)
36+800	0.55 - 1.50	-	30,70	69,30	31,46	18,88	13,58	10,02	1,82	CL	A-6 (8)
39+050	0.15 - 0.80	30,74	29,47	39,79	37,4	20,79	16,61	4,66		GC	A-6 (3)
40+260	0.0 - 0.60	-	72,24	27,76	19,67	NP	NP	5,01		SM	A-2-4 (0)
41+480	0.0 - 0.30	-	8,35	91,65	26,14	14,5	11,64	3,91		CL	A-6 (4)

(\*) Terreno natural bajo el terraplén existente de la vía.

**CUADRO N° 2**  
**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO BAJO LA FUNDACIÓN DE LA CARPETA EXISTENTE**  
**DE LA CARRETERA JULIACA - LAMPA - QDA. METARA**

Progresiva km	Profundidad m	Grava %	Arena %	Finos %	L.L. %	L.P. %	I.P. %	Humedad Natural %	Densidad Natural (grs/cm3)	S.U.C.S.	AASHTO	CBR Al 100% Máx. Dens.
8+000	0.20 - 1.00	55,2	44,8	0,7	NP	NP	NP	-		GW	A-1-a (0)	
9+500	0.20 - 0.80		30,1	69,9	31,15	24,29	6,36	28,25	1,52	ML	A-4 (7)	
10+000	0.60 - 1.50	58,24	29,09	12,67	22,32	16,96	5,36	4,59	1,37	GC - GM	A-1-a (0)	
11+000	0.55 - 1.50	12,53	32,29	55,18	24,11	18,66	5,45	7,45	-	CL - ML	A-4 (4)	
11+720	0.90 - 1.60	1,74	40,31	57,95	22,03	16,99	5,04	6,13	1,62	CL - ML	A-4 (5)	
13+540	0.30 - 1.80	49,21	15,54	35,25	37,7	19,47	18,23	11,79	1,7	GC	A-6 (2)	
14+000	0.15 - 1.80	30,74	29,47	39,79	37,4	20,79	16,61	4,66		GC	A-6 (3)	
17+000	0.30 - 0.80	-	8,3	91,7	39,34	22,16	17,18	30,16	1,5	CL	A-6 (11)	
18+100	0.00 - 0.60	-	72,24	27,76	19,67	NP	NP	5,01	1,43	SM	A-2-4 (0)	
18+600	1.00 - 1.70	-	18,60	81,4	22,3	18,03	4,27	10,56	2,046	CL - ML	A-4 (8)	26.3 (*)
19+600	1.10 - 1.80	-	26,79	73,21	28,16	19,33	8,33	16,18		CL	A-4 (8)	
20+600	1.30 - 1.90	-	14,73	85,27	33,26	22,01	11,25	9,37		CL	A-6 (9)	
21+000	0.20 - 1.50	35,9	62,4	1,7	NP	NP	NP	2,01	2,02	SP	A-1-a (0)	
22+000	0.20 - 0.90	-	11,6	88,4	31,39	22,06	9,33	2,1	1,61	CL	A-4 (8)	
22+500	1.10 - 1.60	-	43,06	56,94	26,02	17,49	8,53	4,86	1,51	CL	A-4 (4)	
23+500	1.10 - 1.50	-	8,06	91,94	48,76	21,08	27,68	12,59		CL	A-7-6 (17)	
24+100	0.0 - 0.30	-	8,35	91,65	26,14	14,5	11,64	3,91	1,46	CL	A-6 (4)	
24+500	0.60 - 1.50	10,01	42,30	47,69	32,47	19,8	12,67	4,21		SC	A-4 (4)	
26+500	1.0 - 1.40	9,10	34,57	56,33	26,89	18,28	8,61	5,95	2,026	CL	A-4 (4)	17.0 (*)
27+500	0.20 - 1.00	61,18	15,28	23,54	27,77	15,66	12,11	4,76	1,83	GC	A-1-b(0)	
28+500	1.10 - 1.80	-	14,98	85,02	43,45	20,85	22,6	8,88		CL	A-7-6 (4)	
29+500	0.20 - 1.30	-	2,83	97,17	83,02	28,72	54,3	38,59		CH	A-7-6 (27)	
30+500	1.70 - 2.40	4,94	55,37	39,69	25,56	NP	NP	5,54	1,4	SM	A-4 (1)	
31+500	0.60 - 1.40	39,68	17,08	43,24	31,01	18,7	12,31	5,22	1,73	GC	A-6 (2)	
32+500	0.55 - 1.40	22,62	21,46	55,92	40,43	21,76	18,67	12,51		CL	A-6 (4)	
33+500	0.35 - 1.40	5,56	81,06	13,38	28,89	23,09	5,8	3,8	1,46	SM	A-1-b(0)	
34+500	0.35 - 1.50	-	14,42	85,58	44,43	21,80	22,63	14,5	1,49	CL	A-7-6 (20)	
35+500	0.20 - 0.80	15,83	39,06	45,11	36,25	22,81	13,44	15,93		SC	A-6 (3)	
35+900	0.55 - 1.50	17,2	45,7	37,10	17,24	15,29	1,95	3,46	1,68	SM	A-4 (0)	
36+300	0.20 - 1.40	-	30,70	69,30	32,46	18,88	13,58	10,02		CL	A-6 (8)	
36+800	0.55 - 1.50	-	30,70	69,30	31,46	18,88	13,58	10,02	1,82	CL	A-6 (8)	10.6 (*)
39+050	0.15 - 0.80	30,74	29,47	39,79	37,4	20,79	16,61	4,66		GC	A-6 (3)	
40+260	0.0 - 0.60	-	72,24	27,76	19,67	NP	NP	5,01		SM	A-2-4 (0)	
41+480	0.0 - 0.30	-	8,35	91,65	26,14	14,5	11,64	3,91		CL	A-6 (4)	

(\*) Terreno natural bajo el terraplén existente de la vía.



**CUADRO N° 2**  
**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE CANTERAS**  
**PROYECTO: LAMPA-JULIACA**

Cantera	Ubicación km	Naturaleza del Material	Volumen Explot. m <sup>3</sup>	Finos %	L.L. %	L.P. %	I.P. %	S.U.C.S.	AASHTO	Usos
Unocolla	8+000	Depósito Aluvial	20.000	0,43	19,51	NP	NP	SP	A-1-a (0)	B, C, A y C
Acurrumi	9+500	R. Arenisca Esc. talud		8,36	18,33	NP	NP	GP - GM	A-1-a (0)	--
Picñan	10+440	R. Arenisca Esc. talud		22,59	22,70	21,60	6,10	GC	A-1-b (0)	--
Río Lampa 1	18+600	Depósito Aluvial	5.000	50,50	29,91	18,75	11,16	CL	A-6 (4)	--
Tacamani (Chañocachua)	22+800	Conglomerado	300.000	13,81	25,34	16,14	9,20	GC	A-1-a (0)	--
Pucara	27+940	Escombros de talud	200.000	25,27	21,82	20,29	1,53	GM	A-1-b (0)	B (Venteado)
Río Lampa 2	28+000	Depósito Aluvial	5.000	1,78	20,32	NP	NP	GP	A-1-a (0)	B, C, A y C
Río Lampa	30+500	Aluvial		0,23	21,02	NP	NP	GP	A-1-a (0)	B, C, A y C

**CUADRO N° 2**  
**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE CANTERAS**  
**PROYECTO: LAMPA-JULIACA**

Cantera	Ubicación km	Naturaleza del Material	Volumen Explot. m <sup>3</sup>	Finos %	L.L. %	L.P. %	I.P. %	S.U.C.S.	AASHTO	Usos
Unocolla	8+000	Depósito Aluvial	20.000	0,43	19,51	NP	NP	SP	A-1-a (0)	B, C, A y C
Acurrumi	9+500	R. Arenisca Esc. talud		8,36	18,33	NP	NP	GP - GM	A-1-a (0)	--
Picñan	10+440	R. Arenisca Esc. talud		22,59	22,70	21,60	6,10	GC	A-1-b (0)	--
Río Lampa 1	18+600	Depósito Aluvial	5.000	50,50	29,91	18,75	11,16	CL	A-6 (4)	--
Tacamani (Chañocachua)	22+800	Conglomerado	300.000	13,81	25,34	16,14	9,20	GC	A-1-a (0)	--
Pucara	27+940	Escombros de talud	200.000	25,27	21,82	20,29	1,53	GM	A-1-b (0)	B (Venteados)
Río Lampa 2	28+000	Depósito Aluvial	5.000	1,78	20,32	NP	NP	GP	A-1-a (0)	B, C, A y C
Río Lampa	30+500	Aluvial		0,23	21,02	NP	NP	GP	A-1-a (0)	B, C, A y C

**CUADRO N° 3****CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE FUNDACION  
DE LA CARRETERA JULIACA - LAMPA - QDA. METARA**

<b>PROGRESIVA Km</b>	<b>CLASIFICACION AASHO</b>	<b>CBR DEL 100% MAX. DENS.</b>
13+500	A - 2 - 4 ( 0 )	85,3
18+600	A - 6 ( 4 )	26.3 (*)
20+000	A - 4 ( 4 )	43,3
26+500	A - 4 ( 4 )	17 (*)
30+000	A - 1 - A ( 0 )	11,2
36+800	A - 6 ( 3 )	10.6 (*)
Mezcla de 13+500 con 20+000 y 30+000	A - 2 - 4 ( 0 )	85,3

\* Terreno natural debajo de la carpeta existente

2. El suelo predominante encontrado debajo de la superficie de rodadura, entre Lampa y el km 37+000, es tipo CL, del cual los ensayos en laboratorio dan un CBR de 11.6%.
3. Dado que la superficie de rodadura existente de Lampa hasta el km 37+000 presenta una base existente donde no aparecen rellenos representativos para el diseño del pavimento, en este tramo se recomienda el CBR de 10% correspondiente al terreno natural predominante que es tipo CL.
4. En la zona rocosa, del km 37+000 a la Qda. Metara, se recomienda un CBR de 30% que corresponde al mínimo de una sub-base.

## **10. ESTUDIO DE CANTERAS**

### **10.1 Proceso del estudio**

La evaluación consideró inicialmente la prospección de los materiales de las canteras ubicadas a lo largo de la carretera Juliaca, Lampa y Qda. Metara, identificadas en los estudios anteriores (ver puntos 1, 2, 3 y 4 del ítem 4 de este informe), con el propósito de confirmar la calidad y volumen de los materiales encontrados para proponer su utilización en las diferentes etapas del pavimento que se proyecta y en las obras auxiliares para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera Juliaca - Lampa - Qda. Metara.

Luego de las investigaciones geotécnicas realizadas en las canteras a lo largo de la carretera Juliaca - Lampa, se ha cuantificado y calificado los materiales de acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio, descartando algunas y ratificando otras, cuyas características se describe más adelante.

Como en las canteras investigadas en el área del estudio hay carencia de materiales aptos para la mezcla asfáltica y base, se amplió la investigación a canteras más alejadas prospectadas en otros estudios, caso de la Carretera Juliaca - Pucará, Carretera Santa Lucía - Juliaca y Carretera Juliaca - llave. Los resultados no fueron positivos, ya que se encontró que los materiales no cumplen con las especificaciones tal como se indica en esos estudios.

En estas circunstancias, la prospección geotécnica se profundizó en el área del estudio para evitar el acarreo de materiales de canteras más lejanas, encontrando nuevas canteras de materiales en el río Unocolla que exigen tratamientos previos y mezclas para su utilización en el pavimento.

Durante todo el proceso se ha efectuado ensayos para conocer las propiedades índice, límites de consistencia, relaciones gravimétricas o pesos unitarios y características físico - mecánicas, y se determinó su comportamiento bajo la acción de fuerzas y agentes externos, caso del valor relativo de soporte CBR, Equivalente de arena, Abrasión, Riedel Weber y pruebas de resistencia al intemperismo. Los resultados de los ensayos realizados se presentan en el Anexo N° 4.

Enseguida se presenta la memoria de las fases de evaluación de canteras.

## **10.2 Evaluación de canteras de otros estudios en el área del proyecto**

En esta sección se presenta una breve descripción de las canteras y las características identificadas en los estudios existentes, cuyos materiales fueron investigados en el presente estudio para confirmar su utilización.

**a. Estudio Definitivo de la Carretera Juliaca - Lampa - Cara Cara (ATA - 1983)**

En este estudio se identificó y estudió las siguientes canteras:

**1. Cantera Puente Río Lampa (km 8+000)**

Esta cantera se ubica en el lecho del río Juliaca (aguas abajo del Puente Unocolla), luego de la confluencia de los ríos Lampa y Cabanillas, a la altura del km 8+000.

Según el estudio de ATA, el potencial de esta cantera supera los 10,000 m<sup>3</sup>, explotando una capa superficial de 1.5 m. La explotación puede alcanzar el 90% del volumen. La aptitud de los materiales, menciona ATA, es para agregado de concreto, mezclas asfálticas, filtros, suelos asfálticos y capa anticontaminante.

Según el presente estudio, los materiales no son plásticos; se clasifican como GW, con un bajo porcentaje de finos y piedra menuda no apta para chancado; su uso se limita a rellenos y sub-base. Para base será necesario que se mezcle con agregado grueso de otra cantera. Para concreto asfáltico puede utilizarse la arena de esta cantera mezclada con finos de otra de cantera.

**2. Cantera Balsachupa (km 11+000)**

Según ATA se trata de una formación de areniscas masivas, estratificadas y fracturadas; donde los escombros de talud son abundantes. En ambos flancos de la formación, el volumen acumulado de material suelto es superior a 300,000 m<sup>3</sup>; eliminando los tamaños mayores a 15 cm el volumen útil es de 80%. Puede usarse como sub-base y rellenos; para usarse como base debe

rebajarse el % de finos mediante la adición de gruesos.

Según el presente estudio los materiales se clasifican como suelo tipo GP-GM, con bajo porcentaje de finos y una durabilidad mayor del 15%, tanto en la arena como en la piedra, por lo que su uso se limita a rellenos.

### **3. Cantera Ccatacha (km 23+000)**

Según ATA se trata de una formación rocosa, donde los escombros sueltos tienen un potencial de 200,000 m<sup>3</sup>. Eliminando los tamaños mayores a 15 cm y materiales finos el volumen útil sería 80% del total.

Según el presente estudio, los materiales tienen un CBR de 41.48% y poco porcentaje de finos por lo que su uso se limita a rellenos.

### **4. Cantera Río Lampa (km 28+000)**

ATA identifica que los agregados para concreto pueden extraerse en todos los sitios donde el río Lampa se acerca a la carretera. Se selecciona la progresiva 28+000 porque representa el último acceso para el tramo hacia Cara Cara. ATA señala que la potencia cubre sobradamente la demanda de las obras de concreto.

En el presente estudio los materiales de cada cantera se clasifican como un suelo tipo A-1, con poco porcentaje de finos y una durabilidad mayor de 15% en la piedra, por lo que su uso se limita a rellenos y sub-base mezclada con finos de otra cantera.

### **5. Cantera Pichinchuane (km 30+900)**

ATA identifica la cantera poco antes de llegar a la ciudad de Lampa, mencionando que se trata de una arenisca blanquecina cuyos escombros de talud pueden ser utilizados directamente o mediante

proceso de fracturamiento; que el volumen aprovechable es 50,000 m<sup>3</sup>, con un rendimiento de 90%. Por la ausencia de arenas y gran porcentaje de finos su uso se restringe a rellenos.

Según el presente estudio, los materiales de esta cantera tienen un CBR de 22.46%, un límite líquido mayor que 25 y un índice plástico mayor que 6, clasificándose como un suelo tipo GP-GM, por lo que su uso se limita a rellenos.

#### **6. Cantera Calvario (km 33+000 con acceso al norte de Lampa)**

Según ATA esta cantera era explotada para obtener piedra canteada; para la carretera recomienda explotar la ladera Este; estima un potencial aprovechable de 300,000 m<sup>3</sup>; eliminando clastos y esquistos el volumen aprovechable es del 80%. Por su aptitud recomienda su uso para base, sub-base y rellenos.

Según el presente estudio, esta cantera se encuentra ubicada aproximadamente en el km 34+000, encontrándose que se usa sólo el agregado grueso que tiene una durabilidad mayor de 15% por lo que su uso se limita sólo a rellenos.

#### **7. Cantera km 52+000**

ATA identifica entre los km 52 y 53 del trazo de la carretera Juliaca Lampa - Cara Cara, acumulaciones de escombros de talud en el lado derecho de la trocha cubiertos de vegetación, con un volumen de 200,000 m<sup>3</sup> si se explota una capa de 2 m, luego de eliminar el material superficial con suelos finos y vegetación, encontrando que puede usarse en base, sub-base y rellenos.

Analizando los resultados de los ensayos de laboratorio presentados en el informe de ATA, en el presente estudio se determina que los



materiales sólo son aptos para rellenos.

**b. Expediente Técnico del Proyecto Asfaltado de la Carretera Juliaca - Lampa (km 3+900 al 5+300 y km 5+300 al 8+000) del Bat. de Ing. Comb. "Tte. Crl. La Rosa" N° 4, 1997 - 98**

En los dos expedientes revisados para reconocer la existencia de canteras y plantear el estudio, se encontró el Memorándum N° 379-97-MTC/15.19OCC del 14/04/97, en el que se da cuenta que:

Dentro de la vía Juliaca - Islas, a la altura del km 8+500, lado izquierdo, se ubica una zona con material granular adecuado para la elaboración de mezcla asfáltica; que dicho material es de origen fluvial con presencia de agregado grueso mayor de 2" sólo en un 10% por lo que se menciona será necesario hallar material de mayor dimensión para obtener áridos chancados y cumplir exigencias de calidad de superficies asfálticas. A la zona se denomina Cantera Islas, que tiene una cobertura vegetal de aprox. 35 cm que debe ser eliminada.

- Distante 5 km de la cantera Islas (km 13+500), zona de Yocara, se ubica un afloramiento rocoso de caliza que proveerá agregados gruesos (material chancado), debiendo considerarse costos de voladura, chancado y mezclado.

Al interior del expediente de 1997 se encuentran resultados de laboratorio y otras comunicaciones, de las que se deduce la existencia de otras canteras en el ámbito de la carretera Juliaca - Lampa, conocidos como:

- Cantera Lampa (31+800)
- Cantera Maravillas - km 5+000 de la carretera Juliaca - Pucará (Piedra chancada)

- Cantera Unocolla - A 4.7 km de la progresiva 0+000 (Arena) y a 9.80 km de la planta Chancadora (Aridos para asfalto)
- Cantera Unocolla - km 8+000 (Arena)
- Cantera Chacas - km 8+000 (Finos)

y otras canteras en el ámbito de Puno, como:

Cantera Cutimbo - km 26+000, lado derecho, en la vía Puno - Moquegua (material para mezclas bituminosas).

Asimismo se menciona en un cuadro de granulometría a la cantera Yocara I y Yocara II (Roca).

En el expediente técnico de 1998 se repite la información del expediente de 1997, agregándose diseños de mezcla asfáltica en caliente, como ensayos tentativos.

La evaluación de los resultados presentados en el estudio de canteras del expediente técnico se describe a continuación:

### **1. Cantera Lampa (km 31+800)**

Esta cantera está clasificada como un suelo tipo A-1-b, pudiendo utilizarse para rellenos; no es útil para su uso en base, concreto y carpeta asfáltica, por tener una durabilidad mayor de 15%, grado 4 en el ensayo Riedel Weber y pocos finos; para su uso como sub-base requiere combinarse con otra cantera que tenga mayor cantidad de finos.

### **2. Cantera Yocara**

Esta cantera es de roca y necesita explosivos para su explotación; cumple los requisitos de abrasión y durabilidad.

### **3. Cantera Isla**

Esta cantera está clasificada como un suelo tipo A-1-a y cumple con los requisitos de abrasión y durabilidad, pero la arena tiene grado 1 en el ensayo Riedel Weber; por lo tanto no es apta para concreto asfáltico.

### **4. Cantera Cutimbo**

Esta cantera está clasificada como un suelo Tipo A-1-a, pero tiene un límite líquido mayor que 25; por lo tanto su uso se limita a rellenos.

### **5. Cantera Maravillas (Roca)**

Esta cantera es de roca y su explotación requiere el uso de explosivos; cumple con los requisitos de abrasión y durabilidad para su uso en base, concreto y carpeta asfáltica; sin embargo requiere combinarse con otra cantera que tenga finos.

### **6. Cantera Unocolla**

Esta cantera está clasificada como un suelo tipo A-1-a (0) cumpliendo con todos los requisitos de abrasión, durabilidad, Riedel Weber, equivalente arena, etc., pudiendo utilizarse para concreto y T.S.B.; para sub-base, base y carpeta asfáltica requiere mezclarse con otras canteras por granulometría y finos.

### **7. Cantera Chacas**

Esta cantera es de finos pero está clasificada como un suelo tipo A-7-6 (13), con límite líquido mayor que 25 e índice plástico mayor que 6, por lo cual se descarta su uso como cantera de finos.

### **10.3 Evaluación de canteras identificadas fuera del área del estudio**

En vista de los resultados de la evaluación de las canteras existentes descrita antes, se amplió la revisión de otros estudios de canteras para carreteras cercanas, efectuando algunos trabajos de campo y laboratorio para confirmar esos resultados y sustentar la utilización de los materiales en el proyecto.

#### **a. Estudio Definitivo de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Juliaca – Lampa (Volcán S.A. – 1994)**

En el estudio de 1994, Volcán S.A. selecciona 12 canteras a lo largo de la carretera Juliaca – Pucará. Revisando los resultados contenidos en el informe y realizando algunas pruebas de campo y de laboratorio confirmatorias, en el presente estudio se ha llegado a las siguientes conclusiones:

##### **1. Cantera km 0+000 (Los Monos)**

Los materiales de esta cantera presentan un límite líquido mayor que 25 y un índice plástico de 6 clasificándose como un suelo tipo A-4 por lo cual no se recomienda para sub-base, base ni carpeta asfáltica.

##### **2. Cantera km 5+000 (Maravillas)**

Los materiales de esta cantera presentan condiciones de abrasión y durabilidad óptimas, siendo su explotación para agregados gruesos; requiere mezcla con otra cantera de agregados finos para su utilización como base, carpeta asfáltica o concreto. Esta cantera requiere el uso de explosivos.

### **3. Cantera km 10+000 (Chingora)**

Los materiales de esta cantera presentan un límite líquido mayor de 25 y un índice plástico de 6 clasificándose como un suelo A-2-4, por lo que su uso se limita a rellenos.

### **4. Cantera km 25+800**

Los materiales de esta cantera presentan un equivalente de arena menor que 25 y un módulo de fineza menor que 2.3, por lo que su uso se limita a rellenos.

### **5. Cantera km 31+900**

Los materiales de esta cantera presentan un límite líquido mayor que 25, un índice plástico mayor que 6, clasificándose como un suelo tipo A-2-6, por lo cual su uso se limita a rellenos.

### **6. Cantera km 39+800**

Los materiales de esta cantera presentan un límite líquido mayor que 25 y un índice plástico mayor que 6, clasificándose como un suelo tipo A-2-6, por lo cual su uso se limita a rellenos.

### **7. Cantera km 44+400**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-a (0) con un CBR de 100%, con óptimos resultados de abrasión y durabilidad, equivalente arena y módulo de fineza, pudiendo utilizarse para sub-base, base y concreto; para asfalto requiere mayor cantidad de finos por lo que es necesario el uso del filler o mezcla de arenas.

## **8. Cantera km 48+900**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-b (0) con un CBR de 56% con óptimos resultados de abrasión, durabilidad y módulo de fineza, pudiendo utilizarse para sub-base y concreto lavando la arena; para asfalto no es recomendable como agregado fino por tener un equivalente de arena de 31.5%.

## **9. Cantera km 55+200**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-b (0) con un CBR de 58%, con óptimos resultados de abrasión, durabilidad y módulo de fineza, pudiendo utilizarse para sub-base y concreto lavando la arena; para asfalto se puede utilizar como base negra ya que tiene un equivalente arena de 40.7%; para superficie de rodadura requiere combinarse con arena que tenga un equivalente de arena mayor de 50%.

## **10. Cantera km 61+500**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-b (0) con un CBR de 61%, con óptimos resultados de abrasión, durabilidad y módulo de fineza, pudiendo utilizarse para sub-base y concreto lavando la arena; para asfalto se puede utilizar como base negra ya que tiene un equivalente de arena de 41%; para superficie de rodadura requiere combinarse con arena que tenga un equivalente de arena mayor de 50%.

## **b. Estudio de Ingeniería para la Carretera Arequipa - Juliaca km 265+000 al 323+100 (Raúl Sánchez - 1994)**

El Ing. Sánchez identificó y estudió 10 canteras, cuya evaluación en el presente estudio llevó a las siguientes conclusiones:

## **1. Cantera km 268+200**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-a (0), con óptimos resultados de abrasión y durabilidad, pudiendo utilizarse para sub-base, base y concreto; para carpeta asfáltica no se puede utilizar la arena por cuanto el ensayo del Riedel Weber es menor que 4 y el equivalente arena 43.6%.

## **2. Cantera km 275+800**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-a (0), con óptimos resultados de abrasión y durabilidad, pudiendo utilizarse para sub-base, base y concreto; para carpeta asfáltica requiere mayor cantidad de finos por lo que debe mezclarse con arena de otra cantera que tenga mayor cantidad de finos.

## **Cantera km 278+540**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-a (0), con óptimos resultados de abrasión y durabilidad, pudiendo utilizarse para sub-base, base y concreto; para asfalto requiere mezclarse con arena de otra cantera por cuanto carece de finos.

## **4. Cantera km 281+640**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-a (0), con óptimos resultados de abrasión y durabilidad, pudiendo utilizarse para sub-base, base y concreto; para carpeta asfáltica la arena no es recomendable por tener un equivalente arena de 34.3%.

## **5. Cantera km 294+000**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-a (0), con óptimas condiciones de abrasión y durabilidad,

pudiendo utilizarse para sub-base, base y concreto; para carpeta asfáltica la arena no es recomendable por tener un equivalente arena de 34.3%.

#### **6. Cantera km 295+740 (Río Cabanillas)**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-a (0), con óptimos resultados de abrasión y durabilidad, pudiendo utilizarse para sub-base, base y concreto; para asfalto no se puede utilizar la arena por cuanto el ensayo de Ríedel Weber es menor de 4 y su equivalente arena es 34.3%.

#### **7. Cantera km 303+400**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-a (0), con óptimos resultados de abrasión y durabilidad, pudiendo utilizarse para sub-base, base y concreto; para carpeta asfáltica, la arena requiere mayor cantidad de finos o adicionar filler.

#### **8. Cantera km 308+500**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-1-a (0), con óptimas condiciones de abrasión y durabilidad, pudiendo utilizarse para sub-base, base y concreto; para asfalto se requiere mezclar con otra cantera de arena que contenga mayor cantidad de finos.

#### **9. Cantera km 317+870**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-2-4 (0), con límite líquido mayor que 25 e índice plástico mayor que 6, pudiendo utilizarse sólo para rellenos.



## **10. Cantera km 320+920**

Los materiales de esta cantera están clasificados como un suelo tipo A-2-4 (0), con límite líquido mayor que 25 e índice plástico mayor que 6, pudiendo utilizarse sólo para rellenos.

### **10.4 Evaluación complementaria de canteras**

Luego del análisis de las canteras evaluadas en otros estudios, se seleccionó a las más cercanas al proyecto y se amplió la identificación y evaluación de nuevas canteras en el río Unocolla.

Los resultados de esa evaluación se presenta enseguida; la información de los ensayos realizados se presenta en el Anexo N° 4 y un resumen de los resultados de dichos ensayos se presenta en el Cuadro N° 3.

#### **1. Cantera Unocolla**

##### **Ubicación**

Se ubica a la altura del km 8+000 de la carretera Juliaca - Lampa, entre la confluencia de los ríos Lampa y Cabanillas (que forman el río Juliaca) y hasta 2.0 km aguas abajo del puente Unocolla.

##### **Depósito**

Esta cantera está formada por depósitos aluviales y fluviales, constituidos mayormente por 68% de arenas y 30% de gravas y 2 a 5% de finos. Los elementos gruesos son redondeados a subredondeados, duros, sanos y tamaños máximo de 3/4".

**CUADRO N° 4**  
**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE CANTERAS**  
**PROYECTO: LAMPA-JULIACA**

Cantera	Ubicación km	Naturaleza del Material	Volumen Explot. m <sup>3</sup>	Finos %	L.L. %	L.P. %	I.P. %	S.U.C.S.	AASHTO	Usos
Unocolla	8+000	Depósito Aluvial	20.000	0,43	19,51	NP	NP	SP	A-1-a (0)	B, C, A y C
Acurrumi	9+500	R. Arenisca Esc. talud		8,36	18,33	NP	NP	GP - GM	A-1-a (0)	--
Picñan	10+440	R. Arenisca Esc. talud		22,59	22,70	21,60	6,10	GC	A-1-b (0)	--
Río Lampa 1	18+600	Depósito Aluvial	5.000	50,50	29,91	18,75	11,16	CL	A-6 (4)	--
Tacamani (Chañocachua)	22+800	Conglomerado	300.000	13,81	25,34	16,14	9,20	GC	A-1-a (0)	--
Pucara	27+940	Escombros de talud	200.000	25,27	21,82	20,29	1,53	GM	A-1-b (0)	B (Venteado)
Río Lampa 2	28+000	Depósito Aluvial	5.000	1,78	20,32	NP	NP	GP	A-1-a (0)	B, C, A y C
Río Lampa	30+500	Aluvial		0,23	21,02	NP	NP	GP	A-1-a (0)	B, C, A y C

CUADRO N° 5

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES DE  
PRÉSTAMO DE CANTERAS SELECCIONADAS

N°	Nombre	Ubicación	Naturaleza del material	Volumen de Explotación (m³)	Porcentaje de finos (%)	Índices de Atterberg (%)			Clasificación	
						L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
1	Unocolla 2000	A 2 km de carretera Km 7+700	Depósito aluvial	200.000	5,80	N.P.	N.P.	N.P.	SP-SM	A1-b(0)
2	Unocolla 700	A 0.7 km de carretera Km 7+700	Depósito aluvial	30.000	4,01	N.P.	N.P.	N.P.	ML	A-4(8)
					71,22	30,26	29,12	1,14		A-4(7)
3	Maravilla	A 6.5 km de carretera km 8+500	Escombros de talud	300.000	0,00					
4	Pucará	A 0.1 km de carretera km 27+940	Escombros de talud	200.000	25,27	21,82	20,29	1,53	GM	A-1-b(0)
5	Río Lampa	A 0.1 km de carretera km 28+000	Depósito aluvial	200.000	1,78	N.P.	N.P.	N.P.	GP	A-1-a(0)

N°	Nombre	Interperismo (Durabilidad) % de pérdida	Abrasión (Máq. de los Angeles) % de desgaste	Equivalente de arena %	Adhesividad a los áridos finos (Índice Riedel Weber)	Sales solubles totales	Usos
1	Unocolla 2000	7,1			7		Rellenos / base mezcla B Sub-base mezcla A Concreto asfáltico mezcla C
	Arena						
2	Unocolla 700						Concreto asfáltico mezcla C
3	Maravilla	18,7	30,80				Base mezcla B Concreto asfáltico mezcla C
4	Pucará	49,4	55,20		3	0,0075%	Sub-base mezcla A
	Arena	35,9		20,40			
5	Río Lampa	20,5	29,20			0,0086%	Rellenos Sub-base mezcla A
	Arena	8,7		82,10	8		

## **Acceso**

Es accesible mediante trochas de regular a mal estado, ubicadas en ambas márgenes del río entre 0.5 a 2.0 km, aguas arriba del puente y hacia aguas abajo, respectivamente.

## **Volumen**

Se puede explotar una capa de 1.0 a 1.5 m de profundidad, con un volumen que supera los 30,000 m<sup>3</sup> en el caso de la cantera Unocolla 700; en el caso de la cantera Unocolla 2000 la potencia es mayor, alrededor de 200,000 m<sup>3</sup>.

## **Método de explotación**

Su explotación se puede realizar con tractor a tajo abierto, la cual es limitado en los meses de Enero a Marzo, por la crecida del río.

## **Usos**

### **1.1 Cantera Unocolla 2,000 (Pte. Unocolla)**

Esta cantera está ubicada en la margen izquierda del río Unocolla, a 2,000 m aguas abajo del puente Unocolla; es un material no plástico que cumple con las condiciones de durabilidad, abrasión, equivalente de arena y adherencia; zarandeada se puede utilizar para sub-base; para base se puede usar mezclada con el material de la cantera Maravillas; y para concreto asfáltico se puede utilizar con los materiales de la cantera Maravillas mezclando con la arena de la cantera de Unocolla 700.

## **1.2 Cantera Unocolla 700 (Pte. Unocolla)**

Esta cantera de finos está ubicada a 700 m aguas arriba del puente Unocolla. Se puede utilizar con mezcla de arenas con la cantera de Unocolla 2,000 para el concreto asfáltico. A esta cantera también se le denomina Cabanillas por su ubicación en la confluencia de los ríos Cabanillas y Lampa que forman el río Unocolla.

## **2. Cantera Acarrumi (Km 9+500 de la carretera Juliaca - Lampa)**

### **Ubicación**

Se ubica en la margen derecha, a la altura del km 9+500 de la carretera Juliaca - Lampa.

### **Depósito**

Son afloramientos rocosos pertenecientes a la formación Lampa, constituidos por una secuencia de estratos delgados a medianos, de areniscas y areniscas limosas, color gris blanquecino, muy fracturadas, cubiertas por depósitos coluviales o escombros de talud, angulosos. Estas rocas son de buena resistencia al golpe del martillo.

### **Acceso**

Esta cantera tiene acceso directo mediante trochas de 30 a 50 m en regular estado.

### **Volumen**

Se puede explotar 20,000 m<sup>3</sup>, tanto del material suelto como del que se obtenga por voladuras.

## **Método de explotación**

Se puede aprovechar mediante equipo convencional de explotación y explosivos, durante todo el año. Los materiales de esta cantera están clasificados como A-1-a (0), pero en abrasión es mayor de 50%, por lo cual su utilización es sólo para rellenos.

### **3. Cantera Picñán (Km 10+440 de la carretera Juliaca - Lampa)**

#### **Ubicación**

Se ubica a la altura del km 10+540, a la derecha de la carretera Juliaca - Lampa.

#### **Depósito**

Está formado por afloramientos rocosos de la formación Lampa y escombros de talud. Los fragmentos rocosos son de naturaleza areniscosa, limolítica y lutácea. Según los resultados de los análisis de laboratorio presentan 22.59% de finos, 6.1% de índice de plasticidad, 60% de CBR y 65.1% de abrasión.

#### **Acceso**

Existen trochas en regular a mal estado, en una longitud de 30 a 100 m.

#### **Volumen**

Se puede explotar unos 40,000 m<sup>3</sup>, tanto del material suelto como del que se obtenga por voladuras.

## **Método de explotación**

Mediante equipo convencional de explotación y uso de explosivos, durante todo el año. Los materiales de esta cantera están clasificados como A-2-4(0), con un límite líquido mayor de 25 y un índice plástico mayor de 6; tiene un desgaste mayor del 50%, por lo cual su uso es sólo para rellenos.

### **4. Cantera Km 18+600 de la carretera Juliaca - Lampa**

Los materiales de esta cantera están clasificados como suelo tipo A-6(4) con alta plasticidad, por lo cual se descarta su utilización.

### **5. Cantera Tacamani o Chañocahua (Km 22+800 de la carretera Juliaca - Lampa)**

#### **Ubicación**

Se ubica a 300 m de la margen izquierda de la carretera Juliaca - Lampa.

#### **Depósito**

Está formado por un estrato conglomerádico constituido por 61% de gravas subangulosas a subredondeadas de roca arenisca, 25% de arenas y 41% de finos, cuyo espesor promedio es de 5 m. Debajo de estos depósitos se ubican estratos de arcilla limosa color gris oscuro a negro y plasticidad media.

#### **Acceso**

Existen trochas en regular estado, de 200 a 300 m de longitud.

## **Volumen**

Se puede explotar mediante equipo convencional de movimiento de tierras, durante todo el año. Esta cantera está clasificada como un suelo tipo A-2-4(0), con alta plasticidad por lo cual su utilización es sólo para rellenos.

### **6. Cantera Río Lampa (Km 28+000 de la carretera Juliaca - Lampa)**

La cantera tiene una potencia de 200,000 m<sup>3</sup>, al que se llega mediante un acceso de unos 100 m de estado regular.

Los materiales están clasificados como suelo tipo A-1-a (0). Como la durabilidad de la piedra es 20.5 es posible su utilización para sub-base mezclada con la arena de la cantera Pucará (km 27+940) en una proporción de 90% Río Lampa (hormigón) con 10% Pucará (arena).

### **7. Cantera Pucará (Km 27+940 de la carretera Juliaca - Lampa)**

#### **Ubicación**

Se ubica a la altura del km 27+940, a la derecha de la carretera hacia Lampa.

#### **Depósito**

Está formado por bancos de conglomerados de cantos y gravas englobadas en una matriz arenosa, color marrón amarillenta, de formas subredondeadas, de aprox. 10 m de espesor, con material de cobertura superficial de 10 a 30 cm de espesor, que debe eliminarse.

En la base de los conglomerados se ubican arenas finas a medias y arenas limosas no plásticas, en estratos delgados.



## **Acceso**

Existe una trocha de regular estado de 100 m de longitud.

## **Volumen**

Se puede explotar unos 200,000 m<sup>3</sup>.

## **Método de explotación**

Se puede aprovechar mediante equipo convencional de movimientos de tierras, durante todo el año. Los materiales de esta cantera están clasificados como suelo tipo A-1-b(0), como su abrasión es mayor de 50% se utilizará para rellenos; para sub-base puede utilizarse mezclando 10% de arena zarandeada de esta cantera con 90% del hormigón de Río Lampa.

### **8. Cantera Km 37+500 de la carretera Juliaca - Lampa (lecho derecho)**

Los materiales de esta cantera están clasificados como suelo tipo A-2-6(0), por lo cual su utilización será para rellenos.

### **9. Cantera Maravillas**

Esta cantera de más de 300,000 m<sup>3</sup>, está ubicada en el km 5 de la carretera Juliaca – Pucará al que se llega mediante un camino de acceso de 6.5 kms; los análisis de los materiales presentan buenos resultados en abrasión y durabilidad, requiriéndose el uso de explosivos para su explotación; sólo se utilizará el agregado grueso que deberá lavarse o pasarse por el secador, antes de utilizarse en concreto asfáltico y para base mezclada con Unocolla 2,000.

## **10.5 Conclusiones y Recomendaciones**

Para el uso de canteras en el proyecto de rehabilitación y mejoramiento de la carretera Juliaca - Lampa - Qda. Metara se concluye y recomienda:

1. Para rellenos utilizar la cantera Unocolla 2,000 y Río Lampa km 28+000, por las características de sus materiales, su ubicación respecto a la obra y potencia explotable.
2. Para sub-base utilizar la cantera Unocolla 2,000 y la cantera Río Lampa km 28+000 mezclada con la arena de la cantera Pucará km 27+940.
3. Para base utilizar la cantera Unocolla 2,000 mezclada con la cantera Maravillas.
4. Para concreto asfáltico y T.S.B. utilizar la piedra lavada o pasada por el secador de la cantera Maravillas con la mezcla de arenas de la cantera Unocolla 2,000 (Malla 3/8") con la arena fina de Unocolla 700.

La ubicación y características de las canteras seleccionadas, se presenta en la Lámina N° 2 y en el Cuadro N° 4.

## **11. FUENTES DE AGUA**

Se realizó investigaciones de campo para identificar las fuentes de abastecimiento de agua para la construcción del pavimento de la carretera y obras de arte. Se seleccionó y analizó tres puntos de agua cuya descripción, características y conclusiones se expone a continuación. Los resultados de los ensayos físico - químicos se presentan en el Anexo N° 5.

CANTERA UNOCOLLA - 700		
AREA	: 25 has	
POTENCIA	: 30,000 m <sup>3</sup>	
ACCESO	: 700 m Regular	
ELIMINAR	: 0.10 a 0.20m superficial	
AGREGADO	: FINO	
USOS	REND.	TRAT.
M.A.C.	50 %	M

CANTERA RIO LAMPA		
AREA	: 1.8 has	
POTENCIA	: 20,000 m <sup>3</sup>	
ACCESO	: 100 m Regular	
AGREGADO	: GRUESO Y FINO	
USOS	REND.	TRAT.
S.B.G.	100 %	-
R.	100 %	-
M.C.C.P.	60 %	-



CANTERA UNOCOLLA - 2000		
AREA	: 13 has	
POTENCIA	: 200,000 m <sup>3</sup>	
ACCESO	: 2000 m Regular	
ELIMINAR	: 6.15m superficial	
AGREGADO	: GRUESO Y FINO	
USOS	REND.	TRAT.
S.B.G.	94 %	Z
B.	94 %	M
M.A.C.	60 %	M
C:A	74 %	-

CANTERA MARAVILLAS		
AREA	: 3 has	
POTENCIA	: 300,000 m <sup>3</sup>	
ACCESO	: 6500 m Regular	
AGREGADO	: GRUESO Y FINO	
ELIMINAR	: IMPUREZA SUPERFICIAL (e= 0.30 m)	
USOS	REND.	TRAT.
B.G.	90 %	E,T y M
M.A.C.	90 %	E,T y M
M.C.C.P.	40 %	E,Z, T y M

CANTERA PUCARA		
AREA	: 2 has	
POTENCIA	: 200,000 m <sup>3</sup>	
ACCESO	: 100 m Regular	
ELIMINAR	: IMPUREZA SUPERFICIAL (e= 0.30 m)	
AGREGADO	: GRUESO Y FINO	
USOS	REND.	TRAT.
S.B.G.	41 %	M y Z

- USOS :
- R. : RELLENO
  - S.B.G. : SUB-BASE GRANULAR
  - B.G. : BASE GRANULAR
  - M.A.C. : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE
  - M.C.C.P. : MEZCLA DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND
  - C.A. : CAPA ANTICONTAMINANTE

- TRATAMIENTO :
- Z : ZARANDEO
  - T : TRITURACION
  - M : MEZCLA
  - E : EXPLOSIVO

ELABORADO POR	ELABORADO EN
REVISADO POR	REVISADO EN
APROBADO POR	APROBADO EN

MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, ENERGIA Y OBRAS PUBLICAS

**HC&ASOCIADOS**  
INGENIEROS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

CARRERA JULIACA - LAMPA - ODA, MEZANA  
UBICACION DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

ESTADO	FECHA

ED-1978-QM-001  
HC/1978-FUJ0-001

### **11.1 Río Unocolla, km 8+000 (Puente Unocolla)**

El puente Unocolla emplazado en el río del mismo nombre, está ubicado en el km 8+000 de la carretera Juliaca - Lampa. De acuerdo a los resultados de los análisis físico químicos, las aguas de este río pueden usarse en la construcción, excepto para la preparación de concreto debido a la presencia de cloruros.

### **11.2 Río Lampa, km 26+500**

Es un curso de agua permanente que discurre a lo largo de la carretera Juliaca - Lampa. La muestra de agua se obtuvo a la altura del km 26+500 del nuevo trazo. Las aguas de este río se pueden utilizar como fuente tanto en la pavimentación como en la preparación del concreto hidráulico de cemento Portland, porque cumple los requerimientos exigidos.

### **11.3 Laguna Colorada, km 31+500**

La laguna Colorada está ubicada a la altura del km 31+500, muy cerca de la carretera. Los resultados del análisis de laboratorio indican que el agua puede ser utilizada en la construcción de la carretera, tanto en la pavimentación como en la preparación del concreto hidráulico de cemento Portland.

## **A N E X O S**

- Nº 1      PERFILES    ESTRATIGRÁFICOS    DE    LAS    CALICATAS    DE  
CIMENTACION DE LA VIA
  
- Nº 2      ENSAYOS DE CAMPO EN CALICATAS DE CIMENTACION DE LA  
VIA
  
- Nº 3      ENSAYOS    DE    LABORATORIO    EN    MUESTRAS    DE    LA  
CIMENTACION DE LA VIA
  
- Nº 4      ENSAYOS DE LABORATORIO EN MUESTRAS DE CANTERAS
  
- Nº 5      ENSAYOS EN MUESTRAS DE AGUA

## ANEXO Nº 2

### ENSAYOS DE CAMPO EN CALICATAS DE CIMENTACIÓN DE LA VÍA

1. Densidad del suelo in situ en Km 8+780, km 10+000 y km 11+720
2. Densidad del suelo in situ en Km 13+540, km 16+000 y km 19+600
3. Densidad del suelo in situ en Km 14+600, km 22+500 y km 25+500
4. Densidad del suelo in situ en Km 26+500, km 27+500 y km 30+500
5. Densidad del suelo in situ en Km 31+500, km 33+500 y km 34+500
6. Peso específico y % de absorción.
7. Ensayo de compactación proctor.

Efectuados en el Laboratorio de Geotécnia de la Dirección Regional de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción - Puno.

## ANEXO N° 3

### ENSAYOS DE LABORATORIO EN MUESTRAS DE LA CIMENTACION DE LA VIA

1. Km 10+000, estrato 0.6 - 1.2 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
2. Km 11+000, estrato 0.55 - 1.5 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
3. Km 11+720, estrato 0.9 - 1.6 m: Análisis granulométrico; curva y clasificación; límites y humedad natural.
4. Km 13+540, estrato 0.3 - 1.8 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
5. Km 14+000, estrato 0.15 - 0.8 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
6. Km 18+100, estrato 0.0 - 0.6 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
7. Km 18+600, estrato 1.0 - 1.7 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
8. Km 18+600, estrato 1.0 - 1.7 m: Ensayo de compactación
9. Km 18+600, estrato 1.0 - 1.7 m: CBR
10. Km 19+600, estrato 1.1 - 1.8 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
11. Km 20+600, estrato 1.3 - 1.9 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
12. Km 22+500, estrato 1.1 - 1.6 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
13. Km 23+500, estrato 1.1 - 1.5 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
14. Km 24+100, estrato 0.0 - 0.3 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.

15. Km 24+500, estrato 0.6 - 1.5 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
16. Km 26+500, estrato 1.0 - 1.4 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
17. Km 26+500, estrato 1.4 - 1.9 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
18. Km 26+500: Ensayo de compactación
19. Km 26+500: CBR
20. Km 27+500, estrato 0.2 - 1.0 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
21. Km 28+500, estrato 1.1 - 1.8 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
22. Km 29+500, estrato 0.2 - 1.3 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
23. Km 30+500, estrato 1.7 - 2.4 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
24. Km 31+500, estrato 0.6 - 1.4 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
25. Km 32+500, estrato 0.55 - 1.4 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
26. Km 33+500, estrato 0.35 - 1.4 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
27. Km 34+500, estrato 0.35 - 1.5 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
28. Km 35+500, estrato 0.2 - 0.8 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
29. Km 36+800, estrato 0.55 - 1.5 m: Análisis granulométrico, curva y clasificación; límites y humedad natural.
30. Km 36+800: Ensayo de compactación
31. Km 36+800: CBR
32. Km 36+800: Ensayo de compactación



33. Km 13+500, km 20+000 y 30+000

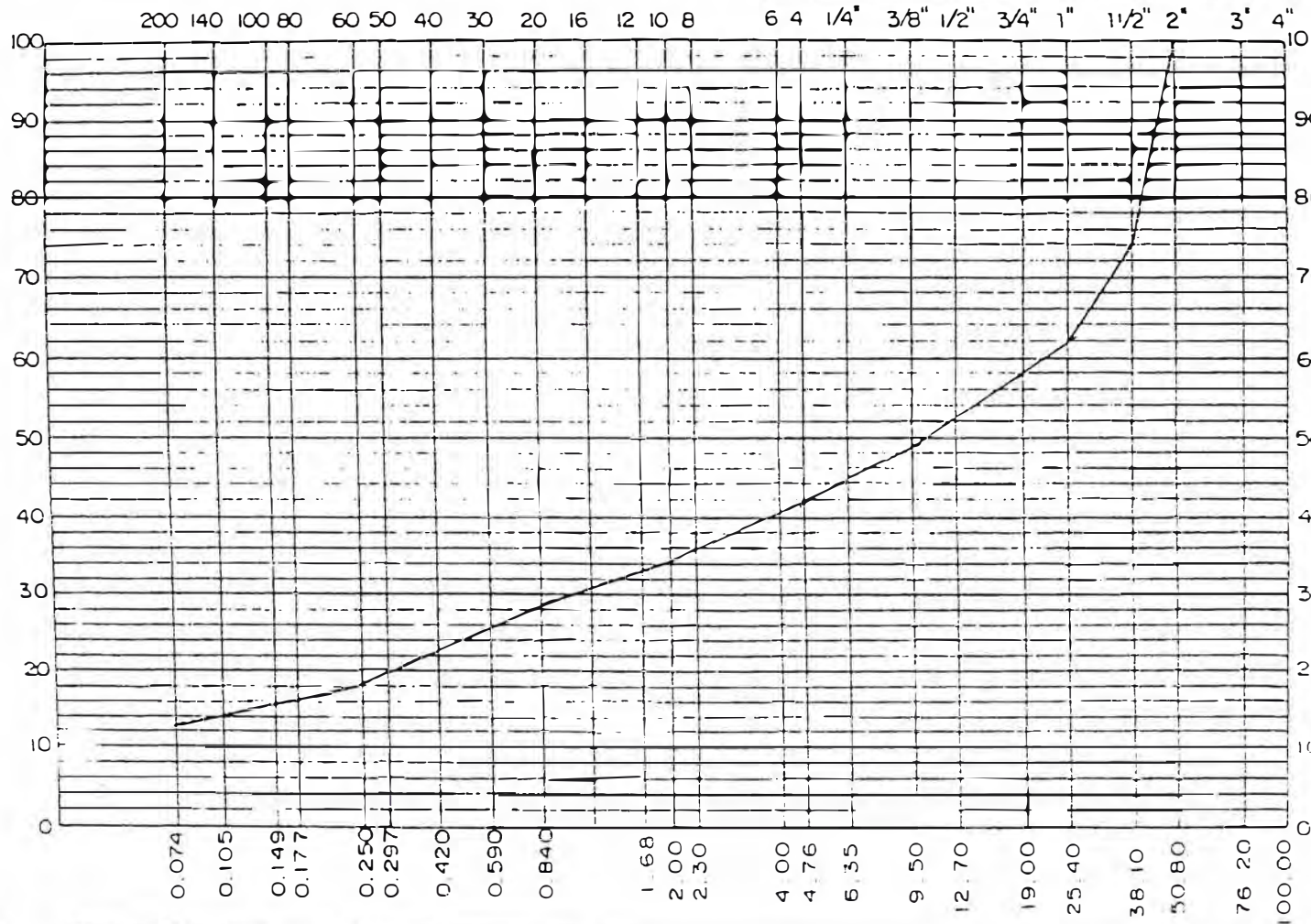
- Granulometría de la mezcla de los materiales de las tres calicata:
- Proctor modificado inc. curva densidad seca - humedad
- CBR de cada una
- Equivalente de arena
- Abrasión
- Intemperismo (durabilidad)

34. Km 37+500: granulometría, curva, límites y clasificación

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"		100,0	
1 1/2"	24,99	75,01	
1"	13,05	61,96	
3/4"	4,30	57,66	
1/2"	4,59	53,07	
3/8"	4,27	48,80	
1/4"	3,99	44,81	
Nº 4	3,05	41,76	
Nº 10	7,28	34,48	
Nº 20	5,65	28,83	
Nº 40	6,87	21,96	
Nº 80	4,22	17,74	
Nº 140	3,83	13,91	
Nº 200	1,24	12,67	
-200			



*Samuel Vizcaro Ortae*  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

SONDEO Nº	KM 10 + 000	MUESTRA Nº	2
PROFUNDIDAD	0.60 - 1.50 m.		
CLASIFICACION	SIJCS:	GC-GM	
	AASHO:	A - 1 - a (0)	
REVISADO POR	SVO	FECHA	Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA DIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V C.S
------------------	------------	-----------	--------------	------------	--------------	------------

LIM. LIQUIDO	22,32%	LIM. PLASTICO	16,96%	INDICE PLASTICO	5,36%
HUM. NATURAL	4,59%				

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

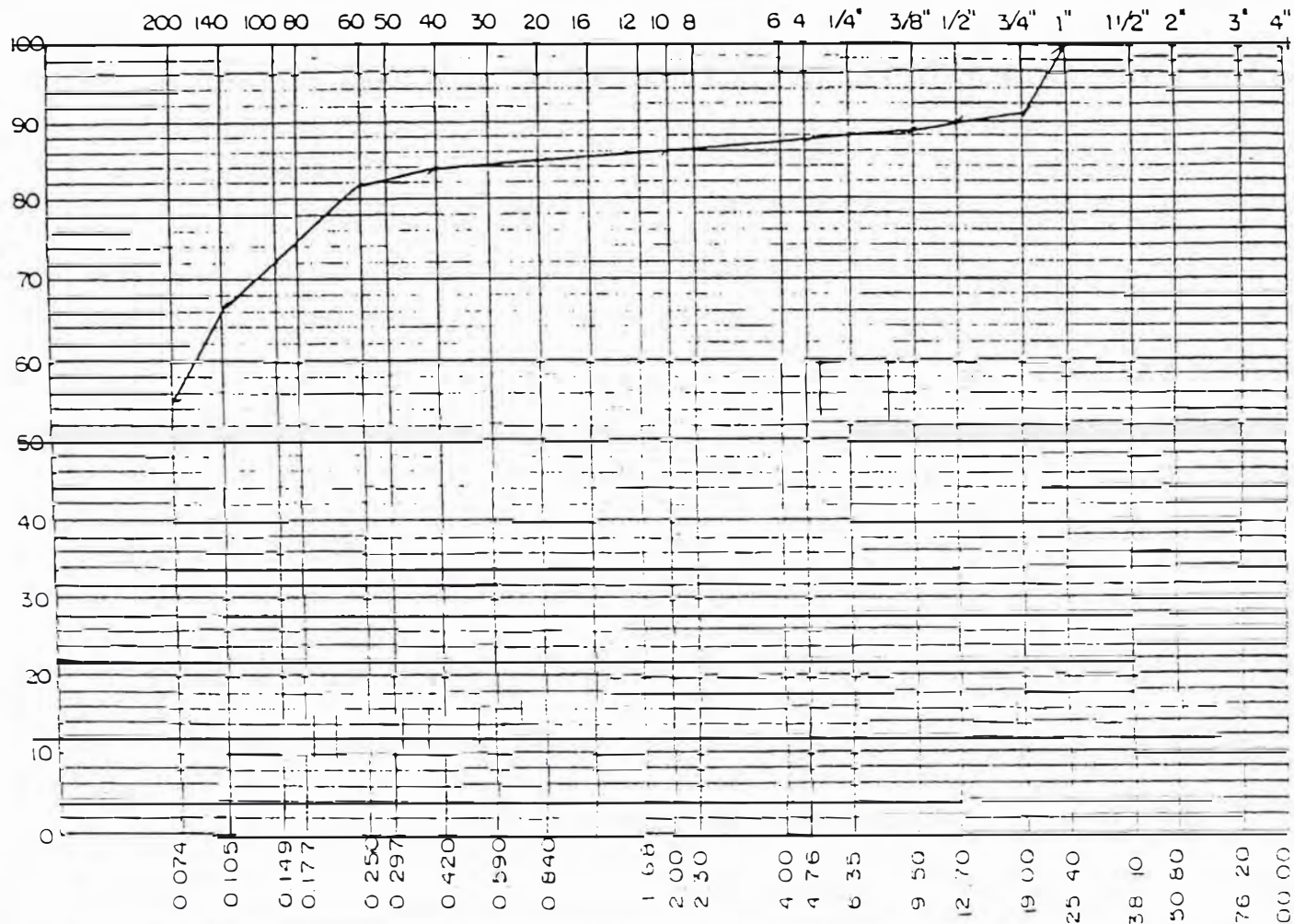
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 11 + 000

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"		100,00	
3/4"	8,89	91,11	
1/2"	1,32	89,79	
3/8"	1,07	88,72	
1/4"	0,69	88,03	
N° 4	0,56	87,47	
N° 10	1,26	86,21	
N° 20	1,03	85,18	
N° 40	1,22	83,96	
N° 60	2,26	81,70	
N° 140	14,27	67,43	
N° 200	12,25	55,18	
-200			



*Samuel Vizcardo Otaño*  
Samuel Vizcardo Otaño  
Ingeniero Civil  
CIP. 49109

SONDEO N° KM 11 + 000	MUESTRA N° 2	
PROFUNDIDAD	0,55 - 1,50 m.	
CLASIFICACION	SUCS:	CL - ML
	AASHO:	A - 4 (4)
REVISADO POR	SVO	FECHA
		Feb-99

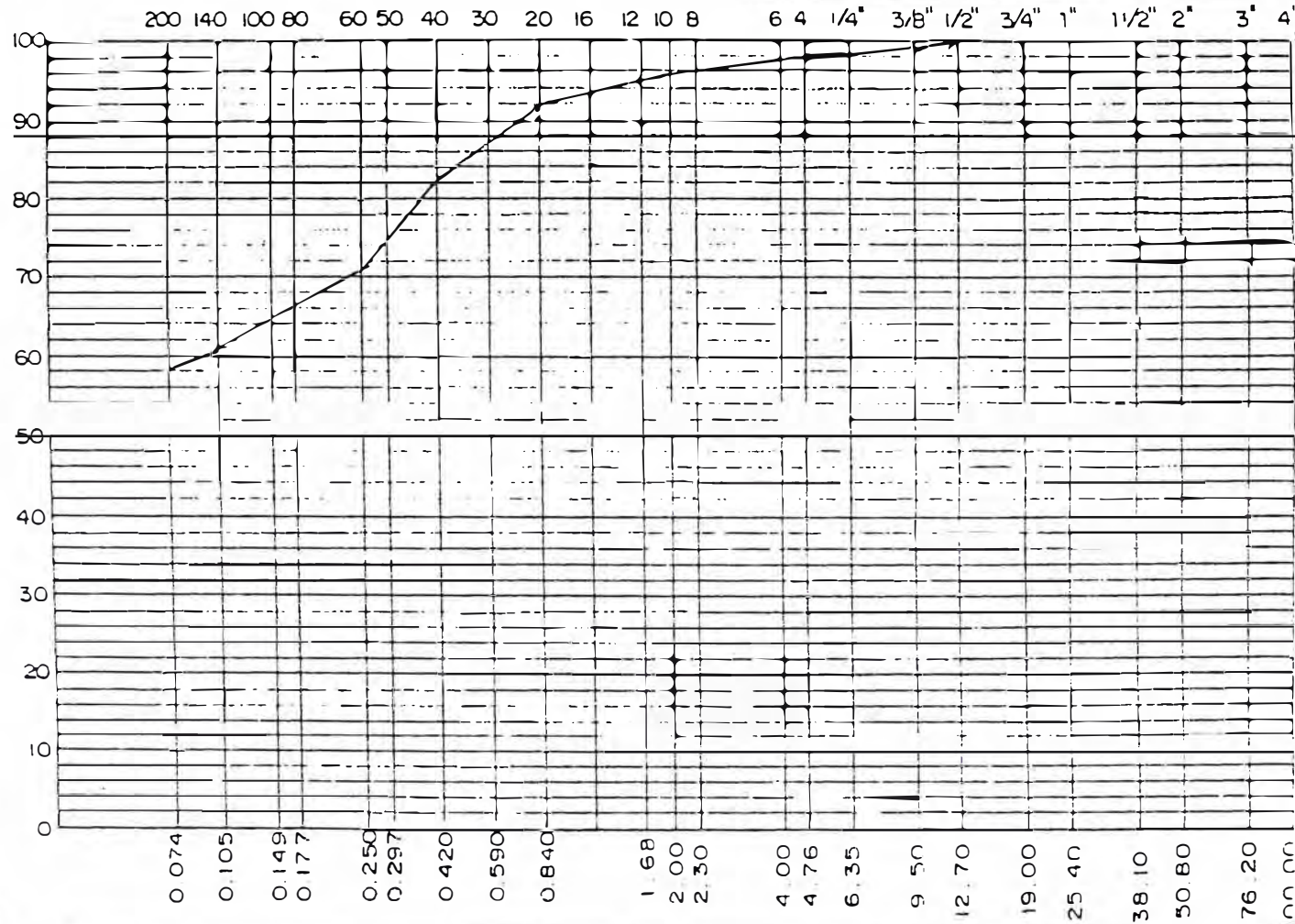
LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. / C.S.
LIM. LIQUIDO	24,11%	LIM. PLASTICO	18,66%	INDICE PLASTICO	5,45%	
HUM. NATURAL	7,45%					

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 11 + 720  
SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0,00	100,00	
3/8"	0,49	99,51	
1/4"	0,65	98,86	
N° 4	0,60	98,26	
N° 10	2,38	95,88	
N° 20	3,86	92,02	
N° 40	9,05	82,97	
N° 60	11,66	71,31	
N° 140	10,45	60,86	
N° 200	2,91	57,95	
-200			



Samuel Vizcardo Glazo  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	SVCS
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	------


SONDEO N° KM 11 + 720		MUESTRA N° 2	
PROFUNDIDAD		0.90 - 1.60 m.	
CLASIFICACION	SUCS	CL-ML	
	AASHO	A - 4 (5)	
REVISADO POR	SVO	FECHA	Feb-99

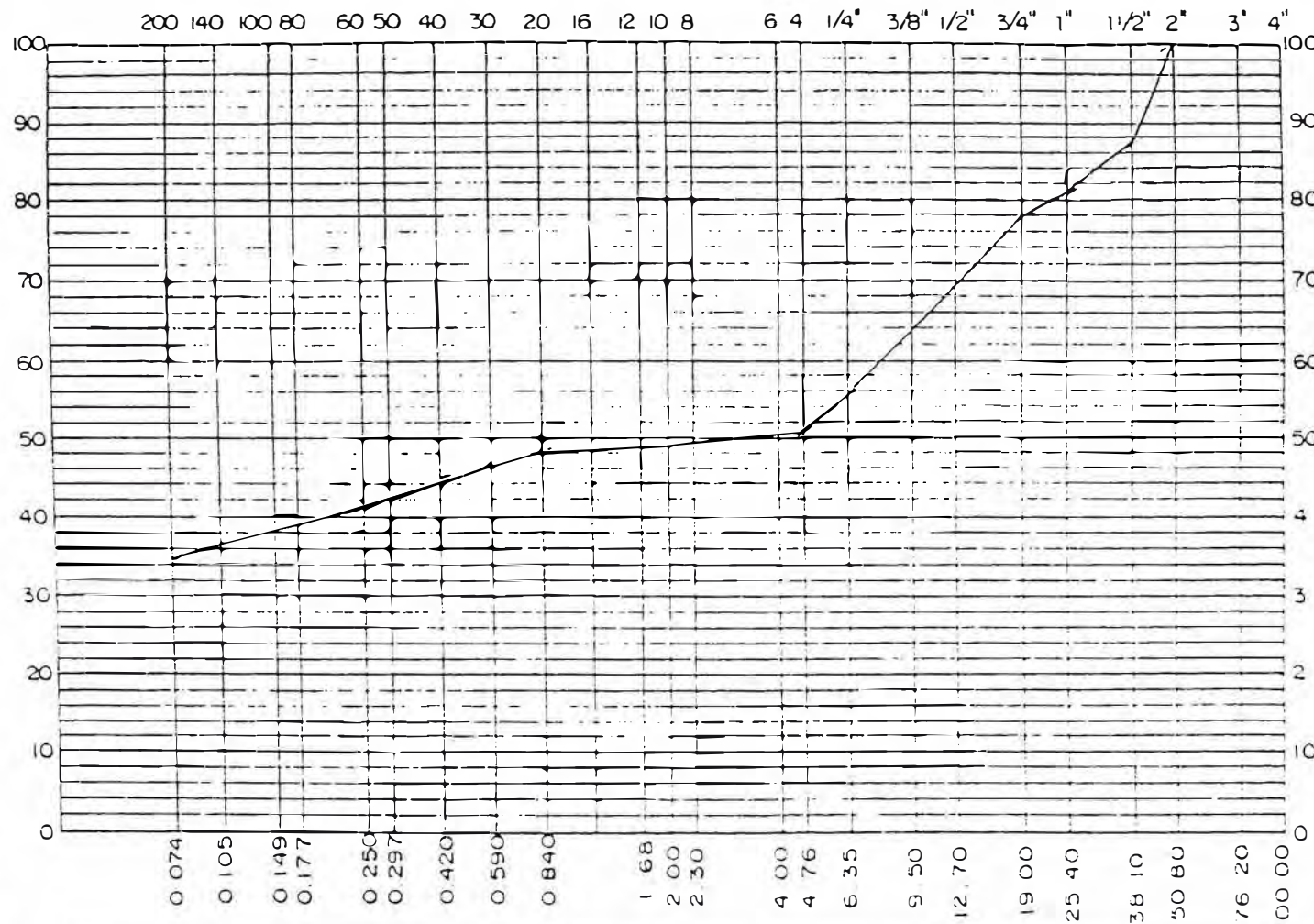
LIM. LIQUIDO	22,03%	LIM. PLASTICO	16,99%	INDICE PLASTICO	5,04%
HUM NATURAL	6,13%				

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"		100,0	
1 1/2"	13,39	86,61	
1"	5,94	80,67	
3/4"	2,97	77,70	
1/2"	7,87	69,83	
3/8"	5,38	64,45	
1/4"	8,27	56,18	
N° 4	5,39	50,79	
N° 10	1,58	49,21	
N° 20	1,57	47,64	
N° 40	2,90	44,74	
N° 80	3,87	40,87	
N° 140	4,09	36,78	
N° 200	1,53	35,25	
-200			

  
 Samuel Vizcardo Otaño  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109



SONDEO N° KM 13 + 540	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.30 m
CLASIFICACION	SIJCS: GC
	AASHO: A - 6 - (2)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	--------------

LIM. LIQUIDO	37,70%	LIM. PLASTICO	19,47%	INDICE PLASTICO	18,23%
HUM. NATURAL	11,79%				

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 14 + 000

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

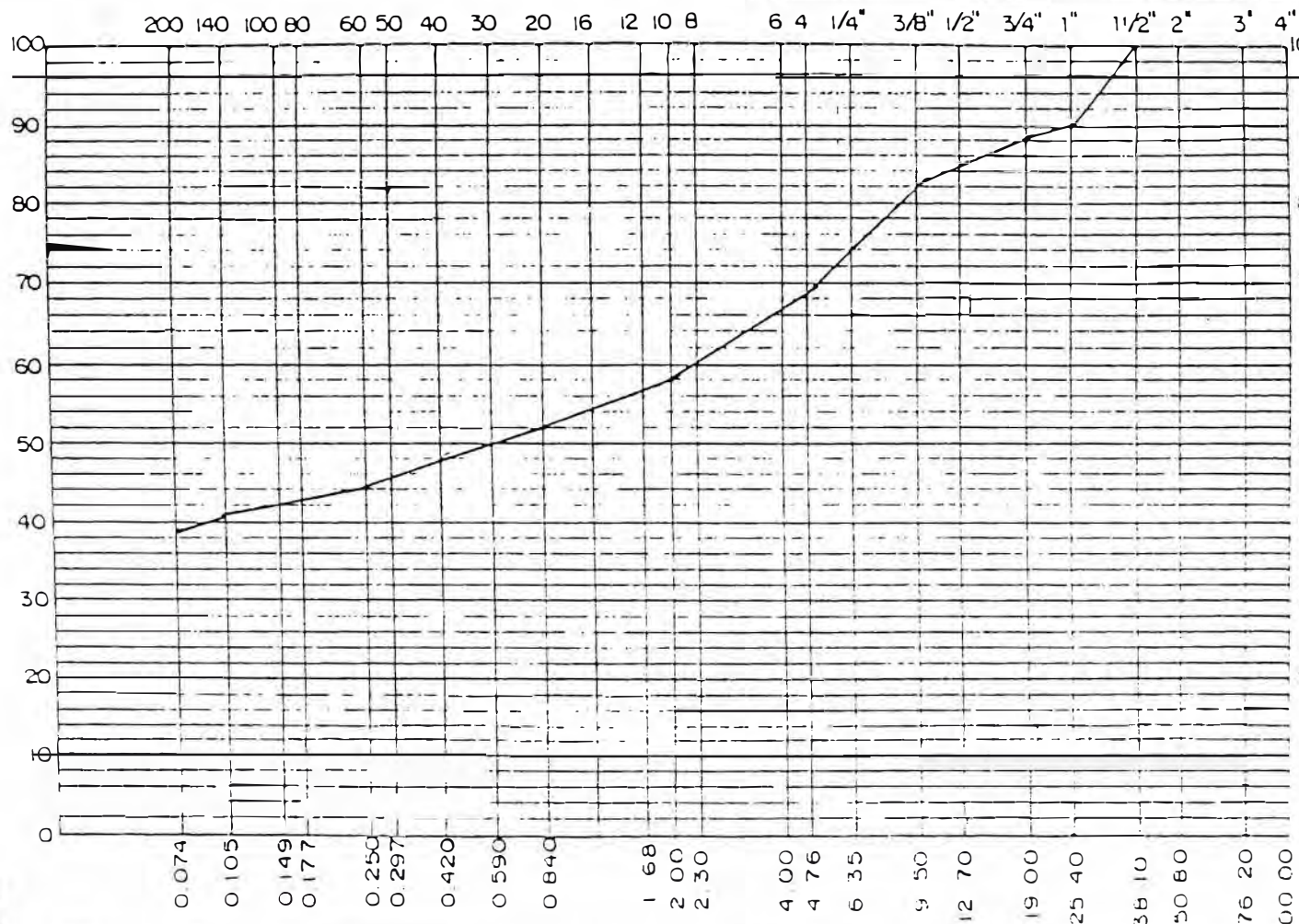
**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO:**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"		100,00	
1"	9,66	90,34	
3/4"	0,85	89,49	
1/2"	3,98	85,51	
3/8"	2,42	83,09	
1/4"	8,67	74,42	
N° 4	5,16	69,26	
N° 10	11,14	58,12	
N° 20	6,00	52,12	
N° 40	4,38	47,74	
N° 60	3,20	44,54	
N° 140	3,39	41,15	
N° 200	1,36	39,79	
-200			



Samuel Vizcardo Otaño  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109



SONDEO N° KM 14 + 000	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	0,15 - 0,80 m
CLASIFICACION	SUCS: GC
	AASHO: A - 6 (3)
REVISADO POR	SVO FECHA Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	SVCS
LIM. LIQUIDO	37,40%	LIM. PLASTICO	20,79%	INDICE PLASTICO	16,51%	
HUM. NATURAL	4,66%					

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

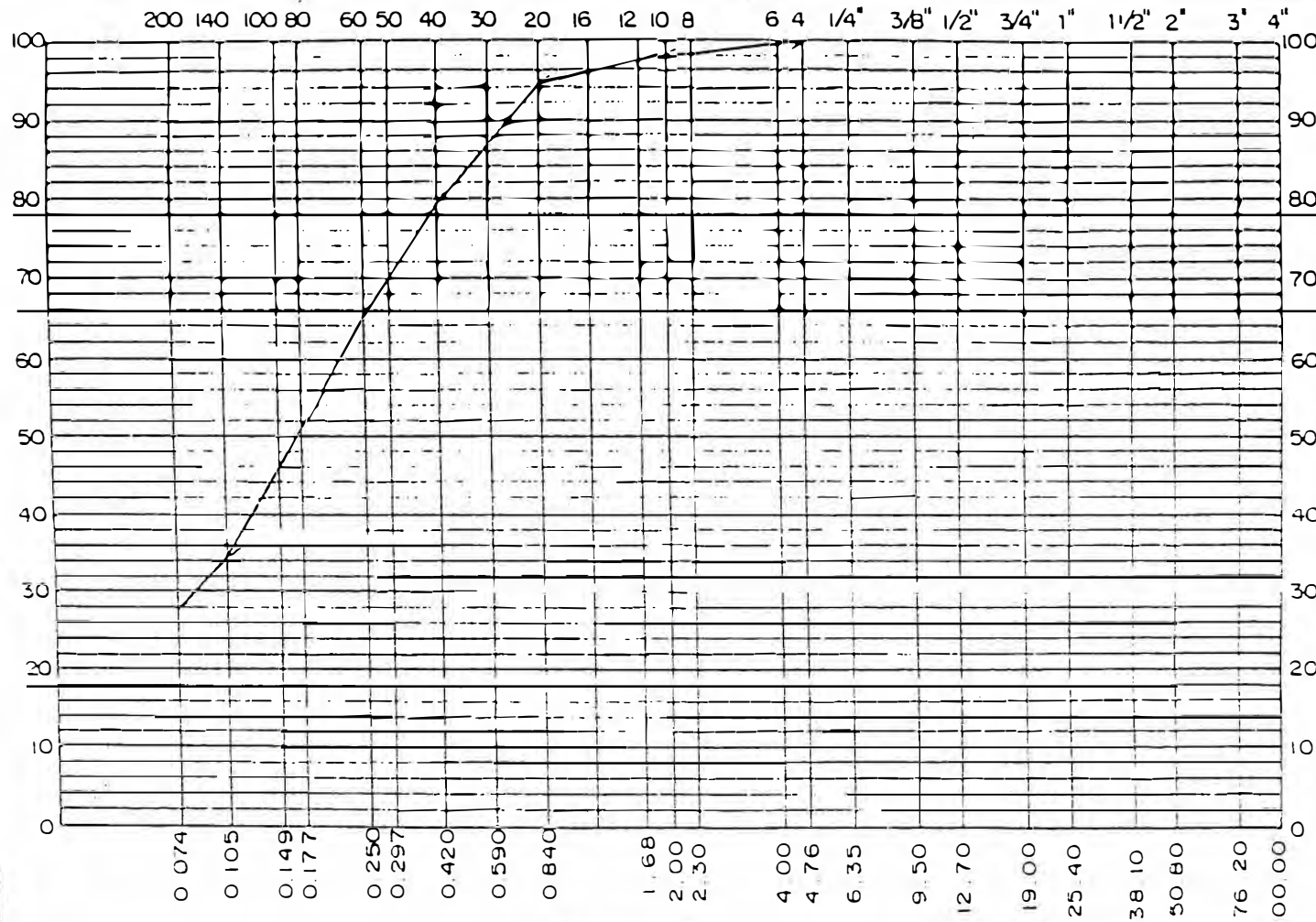
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 18 + 100

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N° 4	0,00	100,00	
N° 10	1,68	98,32	
N° 20	3,75	94,57	
N° 40	14,74	79,83	
N° 60	13,35	66,48	
N° 140	31,84	34,64	
N° 200	6,88	27,76	
-200			



*Samuel Vizcardo Ojazo*  
 Ingeniero Civil  
 CIP 10109

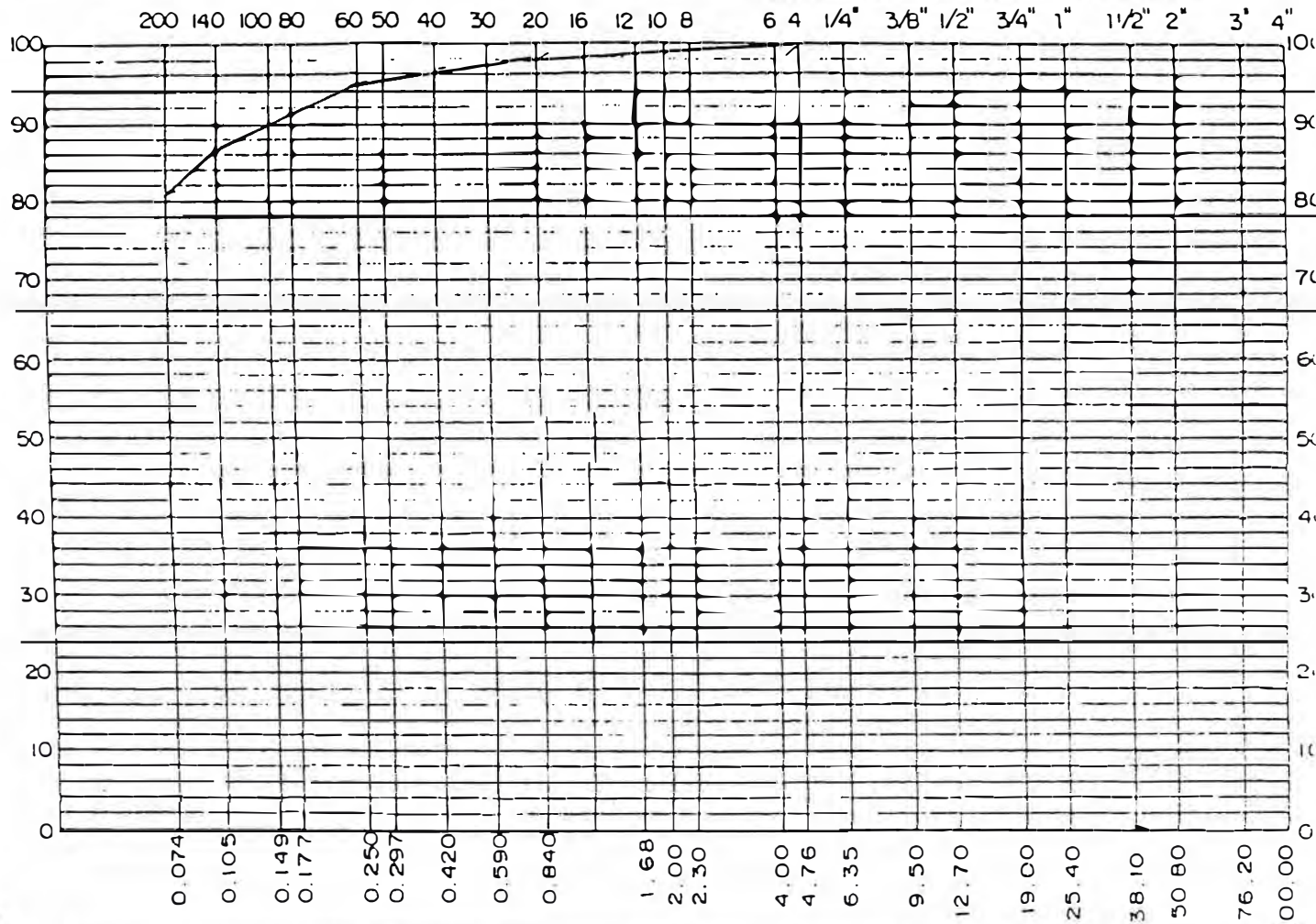
SONDEO N° KM 18+1000		MUESTRA N° 1	
PROFUNDIDAD		0.00 - 0.60 m.	
CLASIFICACION	SUCS:	SM	
	AASHO:	A - 2 - 4 (0)	
REVISADO POR	SVO	FECHA	Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
LIM. LIQUIDO	19,67%	LIM. PLASTICO		INDICE PLASTICO		N.P
HUM. NATURAL	5,01%					

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N° 4	0,00	100,00	
N° 10	0,78	99,22	
N° 20	1,11	98,89	
N° 40	1,46	98,54	
N° 60	1,91	98,09	
N° 140	7,33	92,67	
N° 200	6,01	93,99	
-200			



*Samuel Vizcardo Olazo*  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO N° KM 18 + 600	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	1.00 - 1.70 m
CLASIFICACION	SUCS: CL-ML
	AASHO: A - 4 - (8)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	-----------

LIM. LIQUIDO	22,30%	LIM. PLASTICO	18,03%	INDICE PLÁSTICO	4,27%
HUM. NATURAL	10,56%				

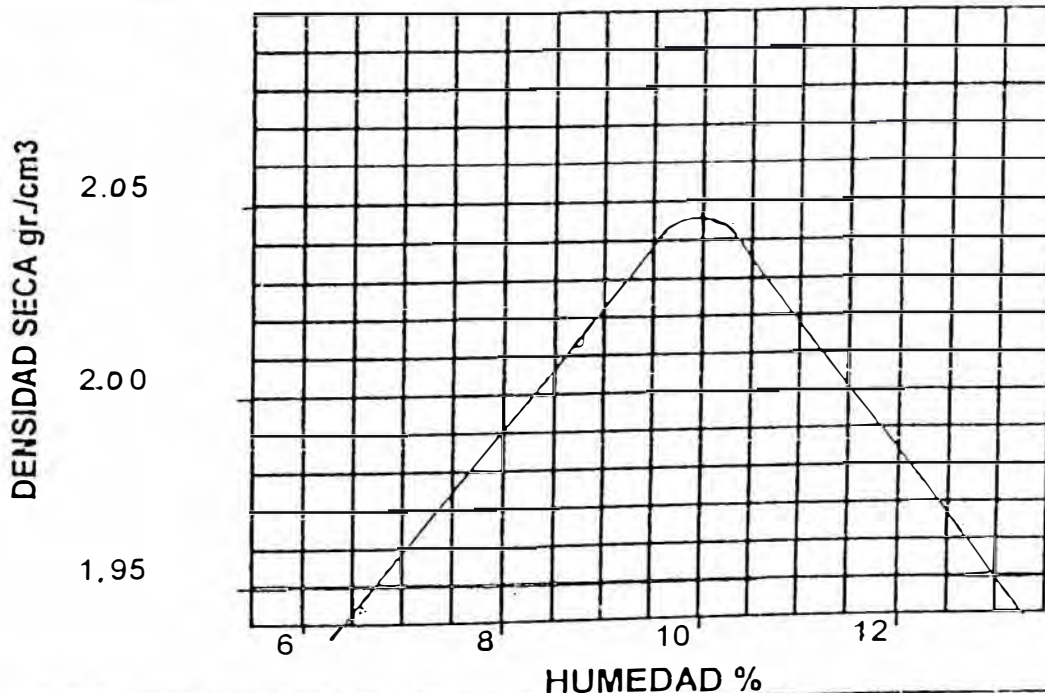


## ENSAYO DE COMPACTACION

Estudio Definitivo de Mejora.

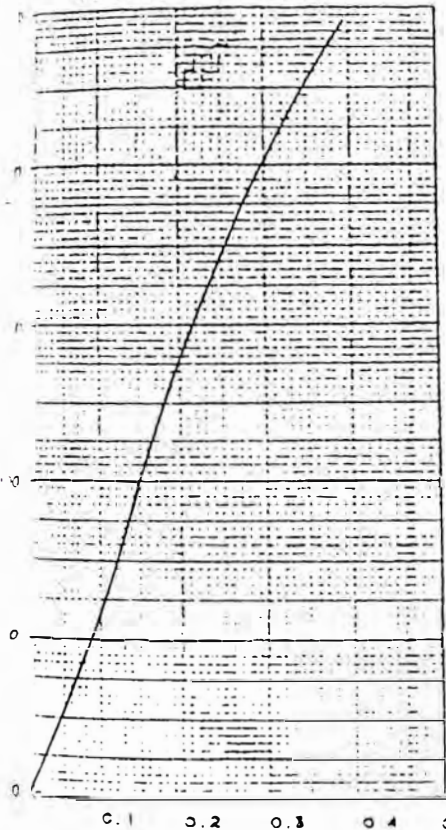
PROYECTO : <u>y Rehab. De la carretera</u>	FECHA : <u>Lima, Febrero de 1999</u>
UBICACIÓN : <u>LAMPA-JULIACA</u>	MATERIAL : <u>Terreno Natural</u>
A.S.T.M. : <u>15 57</u>	PROCEDENCIA : <u>Km 18+ 600</u>

<b>MAXIMA DENSIDAD</b> 2.046    gr/cm3						<b>OPTIMA HUMEDAD</b> 10.00    %
Peso molde + Suelo húmedo	10.080	10.335	10.485	10.378		
Peso molde	5.700	5.700	5.700	5.700		
Peso suelo húmedo	4.380	4.635	4.765	4.676		
Volúmen del molde	2.116	2.116	2.116	2.116		
Densidad húmeda	2,070	2,190	2,252	2,210		
Densidad seca	1,943	2,014	2,042	1,961		
Tarro N°	14	32	41	30		
Tarro + suelo húmedo	150,62	150,12	156,21	149,44		
Tarro + suelo seco	142,93	140,04	143,96	135,39		
Agua	7,69	10,08	12,25	14,05		
Peso del tarro	25,01	24,86	24,90	24,55		
Peso del suelo seco	117,92	115,18	119,06	110,84		
% Humedad	6,52	8,75	10,29	12,68		



CBR-AASHTO T-193-63 - CURVAS ESFUERZO-PENETRACION

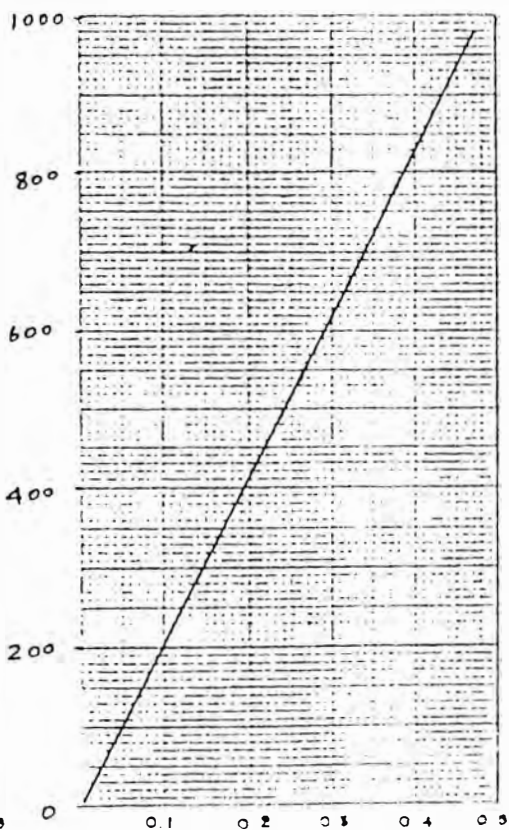
56 GOLPES/CAPA



DENSIDAD	2.046	gr/cc
CBR 0.1"	26.3	%
CBR 0.2"	37.1	%
Expansion	0.12	%

Curva Consolidada 3000 - Humedad

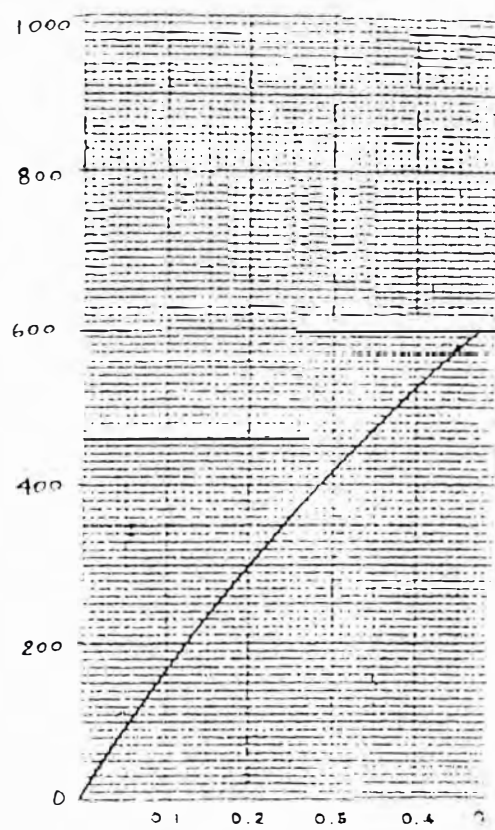
25 GOLPES/CAPA



PENETRACION EN PULSADAS

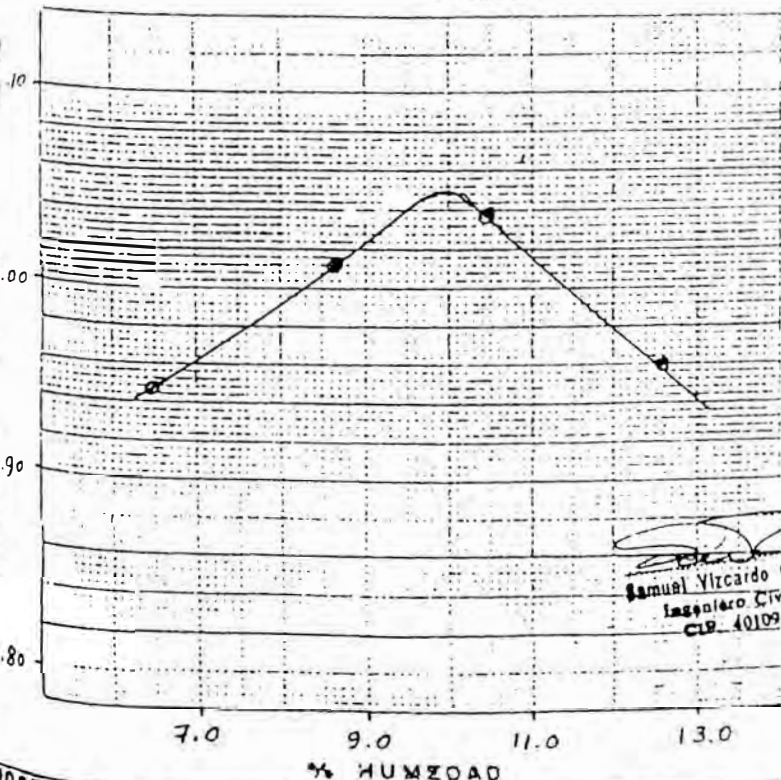
DENSIDAD	1.944	gr/cc
CBR 0.1"	19.1	%
CBR 0.2"	27.1	%
Expansion	0.18	%

12 GOLPES/CAPA

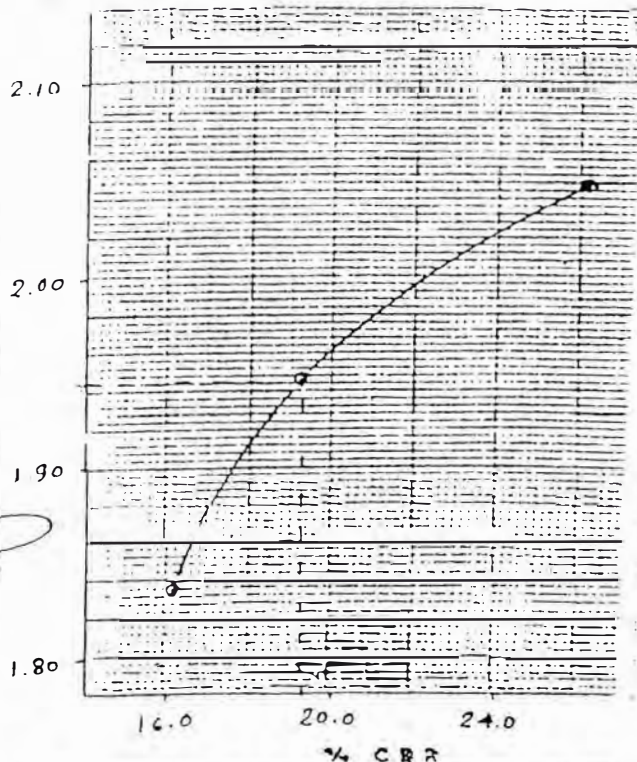


DENSIDAD	1.838	gr/cc
CBR 0.1"	16.1	%
CBR 0.2"	20.8	%
Expansion	0.30	%

Curva Consolidada 3000 - 2000



Samuel Vizcardo Olazo  
 Ingeniero CIVIL  
 CIP. 40109



TEST AASHTO T-190-70 : 2.046 gr/cc  
 : 10.0 %

CBR AL 100% MAX DENS. 26.3 %  
 CBR AL 95% MAX DENS. 19.4 %

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

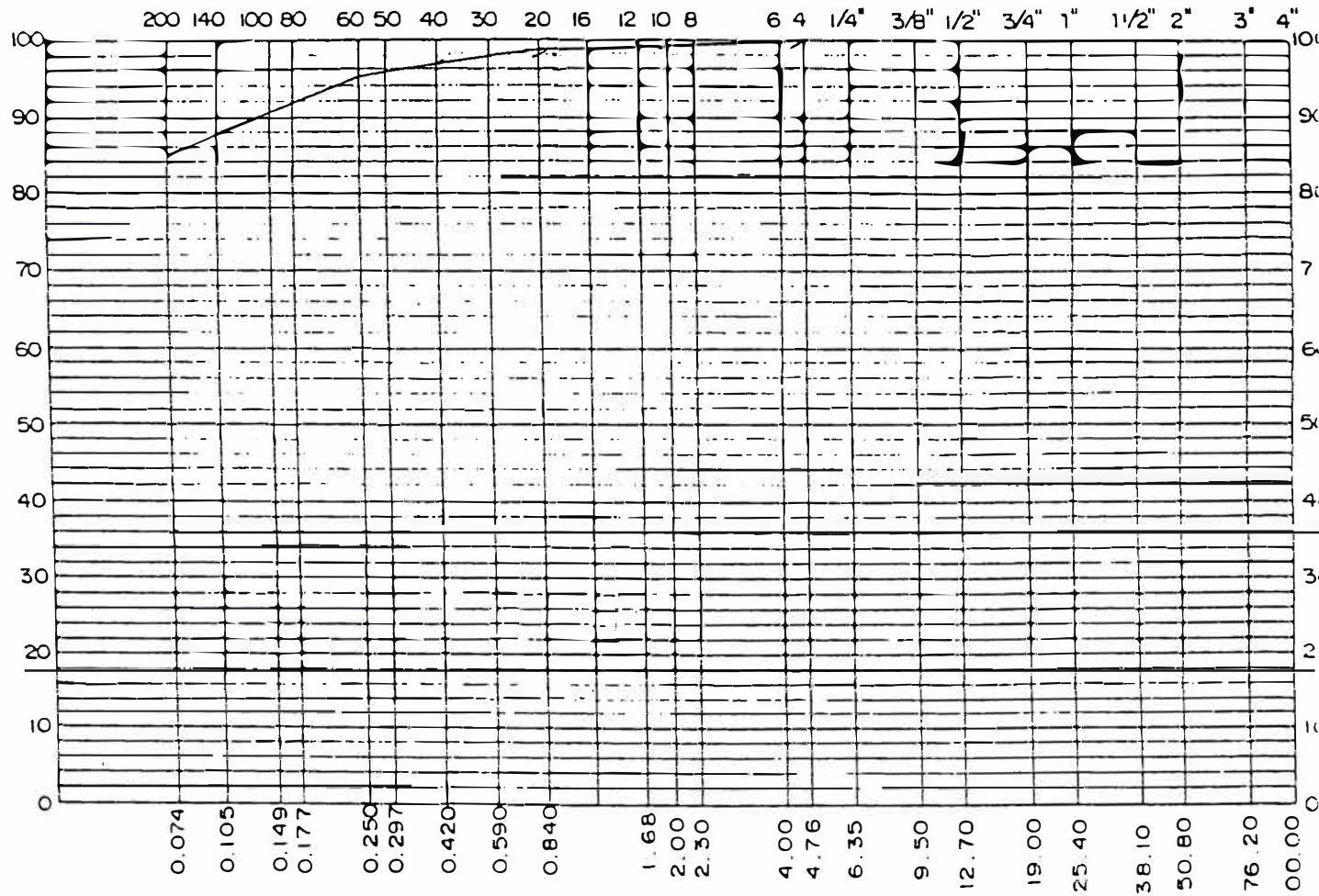
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 20 + 600

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N° 4	0,00	100,00	
N° 10	0,76	99,24	
N° 20	0,58	98,66	
N° 40	1,36	97,28	
N° 60	2,31	94,97	
N° 140	6,62	88,35	
N° 200	3,08	85,27	
-200			



*Samuel Vizcardo Otazo*  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO N° KM 20 + 600	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	1.30 - 1.90 m.
CLASIFICACION	SUCS: CL
	AASHO: A - 6 - (9)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	----------

LIM. LIQUIDO	33,26%	LIM. PLASTICO	22,01%	INDICE PLÁSTICO	11,25%
HUM. NATURAL	9,37%				

ESTUD.DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB.DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

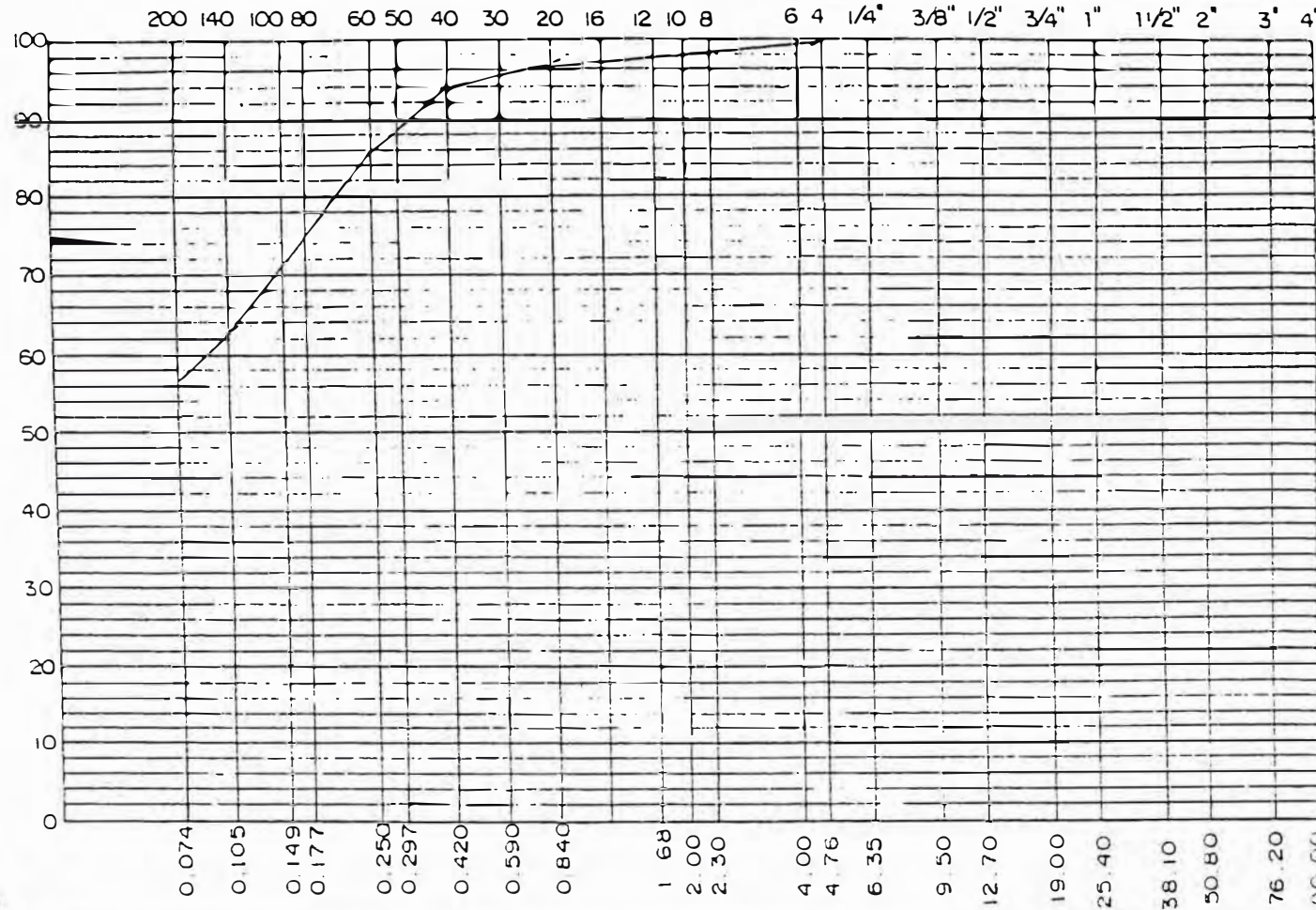
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 22 + 500

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N° 4	0,00	100,00	
N° 10	1,93	98,07	
N° 20	1,46	96,54	
N° 40	2,46	94,15	
N° 60	8,57	85,58	
N° 140	22,30	63,28	
N° 200	6,34	56,94	
-200			



*Samuel Vizcaro Otazo*  
 Samuel Vizcaro Otazo  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V.C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	----------

SONDEO N° KM 22 + 500	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	1.10 - 1.60 m.
CLASIFICACION	SUCS: CL
	AASHO: A - 4 - (4)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb-99

LIM. LIQUIDO	26,02%	LIM. PLASTICO	17,49%	INDICE PLASTICO	8,53%
HUM. NATURAL	4,86%				

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

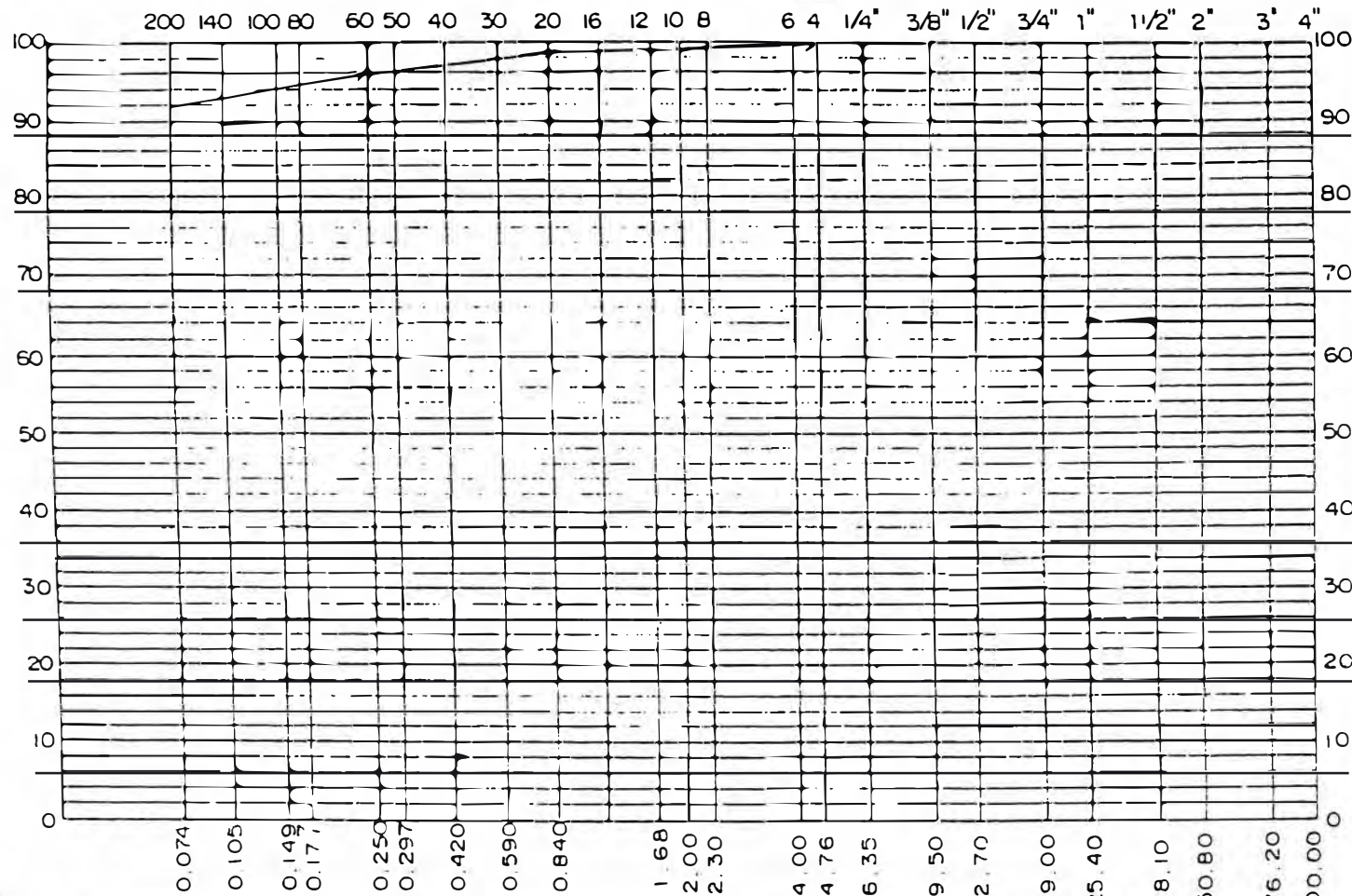
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 23 + 500


SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N° 4	0,00	100,00	
N° 10	0,41	99,59	
N° 20	1,06	98,53	
N° 40	1,38	97,15	
N° 60	0,91	96,24	
N° 140	2,38	93,85	
N° 200	1,91	91,94	
-200			



  
Samuel Vizcaro Otazo  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO N° KM 23 + 500	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	1.10 - 1.50 m.
CLASIFICACION	SUCS: CL
	AASHO: A - 7 - 6 (17)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	----------

LIM. LIQUIDO	48,76%	LIM. PLASTICO	21,08%	INDICE PLASTICO	27,68%
HUM. NATURAL	12,59%				

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

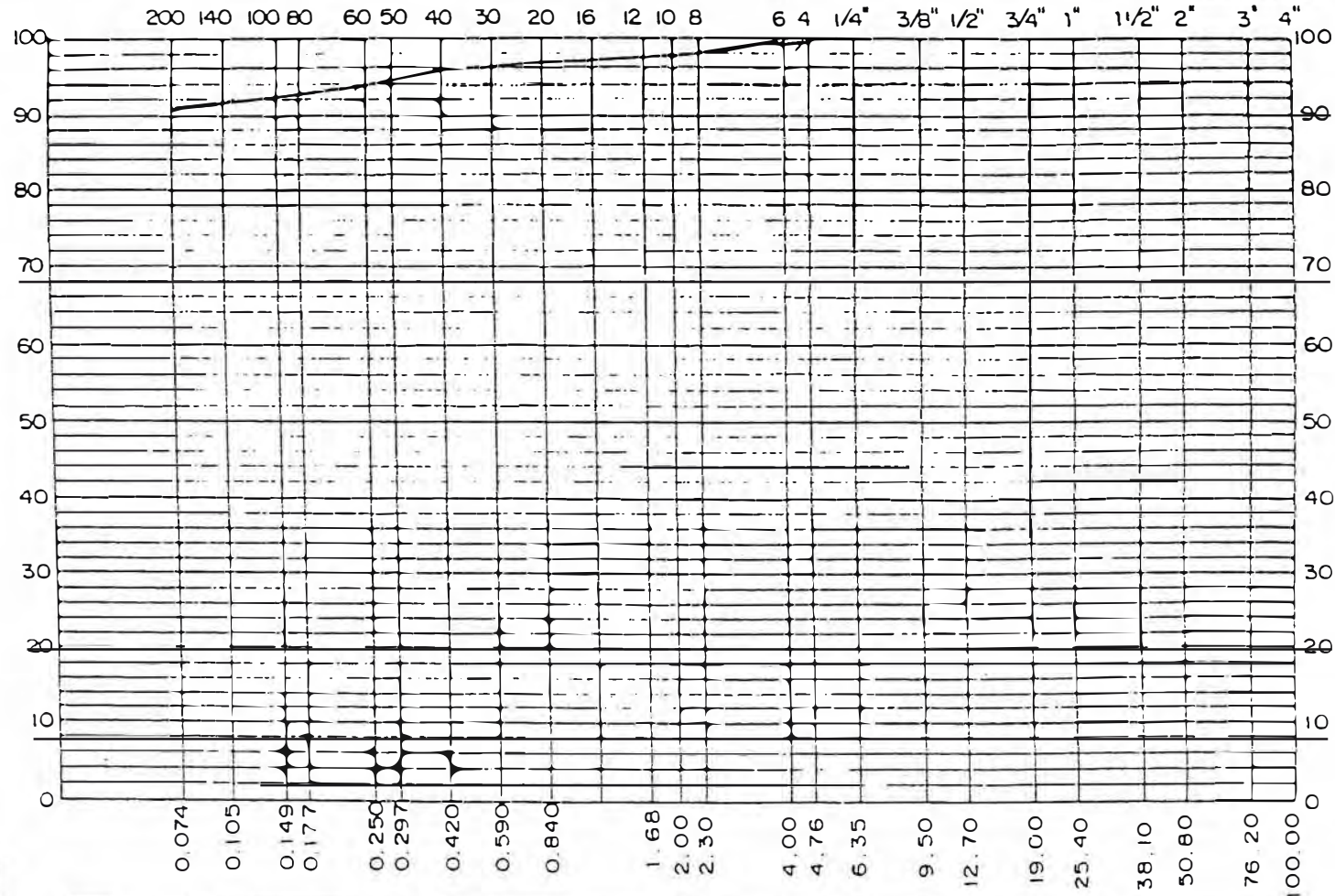
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 24 + 100

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO:

MAILLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
Nº 4	0,00	100,00	
Nº 10	1,69	98,31	
Nº 20	1,26	97,05	
Nº 40	1,36	95,69	
Nº 60	1,77	93,92	
Nº 140	1,80	92,12	
Nº 200	0,47	91,65	
-200			



SONDEO Nº KM 24 +1000	MUESTRA Nº 1
PROFUNDIDAD	0.00 - 0.30 m.
CLASIFICACION	SUCS: GL
	AASHO: A - 6 (4)
REVISADO POR	SVO FECHA Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
LIM. LIQUIDO	26,14%	LIM. PLASTICO	14,50%	INDICE PLASTICO	11,64%	
HUM. NATURAL	3,91%					

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

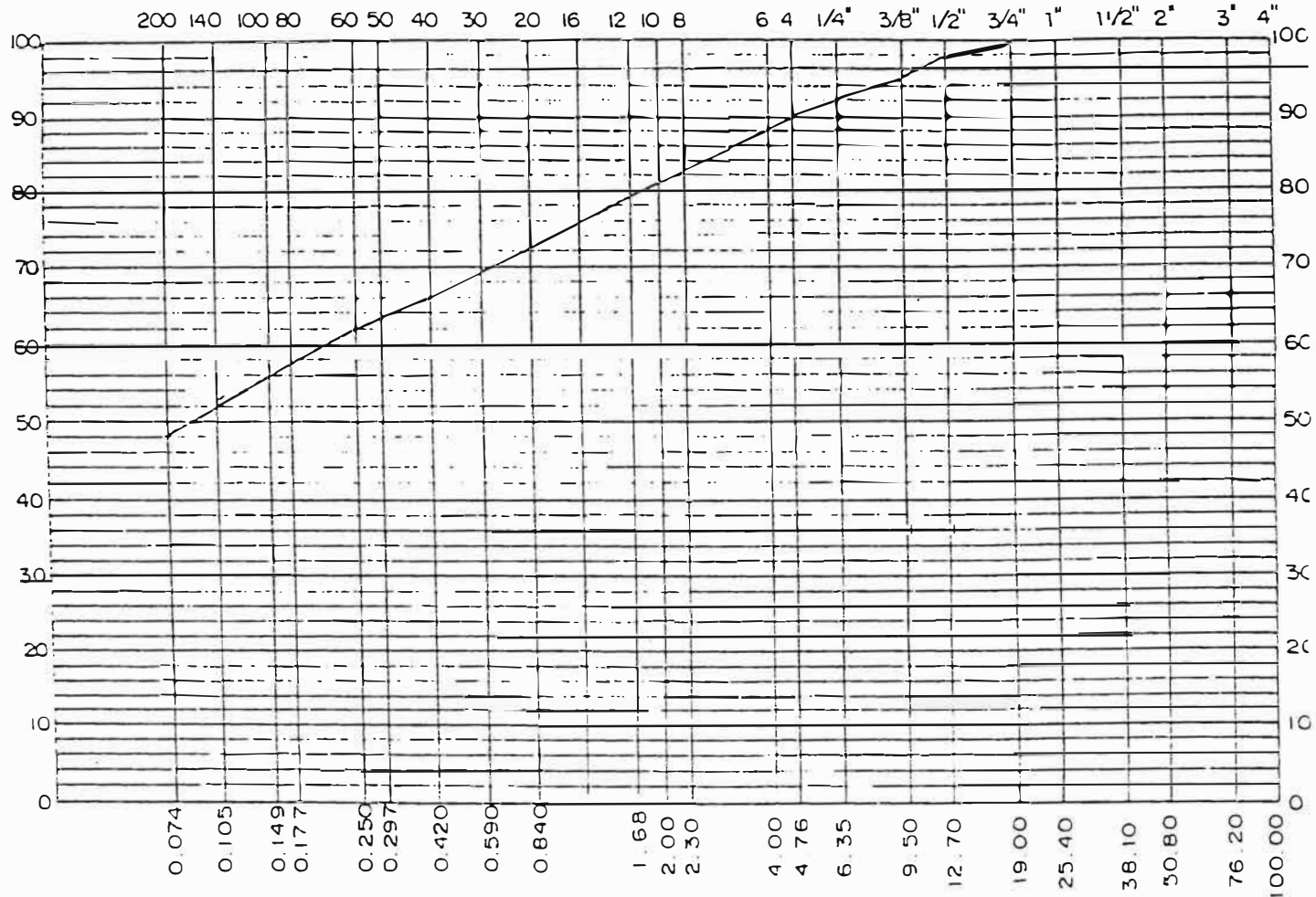
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 24 + 500

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

### GRAFICO DE GRADUACION

### ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"	0,00	100,00	
1/2"	2,43	97,57	
3/8"	2,15	95,42	
1/4"	3,15	92,27	
Nº 4	2,28	89,99	
Nº 10	8,96	81,03	
Nº 20	8,63	72,40	
Nº 40	5,95	66,45	
Nº 60	4,66	61,79	
Nº 140	9,01	52,78	
Nº 200	5,09	47,69	
-200			



Samuel Vizcarro Ojeda  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO Nº	KM 24 + 500	MUESTRA Nº	2
PROFUNDIDAD	0.60 - 1.50 m.		
CLASIFICACION	SUCS:	SC	
	AASHO:	A - 4 (4)	
REVISADO POR	SVO	FECHA	Febr-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V C.S
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	------------

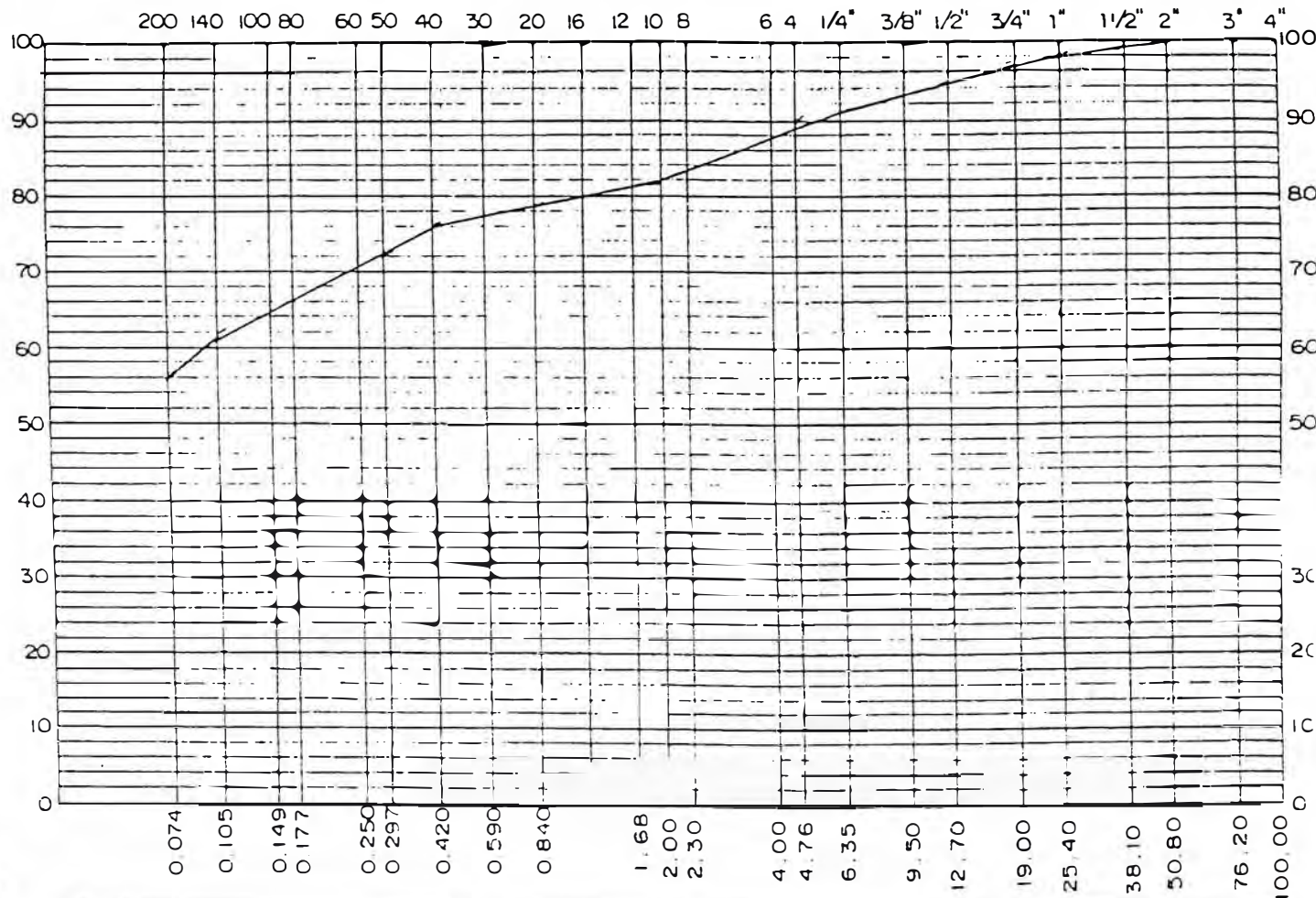
LIM. LIQUIDO	32,47%	LIM. PLASTICO	19,80%	INDICE PLASTICO	12,67%
HUM NATURAL	4,21%				

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 26 + 500  
SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO.

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"		100,0	
1 1/2"	1,22	98,78	
1"	0,36	98,42	
3/4"	0,79	97,63	
1/2"	2,43	95,20	
3/8"	1,75	93,45	
1/4"	2,05	91,40	
N° 4	0,50	90,90	
N° 10	8,98	81,92	
N° 20	2,96	78,96	
N° 40	2,47	76,49	
N° 60	4,10	72,39	
N° 140	10,45	61,94	
N° 200	5,61	56,33	
-200			



*Samuel Vizcarra Otaño*  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO N°	KM 26 + 500	MUESTRA N°	2
PROFUNDIDAD	1.00 - 1.40 m		
CLASIFICACION	SUCS:	CL	
	AASHO:	A - 4 - (4)	
REVISADO POR	SVO	FECHA	Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
LIM. LIQUIDO	26,89%	LIM. PLASTICO	18,28%	INDICE PLASTICO	8,61%	
HUM. NATURAL	5,95%	S.S.T.	0,70%			

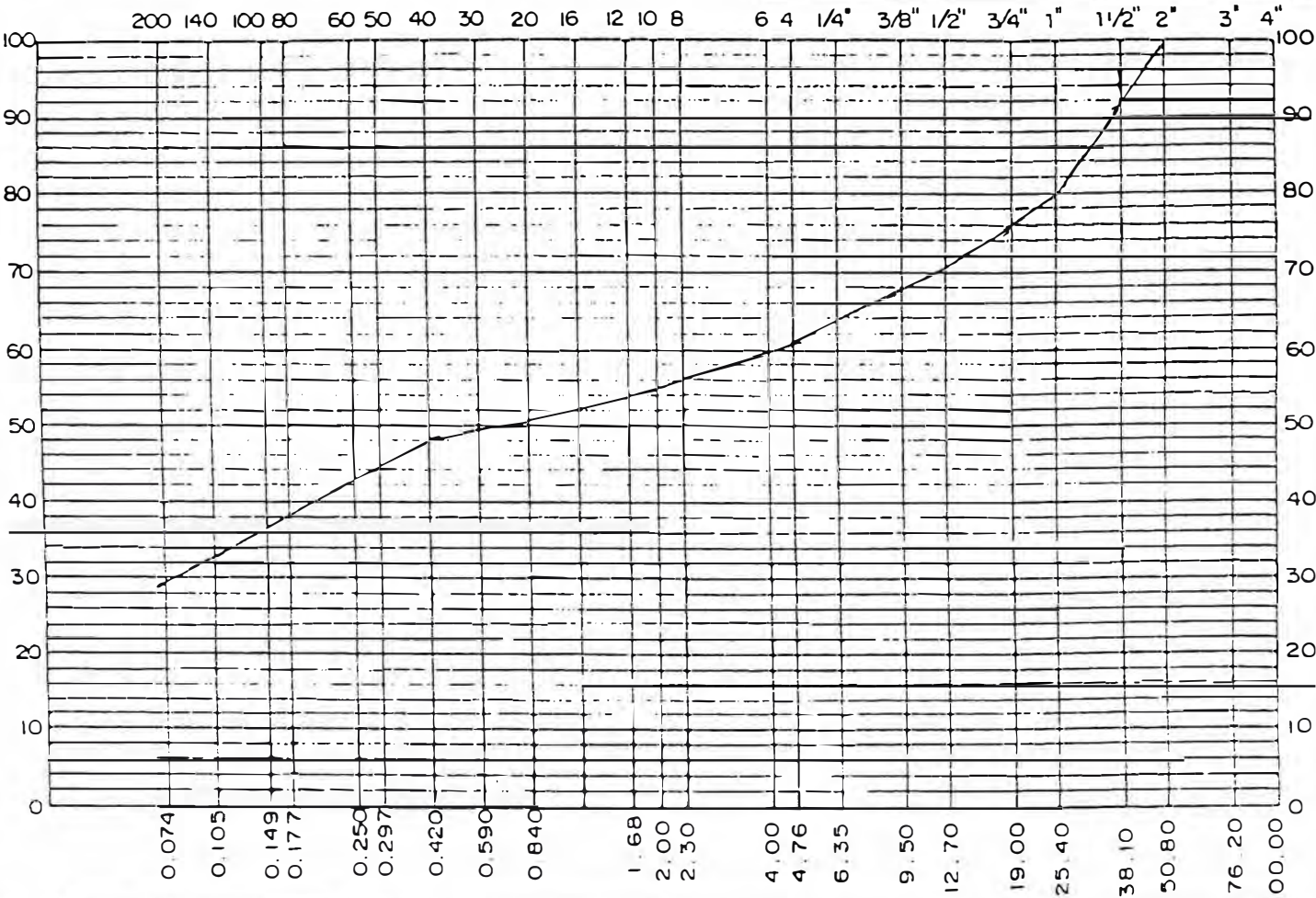


ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
**MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 25 + 500**  
**SOLICITADO : H C & ASOCIADOS**

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"		100,0	
1 1/2"	8,62	91,38	
1"	11,39	79,99	
3/4"	3,72	76,27	
1/2"	5,03	71,24	
3/8"	3,21	68,03	
1/4"	4,08	63,95	
Nº 4	2,55	61,40	
Nº 10	6,27	55,13	
Nº 20	4,15	50,98	
Nº 40	3,24	47,74	
Nº 50	4,87	42,87	
Nº 100	9,59	33,28	
Nº 200	4,00	29,28	
-200			



*Samuel Vizcardo Olazo*  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

SONDEO Nº KM 26 + 500	MUESTRA Nº 3
PROFUNDIDAD	1.40 - 1.90 m.
CLASIFICACION	SUCS: GC-GM
	AASHO: A-2-4 (0)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	-----------

LIM. LIQUIDO	25,01%	LIM. PLASTICO	18,16%	INDICE PLASTICO	6,85%
HUM. NATURAL	6,54%	S.S.T.	0,55%		

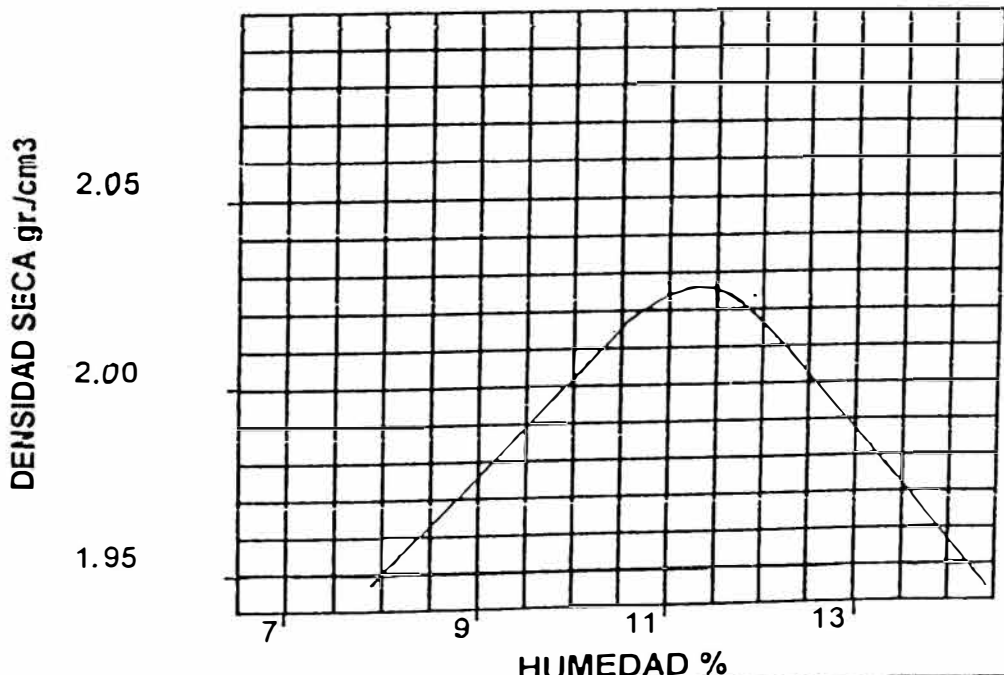
## ENSAYO DE COMPACTACION

Estudio Definitivo de Mejora.

PROYECTO : <u>y Rehab. De la carretera</u>	FECHA : <u>Lima, Febrero de 1999</u>
UBICACIÓN : <u>LAMPA-JULIACA</u>	MATERIAL : <u>Terreno Natural</u>
A.S.T.M. : <u>15 57</u>	PROCEDENCIA : <u>Km.26+ 500</u>

<b>MAXIMA DENSIDAD</b> 2.026    gr/cm3	<b>OPTIMA HUMEDAD</b> 11.20    %
--	----------------------------------

Peso molde + Suelo húmedo	10.148	10.392	10.455	10.402
Peso molde	5.700	5.700	5.700	5.700
Peso suelo húmedo	4.448	4.692	4.755	4.702
Volumen del molde	2.116	2.116	2.116	2.116
Densidad húmeda	2,102	2,217	2,247	2,222
Densidad seca	1,948	2,012	1,992	1,940
Tarro N°	14	32	41	30
Tarro + suelo húmedo	151,16	148,75	154,18	150,85
Tarro + suelo seco	141,92	137,31	139,54	134,86
Agua	9,24	11,44	14,64	15,99
Peso del tarro	25,12	25,25	25,20	24,85
Peso del suelo seco	116,8	112,06	114,34	110,01
% Humedad	7,91	10,21	12,90	14,54



  
 Samuel Vizcardo Otazo  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

OBJETO: ESTUDIO DEF. DE MEJORAMIENTO Y REHAB.  
DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA  
Km. 26+500

FECHA: Lima, Febrero 1999

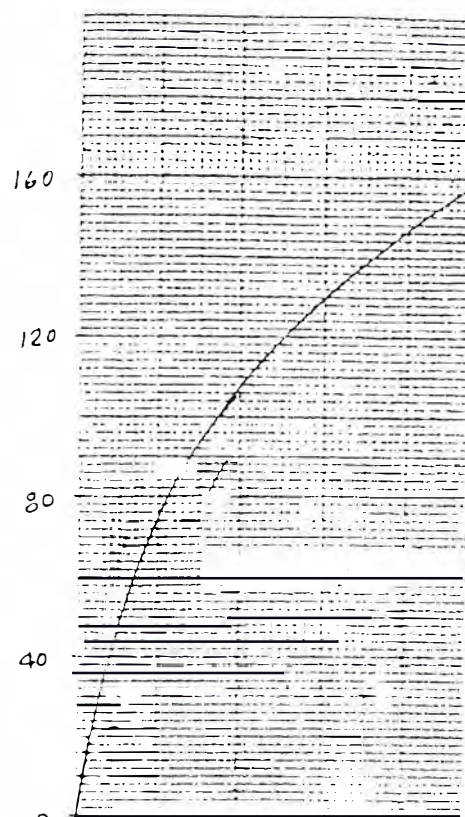
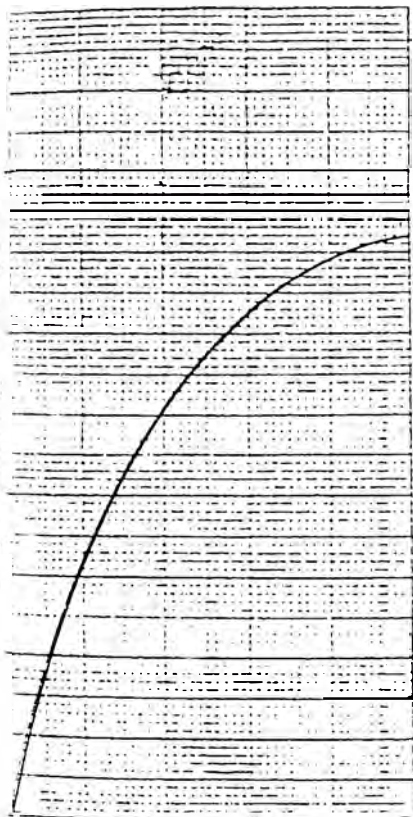
MUESTRA: Terreno Natural

CBR-AASHTO T-193-63 - CURVAS ESFUERZO-PENETRACION

56 GOLPES/CAPA

25 GOLPES/CAPA

12 GOLPES/CAPA



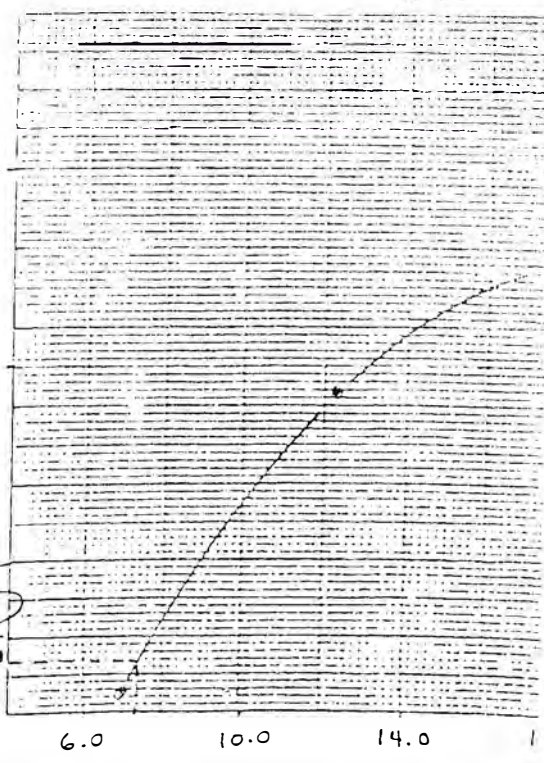
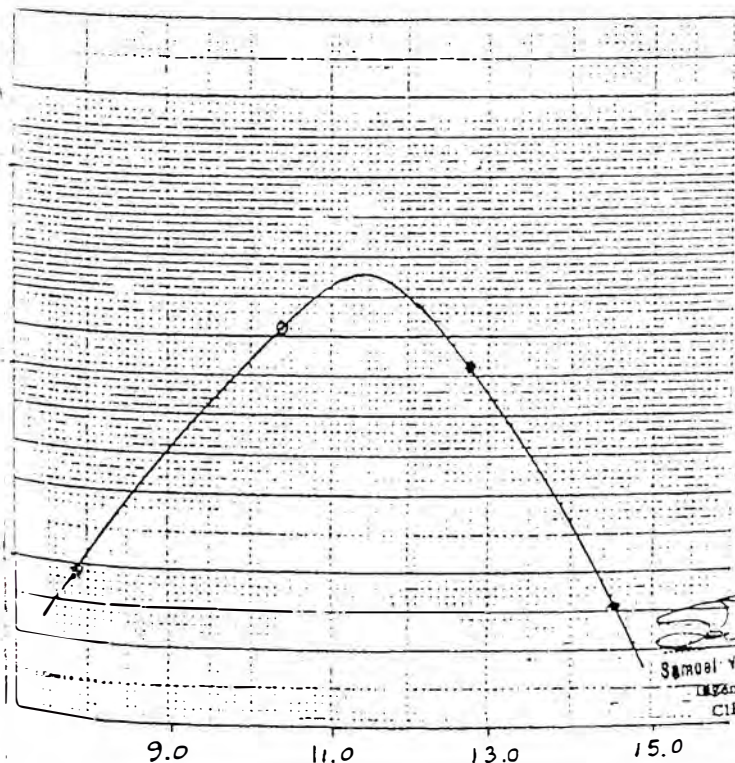
DENSIDAD  
P. 0.1" 2.026 gr/cc  
P. 0.2" 17.0 %  
17.7 %  
Expansión 0.11 %

PENETRACION EN PULGADAS  
DENSIDAD 1.992 gr/cc  
C.B.R. 0.1" 12.5 %  
C.B.R. 0.2" 13.2 %  
Expansión 0.25 %

DENSIDAD 1.916 gr/cc  
C.B.R. 0.1" 7.3 %  
C.B.R. 0.2" 7.2 %  
Expansión 0.37 %

Curva Desplazada 3000 - 100000

Curva Desplazada 3000 - C.B.R.



Samuel Vizcarro Olazo  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

% HUMEDAD

% CBR

AASHTO T-180-70 : 2.026 gr/cc  
: 11.20 %

CBR AL 100% MAX DENS. 17.0 %  
CBR AL 96% MAX DENS. 7.5 %

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 27 + 500

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

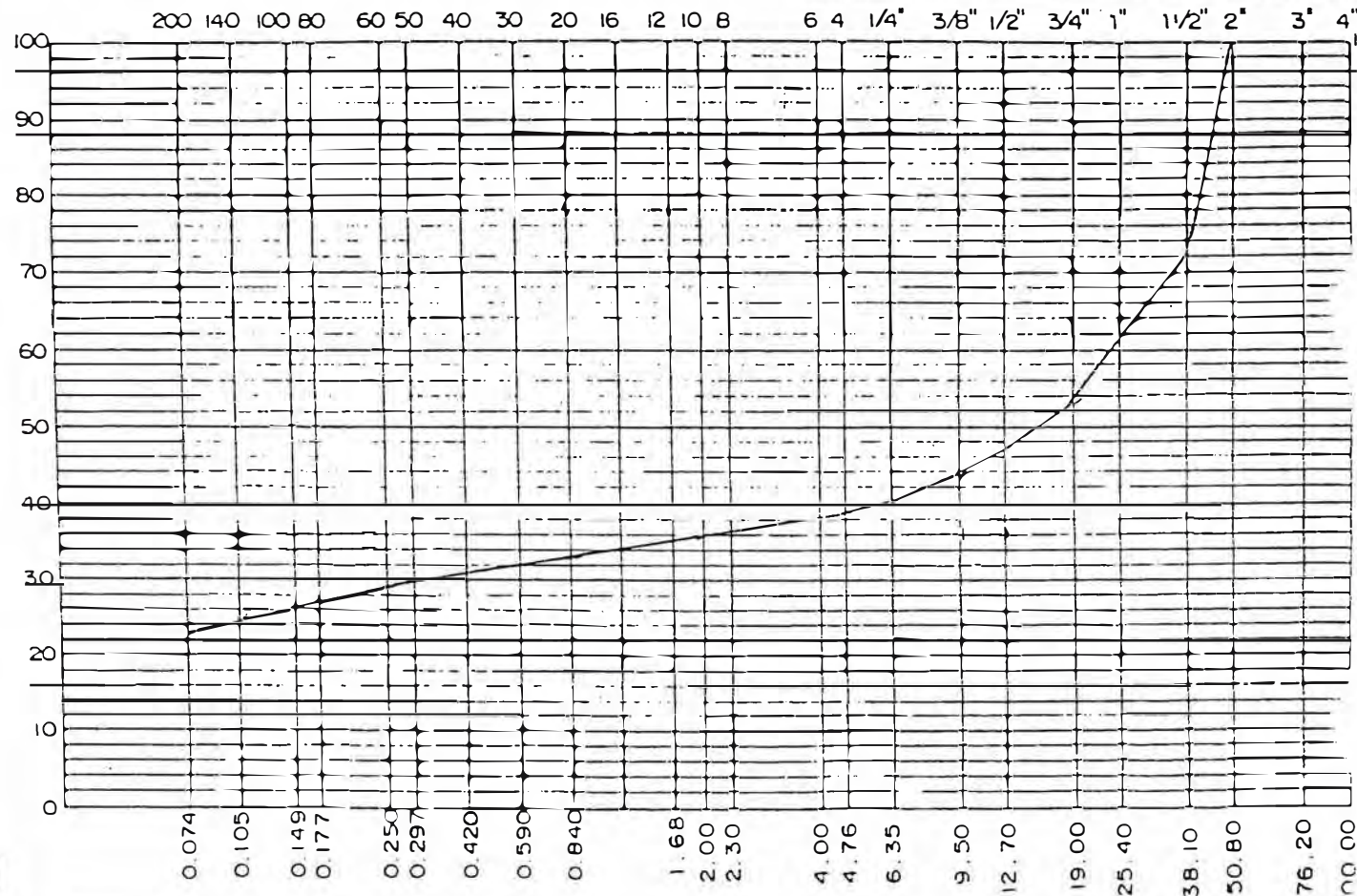
**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"		100,0	
1 1/2"	27,90	72,10	
1"	9,66	62,45	
3/4"	9,04	53,41	
1/2"	5,92	47,49	
3/8"	3,98	43,51	
1/4"	3,16	40,36	
N° 4	1,54	38,82	
N° 10	3,21	35,61	
N° 20	2,66	32,95	
N° 40	1,63	31,32	
N° 60	1,91	29,41	
N° 140	4,14	25,27	
N° 200	1,73	23,54	
-200			



Samuel Vizcardo Otaño  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109



SONDEO N° KM 27 + 500	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	0.20 - 1.00 m.
CLASIFICACION	SUCS: GC
	AASHO: A - 1 - b (0)
REVISADO POR	SVO   FECHA: Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S. C. S.
LIM. LIQUIDO	27,77%	LIM. PLASTICO	15,66%	INDICE PLASTICO	12,11%	
HUM. NATURAL	4,76%					

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

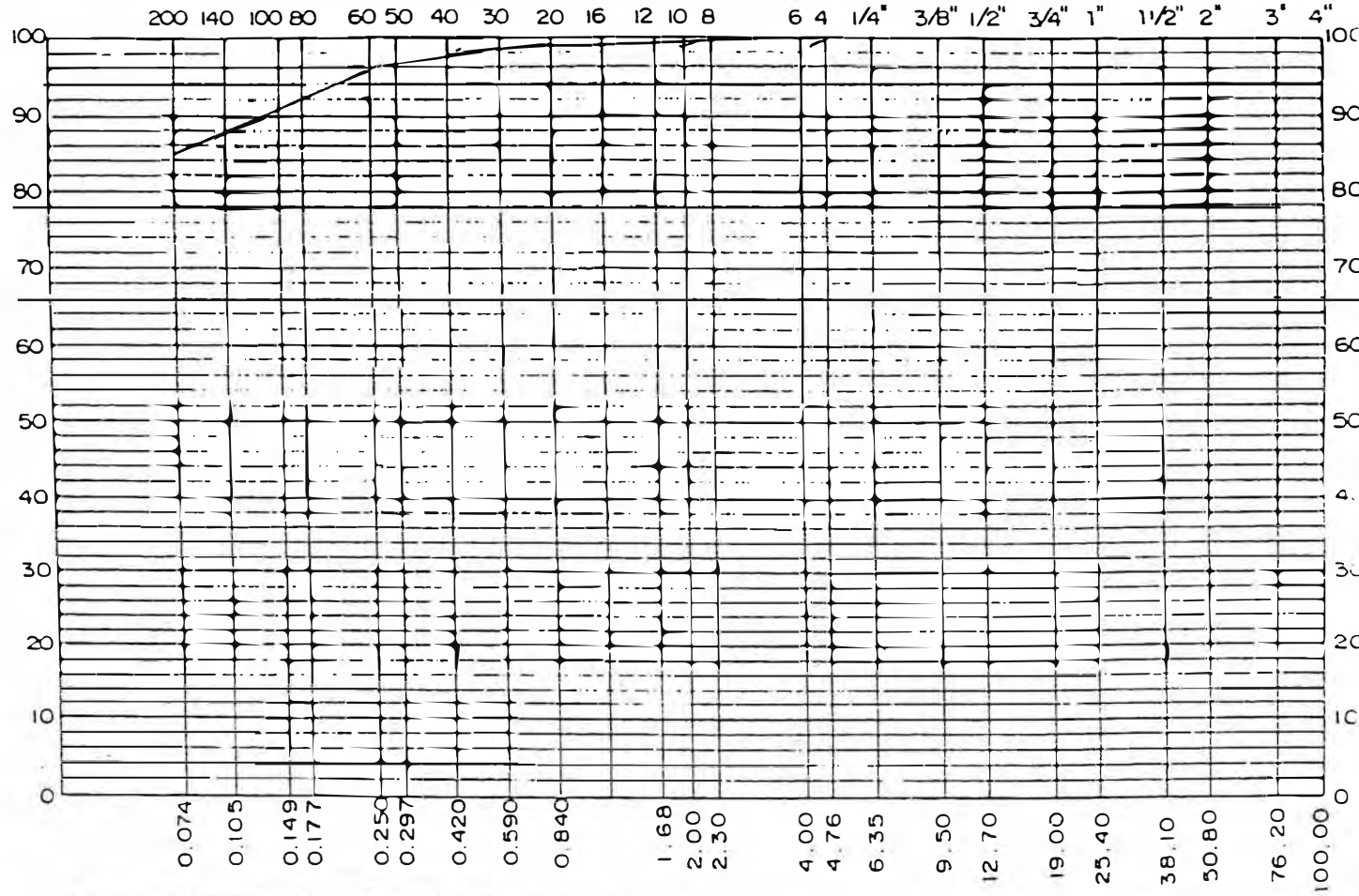
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 28 + 500

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

**GRÁFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
Nº 4	0,00	100,00	
Nº 10	0,43	99,57	
Nº 20	0,56	99,01	
Nº 40	0,84	98,17	
Nº 60	2,06	96,11	
Nº 140	6,01	88,10	
Nº 200	3,08	85,02	
-200			



  
 Samuel Vizcardo Ojazo  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

SONDEO Nº KM 28 + 500	MUESTRA Nº 2
PROFUNDIDAD	1.10 - 1.80 m
CLASIFICACION	SUCS: CL
	AASHO: A - 7 - 6 (4)
REVISADO POR	SVO / FECHA: Feb.99

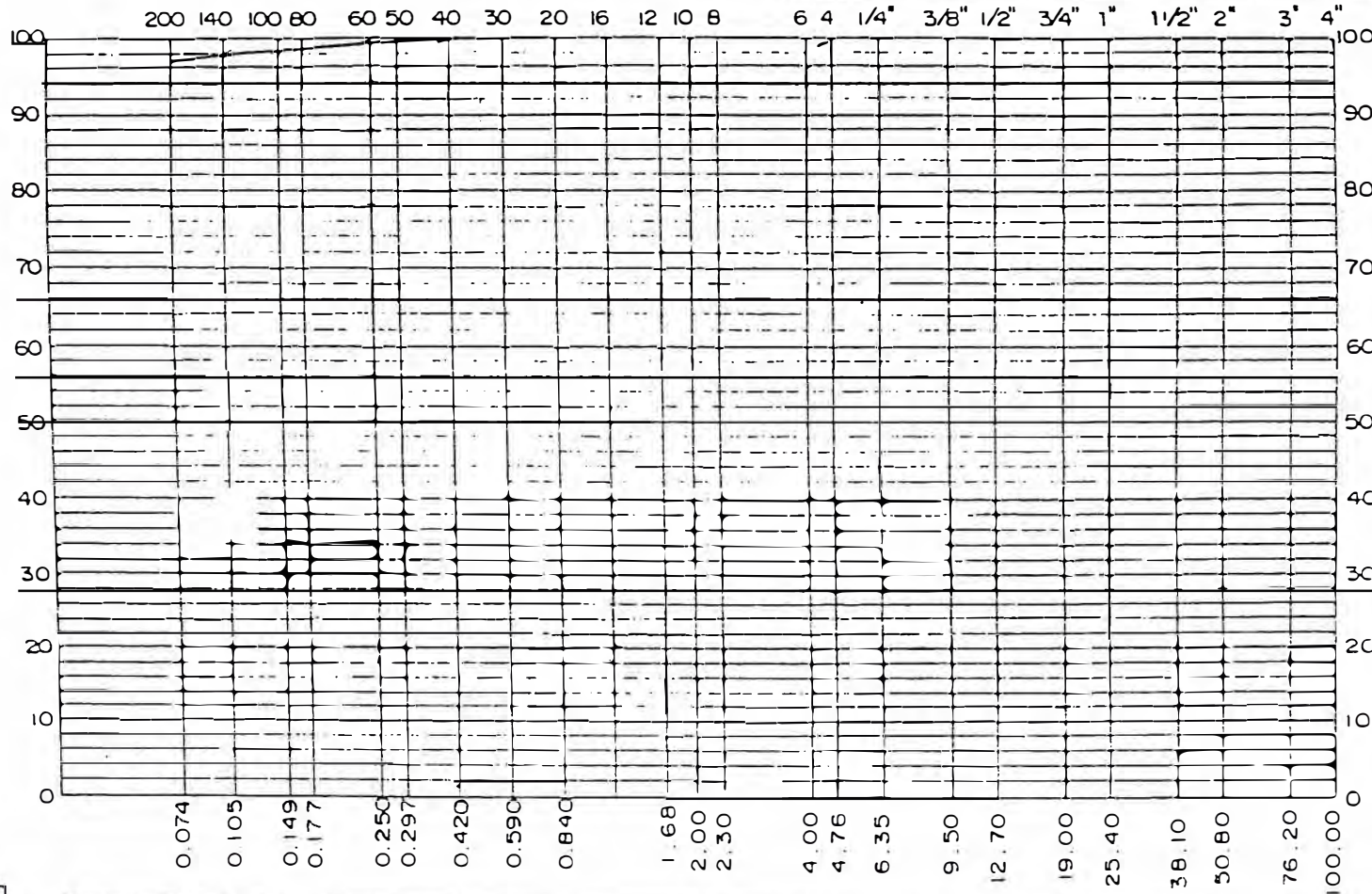
LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
14.94%	43.45%	20.85%	20.85%	22.60%		
8.88%						

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 29 + 500  
SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N° 4	0,00	100,00	
N° 10	0,00	100,00	
N° 20	0,00	100,00	
N° 40	0,05	99,95	
N° 60	0,41	99,54	
N° 140	1,54	98,00	
N° 200	0,83	97,17	
-200			



Samuel Vizcardo Otazo  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO N°	KM 29 + 500	MUESTRA N°	2
PROFUNDIDAD	0,20 - 1,30 m.		
CLASIFICACION	SUCS.	CH	
	AASHO:	A - 7 - 6 (27)	
REVISADO POR:	SVO	FECHA	Feb.99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	-----------

LIM. LIQUIDO	83,02%	LIM. PLASTICO	28,72%	INDICE PLASTICO	54,30%
HUM. INATURAL	38,59%				

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

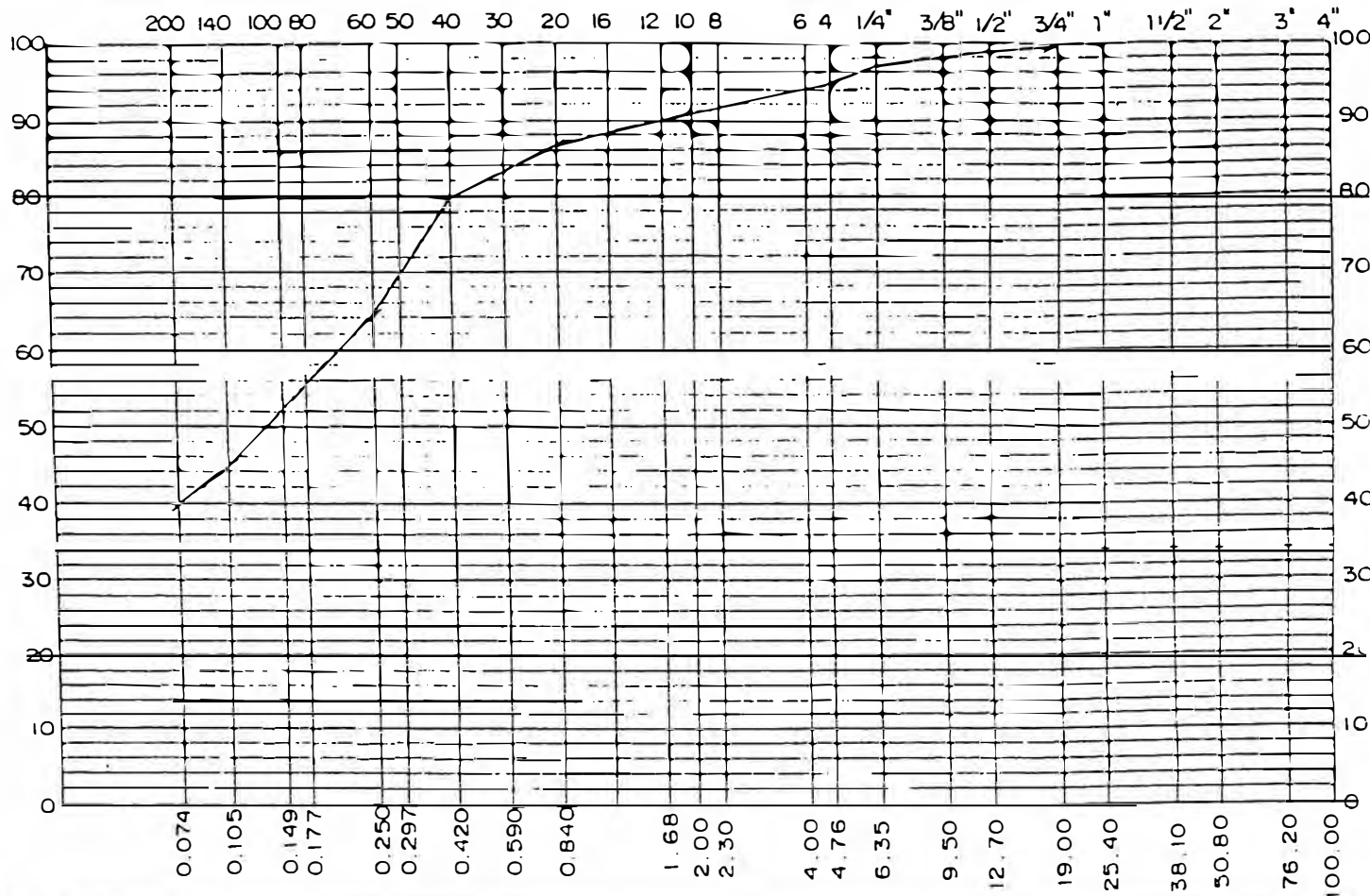
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 30 + 500

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"	0,00	100,00	
1/2"	0,92	99,08	
3/8"	0,50	98,58	
1/4"	2,01	96,57	
Nº 4	1,51	95,06	
Nº 10	4,26	80,80	
Nº 20	3,90	86,90	
Nº 40	7,09	79,81	
Nº 60	15,84	63,97	
Nº 140	19,33	44,64	
Nº 200	4,95	39,69	
-200			



Samuel Viscardo Otazo  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO Nº KM 30 + 500	MUESTRA Nº 2
PROFUNDIDAD	1.70 - 2.40 m
CLASIFICACION	SUCS: SM
	AASHO: A - 4 (1)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb, 99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	-----------

LIM. LIQUIDO	25,56%	LIM. PLASTICO		INDICE PLASTICO	N.P.
HUM. NATURAL	5,54%				

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

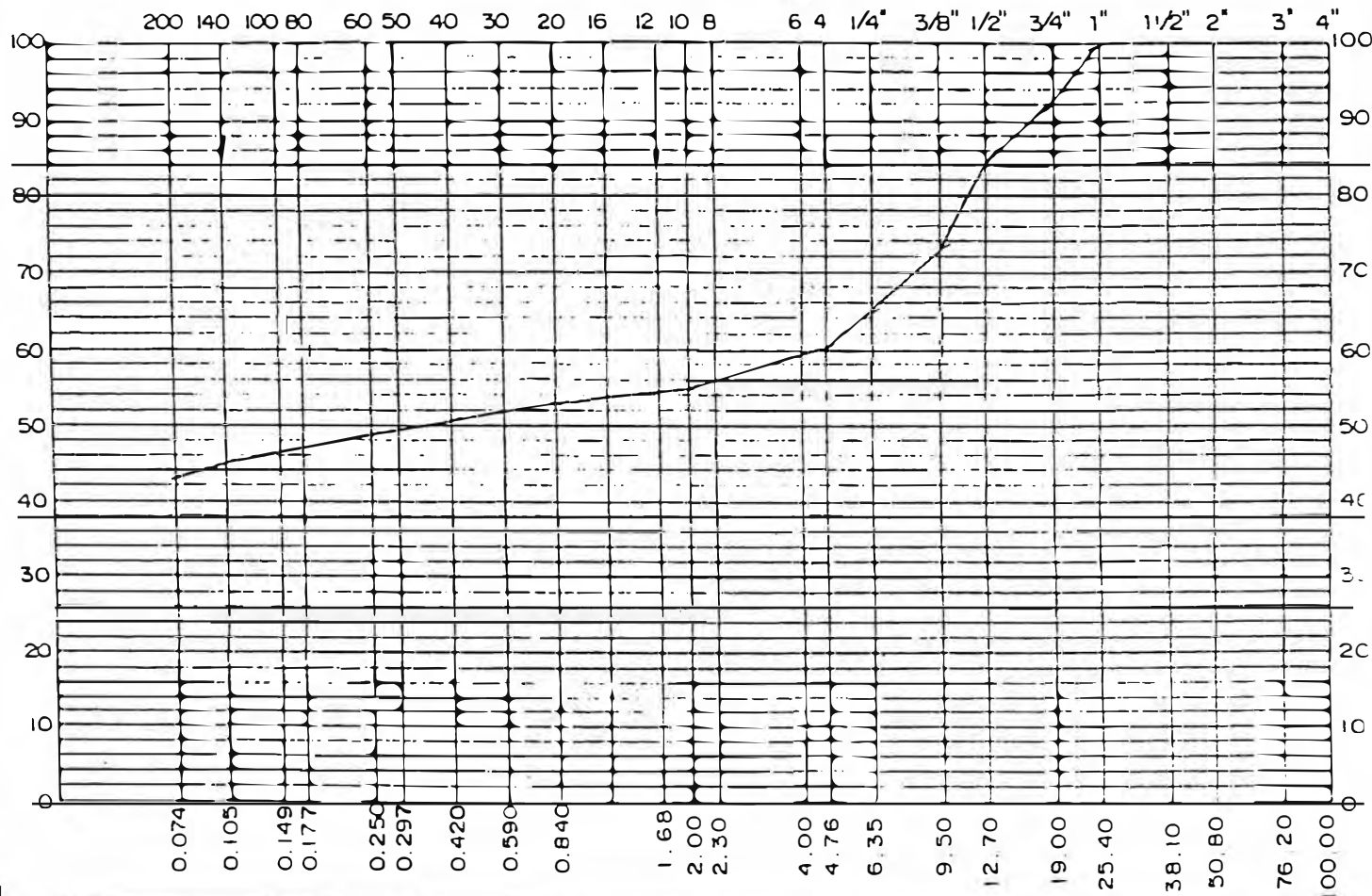
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 31 + 500

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

**GRÁFICO DE GRADUACION**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"		100,00	
3/4"	7,87	92,13	
1/2"	7,05	85,08	
3/8"	11,89	73,19	
1/4"	8,20	64,99	
Nº 4	4,67	60,32	
Nº 10	5,02	55,30	
Nº 20	2,62	52,68	
Nº 40	1,97	50,71	
Nº 60	2,14	48,57	
Nº 140	3,61	44,96	
Nº 200	1,72	43,24	
-200			



Samuel Vizcaro Otazo  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO Nº	KM 31 + 500	MUESTRA Nº	2
PROFUNDIDAD	0.60 - 1.40 m.		
CLASIFICACION	SUCS:	GC	
	AASHO:	A - 6 (2)	
REVISADO POR	SVG	FECHA	Feb. 99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	-----------

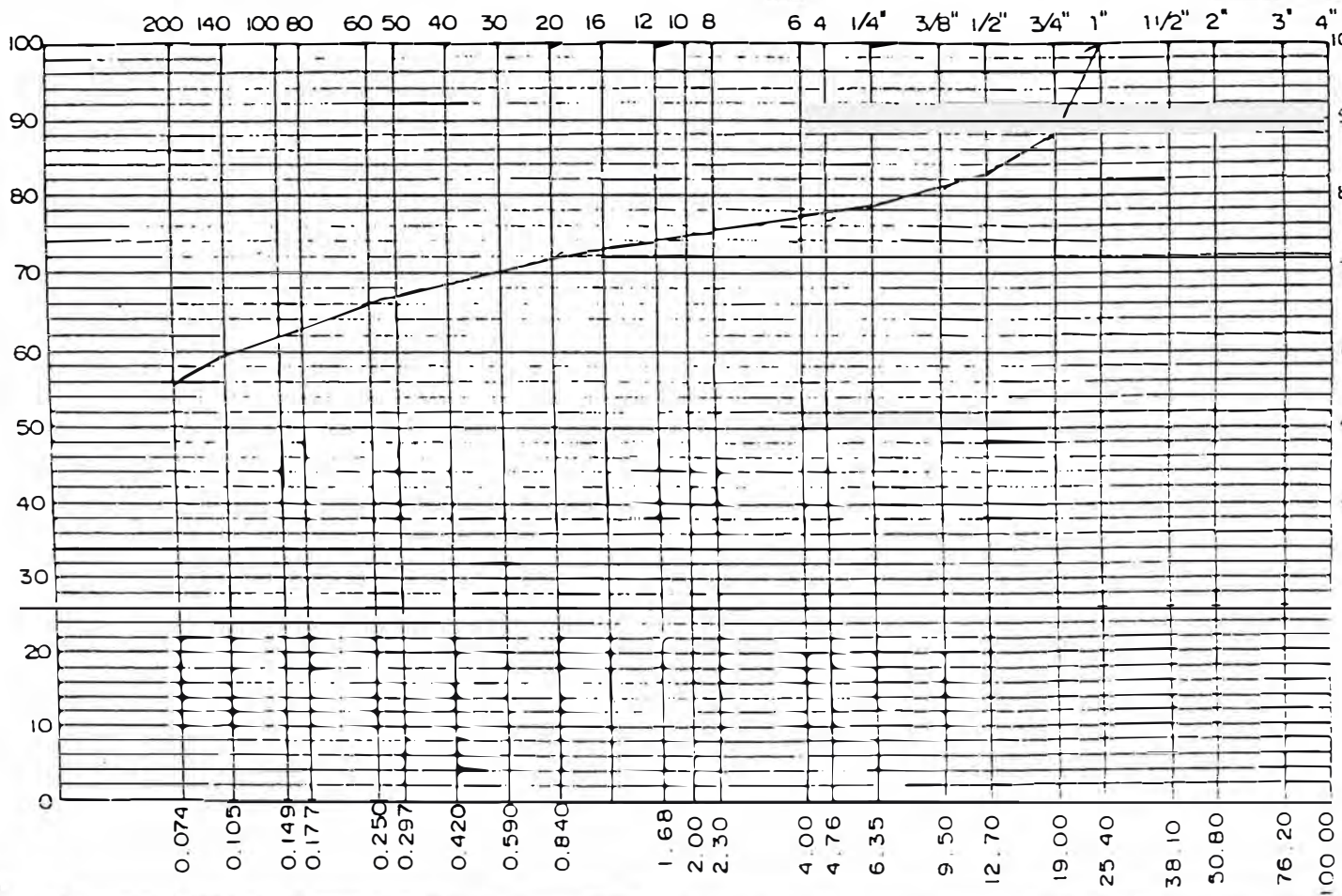
LIM. LIQUIDO	31,01%	LIM. PLÁSTICO	18,70%	INDICE PLÁSTICO	12,31%
HUM. NATURAL	5,22%				



**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"		100,00	
3/4"	12,28	87,72	
1/2"	4,37	83,35	
3/8"	2,10	81,25	
1/4"	2,44	78,81	
N° 4	1,43	77,38	
N° 10	2,78	74,60	
N° 20	2,64	71,96	
N° 40	2,65	69,31	
N° 60	3,27	66,04	
N° 140	6,28	59,76	
N° 200	3,84	55,92	
-200			



Samuel Vicardo Olave  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

SONDEO N° KM 32 + 500	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	0.55 - 1.40 m.
CLASIFICACION	SUCS: CL
	AASHO: A - 6 (4)
REVISADO POR	SVG
FECHA	Feb.99

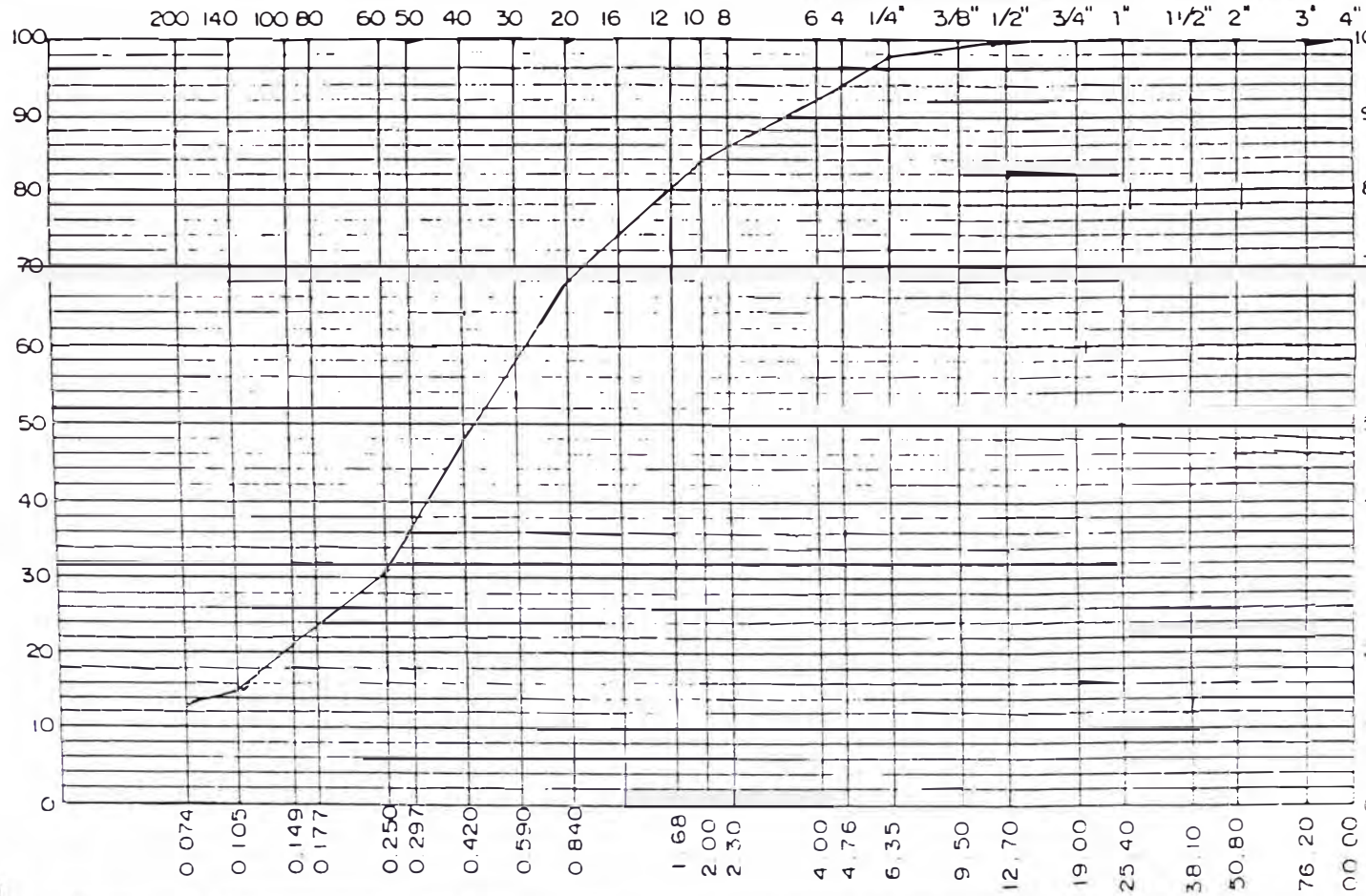
LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
	40,43%		21,76%			
LIM. LIQUIDO	40,43%	LIM. PLASTICO	21,76%	INDICE PLASTICO	18,67%	
HUM. NATURAL	12,51%					

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM 33 + 500  
SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0,00	100,00	
3/8"	0,54	99,46	
1/4"	1,92	97,54	
N° 4	3,10	94,44	
N° 10	10,34	84,10	
N° 20	15,81	68,29	
N° 40	19,81	48,68	
N° 60	17,40	31,28	
N° 140	15,90	15,38	
N° 200	2,00	13,38	
-200			



*Samuel Vizcarro Olazo*  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO N° KM 33 + 500	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	0.35 - 1.40 m.
CLASIFICACION	SUCS SM
	AASHO A - 1 - b (0)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb-99

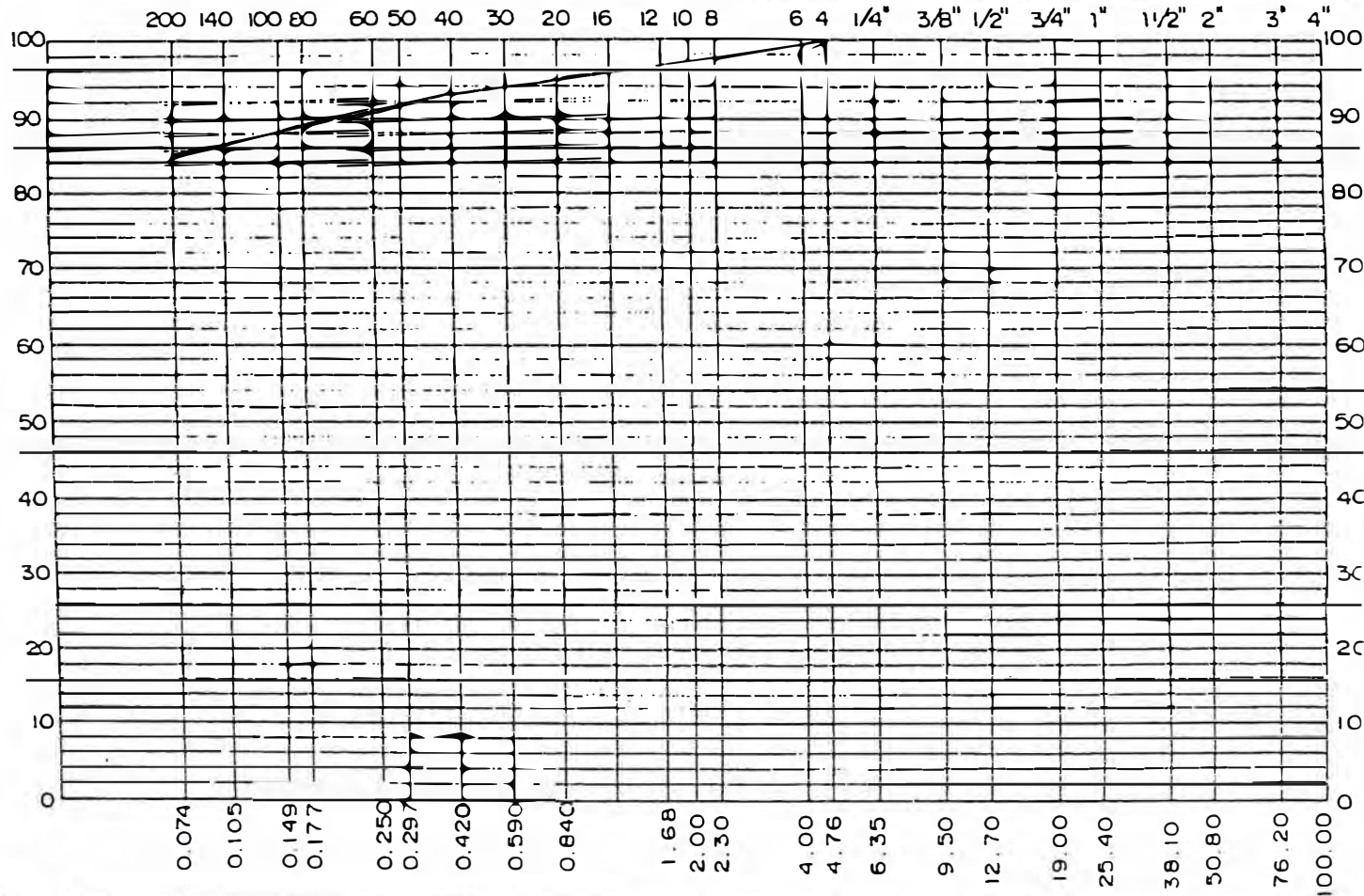
LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	SUCS
LIM. LIQUIDO	28,89%	LIM. PLASTICO	23,09%	INDICE PLASTICO	5,80%	
HUM. NATURAL	3,80%					

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 34 + 500  
SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
3/2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N° 4	0,00	100,00	
N° 10	2,71	97,29	
N° 20	1,79	95,50	
N° 40	2,32	93,18	
N° 60	2,09	91,09	
N° 140	3,69	87,40	
N° 200	1,82	85,58	
-200			



*Samuel Vizcardo Ojaza*  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

SONDEO N°	KM 34 + 500	MUESTRA N°	2
PROFUNDIDAD	0.35 - 1.50 m.		
CLASIFICACION	SUCS:	CL	
	AASHO:	A - 7 - 6 (20)	
REVISADO POR	SVO	FECHA	Feb.99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	-----------

LIM. LIQUIDO	44,43%	LIM. PLASTICO	21,80%	INDICE PLASTICO	22,63%
HUM. NATURAL	14,50%				

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

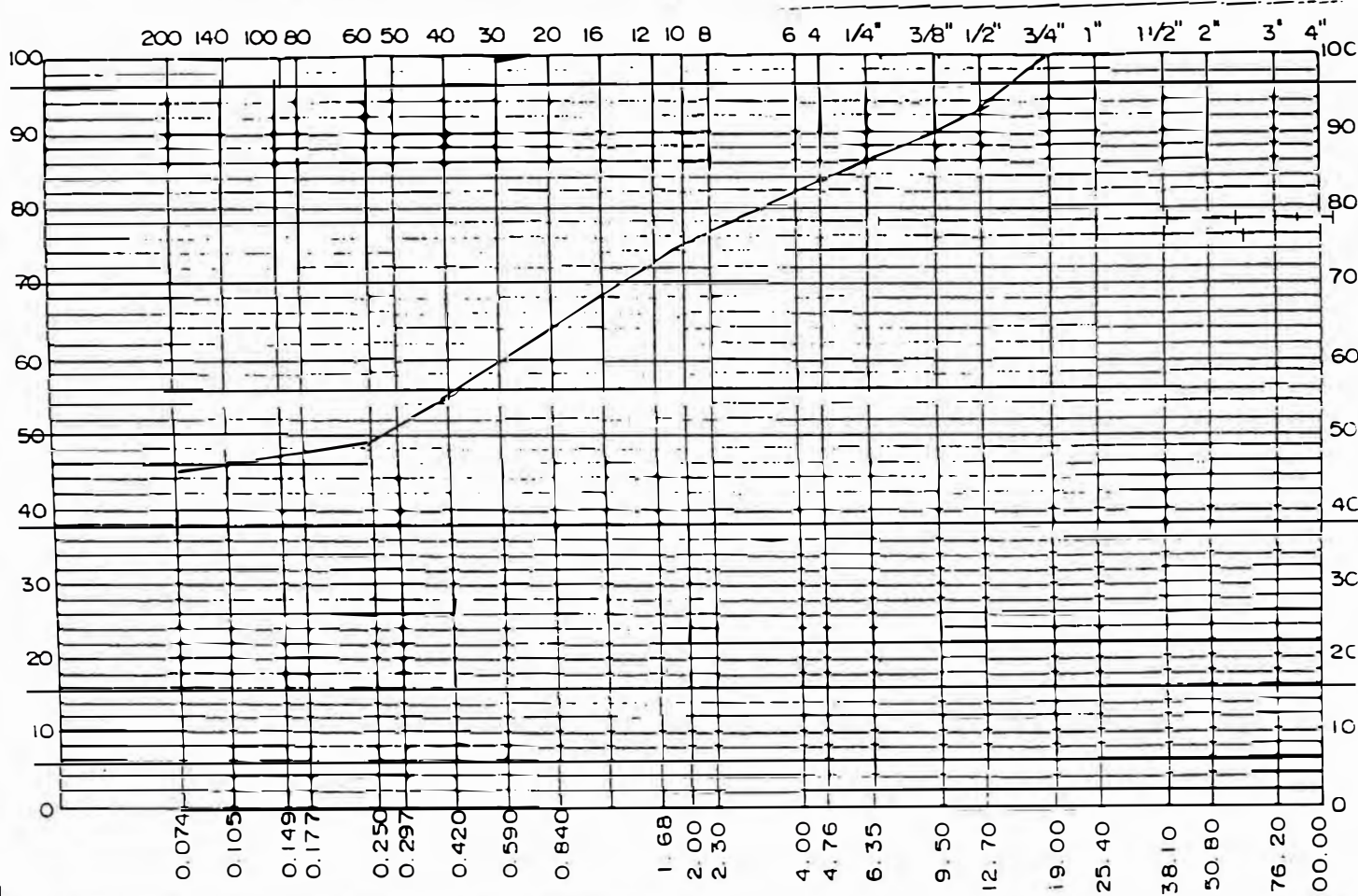
MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 35 + 500

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"	0,00	100,00	
1/2"	6,59	93,41	
3/8"	3,44	89,97	
1/4"	3,44	66,53	
Nº 4	2,36	84,17	
Nº 10	9,17	75,00	
Nº 20	10,40	64,60	
Nº 40	9,40	55,20	
Nº 60	5,98	49,22	
Nº 140	3,34	45,88	
Nº 200	0,77	45,11	
-200			



SONDEO Nº KM 35 + 500	MUESTRA Nº 2
PROFUNDIDAD	0.20 - 0.80 m.
CLASIFICACION	SUCS: SC
	AASHO: A - 15 (3)
REVISADO POR	SVO/FECHA Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	-----------

LIM. LIQUIDO	36,25%	LIM. PLÁSTICO	22,81%	INDICE PLÁSTICO	13,44%
HUM. NATURAL	15,93%				

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

MATERIAL : TERRENO NATURAL KM. 36+800

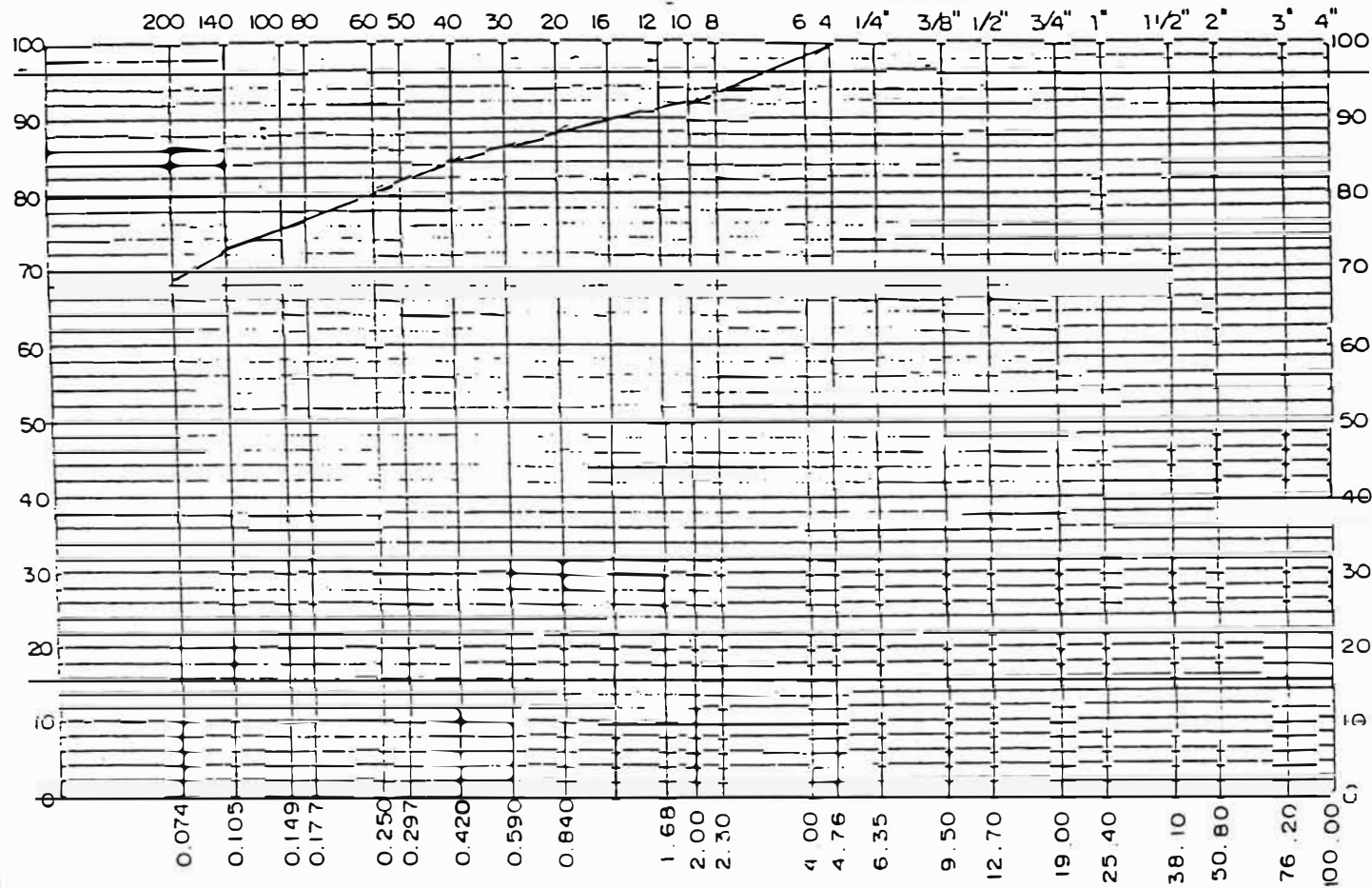
SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N° 4	0,00	100,00	
N° 10	8,42	91,58	
N° 20	3,61	87,97	
N° 40	2,92	85,05	
N° 60	3,61	81,44	
N° 140	8,22	73,22	
N° 200	3,92	69,30	
-200			

*Samuel Vizcardo Olazo*  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109



400

SONDEO N° KM 4 + 500	MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD	0.55 - 1.50 m.
CLASIFICACION	SUCS: CL
	AASHO: A - 6 (8)
REVISADO POR	SVO   FECHA: Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	-----------

LIM. LIQUIDO	32,46%	LIM. PLASTICO	18,88%	INDICE PLASTICO	13,58%
HUM. NATURAL	10,02%	S.S.T.	2,30 %		

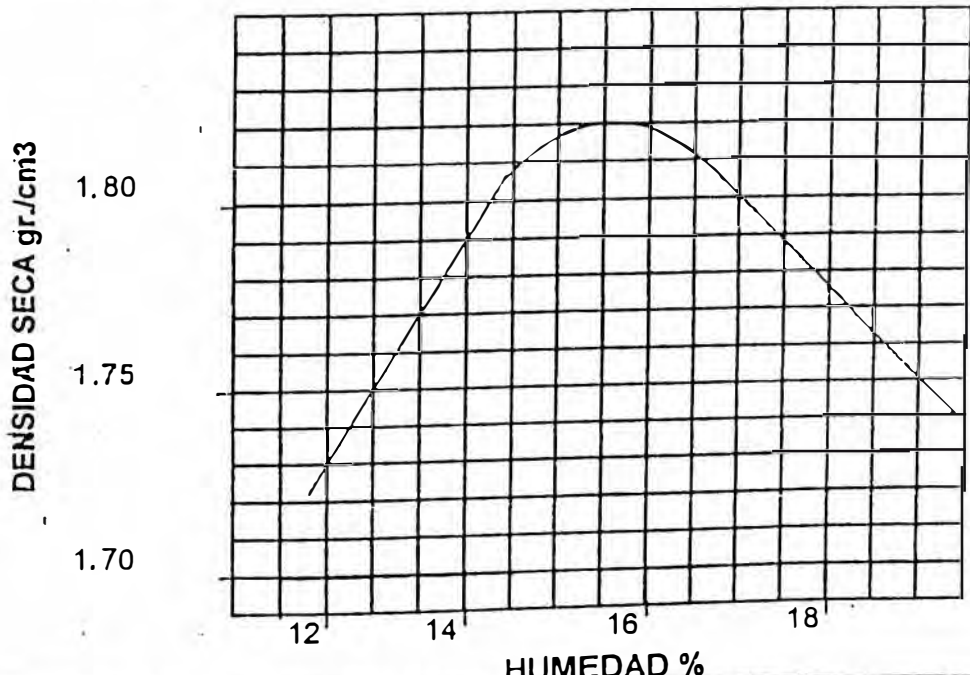
## ENSAYO DE COMPACTACION

Estudio Definitivo de Mejora.

PROYECTO : <u>y Rehab. De la carretera</u>	FECHA : <u>Lima, Febrero de 1999</u>
UBICACIÓN : <u>LAMPA-JULIACA</u>	MATERIAL : <u>Terreno Natural</u>
A.S.T.M. : <u>15 57</u>	PROCEDENCIA : <u>Km 36+800</u>

<b>MAXIMA DENSIDAD</b> 1.820    gr/cm3	<b>OPTIMA HUMEDAD</b> 15.50    %
--	----------------------------------

Peso molde + Suelo húmedo	9.870	10.054	10.154	10.113
Peso molde	5.700	5.700	5.700	5.700
Peso suelo húmedo	4.170	4.354	4.454	4.413
Volúmen del molde	2.116	2.116	2.116	2.116
Densidad húmeda	1,971	2,058	2,105	2,086
Densidad'seca	1,751	1,801	1,796	1,754
Tarro N°	14	32	41	30
Tarro + suelo húmedo	154,23	155,44	165,32	158,95
Tarro + suelo seco	139,82	139,13	144,78	137,53
Agua	14,41	16,31	20,54	21,42
Peso del tarro	24,97	24,72	25,29	24,18
Peso del suelo seco	114,85	114,41	119,49	113,35
% Humedad	12,55	14,26	17,19	18,90



PROYECTO: ESTUDIO DEF. DE MEJORAMIENTO Y REHAB.  
DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA  
CARRACION: Km. 36+800

FECHA: Lima, Febrero 1999

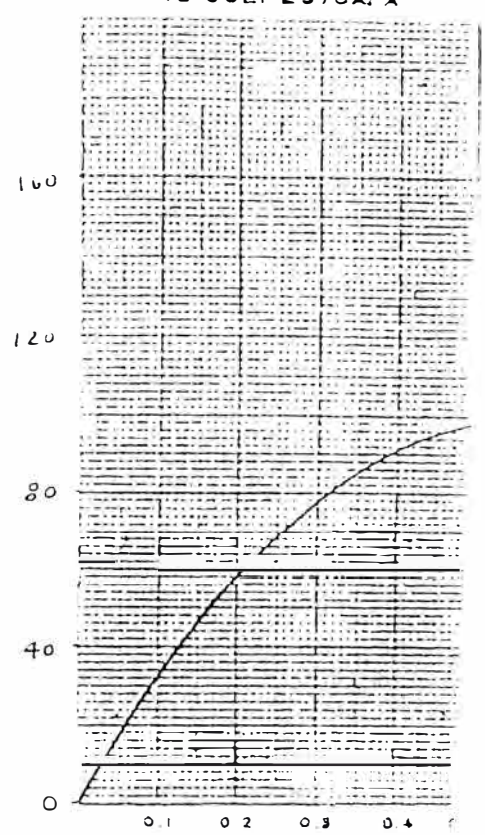
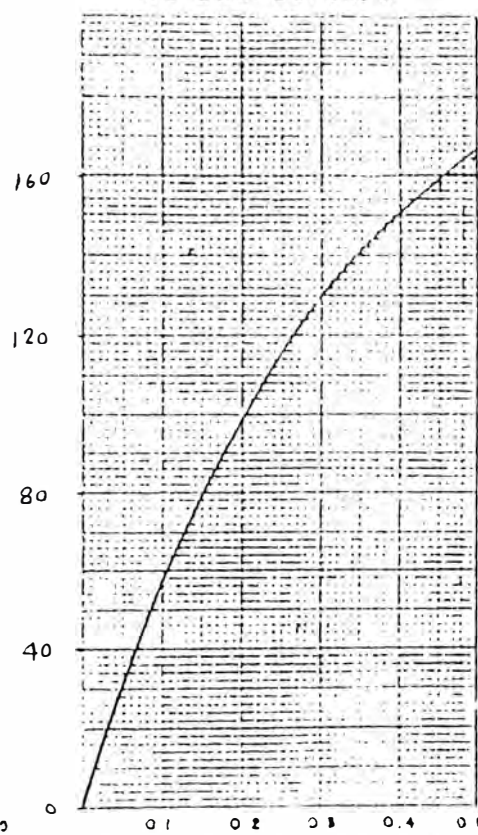
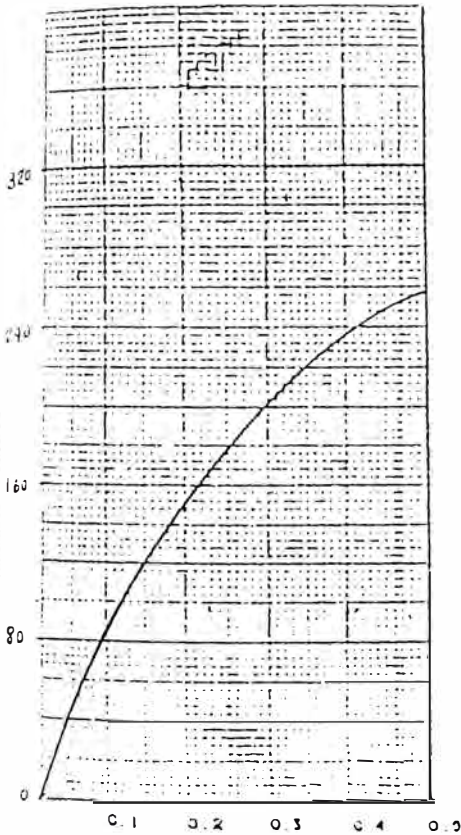
MUESTRA: Terreno Natural

CBR-AASHTO T-193-63 - CURVAS ESFUERZO-PENETRACION

58 GOLPES/CAPA

25 GOLPES/CAPA

12 GOLPES/CAPA



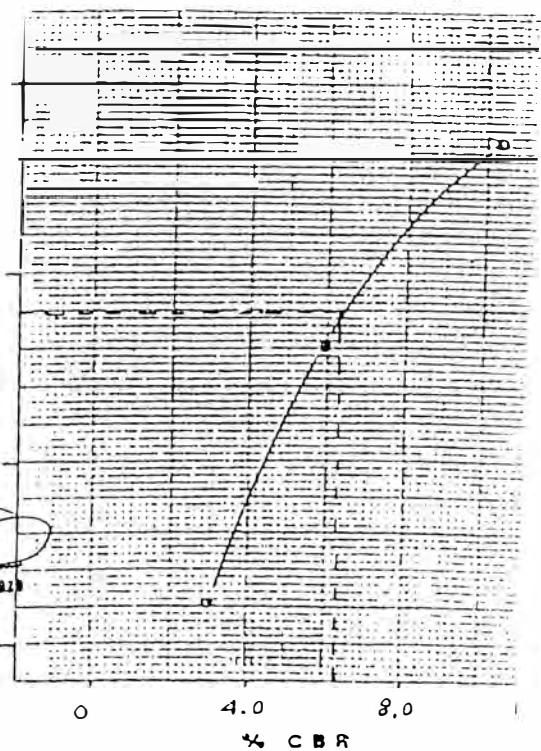
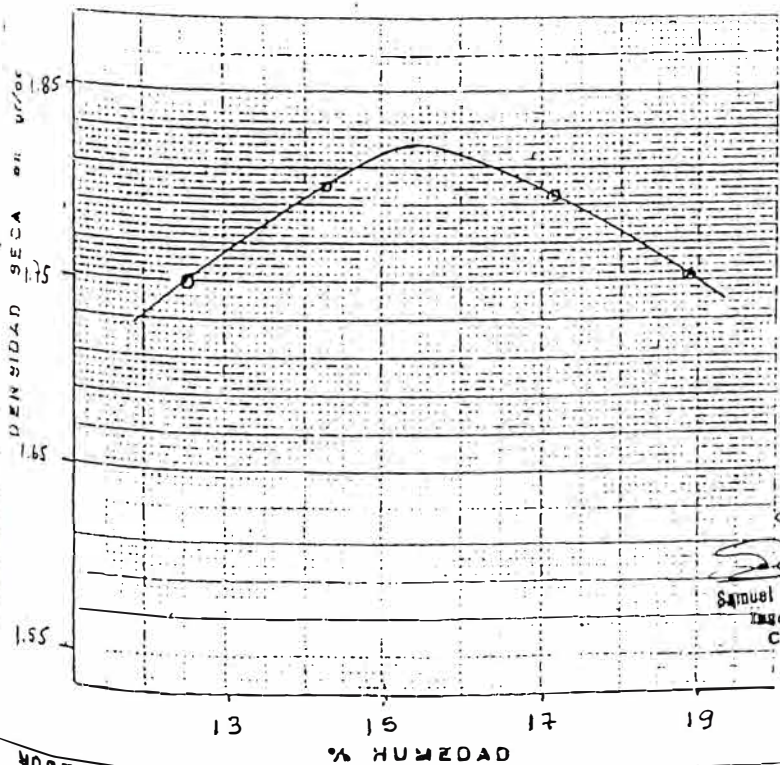
DENSIDAD 1.836 gr/cc  
CBR 0.1" 10.6 %  
CBR 0.2" 11.6 %  
Expansión 0.28 %

DENSIDAD 1.707 gr/cc  
CBR 0.1" 6.0 %  
CBR 0.2" 5.9 %  
Expansión 0.48 %

DENSIDAD 1.561 gr/cc  
CBR 0.1" 3.0 %  
CBR 0.2" 3.8 %  
Expansión 0.96 %

Curva Desahogado 300g - Humedad

Curva Desahogado 300g CBR



Samuel Vizcardo Olazo  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109  
1.55

MOIST AASHTO T-190-70 : 1.820 gr/cc  
O.C.H. : 15.5 %

CBR AL 100% MAX DENS. 10.6 %  
CBR AL 95% MAX DENS. 6.3 %



# GEO - SERV. S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO  
 CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
 ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE N° 552  
 PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
 ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
 TELF.: 460-4790 461-6342  
 TELEFAX: 261-8385

Lima, 06 de Abril de 1999

FORME No 192 99

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS DE BASE  
 EXISTENTE TOMADAS DE LOS KMS. 13+500, 20+000 y  
 30+000 DE LA CARRETERA JULIACA - LAMPA - QUEBRADA  
 METARA - PUÑO

HC & ASOCIADOS

De conformidad a vuestra solicitud y a las indicaciones recibidas, se  
 efectuó ensayos de laboratorio para determinar las características físicas y mecánicas de la mezcla de  
 base, cuyos resultados son los siguientes:

ENSAYOS DE LABORATORIO

En muestra representativa proporcionada por ustedes se realizaron los siguientes ensayos:

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO MASHO F-27, LIMITES DE CONSISTENCIA  
 MASHO T-59 Y T-90

KILOMETRO	13+500		20+000		30+000		ESPECIFICACION
	% FINE ACUM.	% QUE PASA	% FINE ACUM.	% QUE PASA	% RET. ACUM.	% QUE PASA	
0	---	100.00	---	---	---	100.00	100
5	2.61	97.39	---	---	---	100.00	-
10	---	97.39	---	100.00	1.11	98.89	-
20	9.38	90.62	6.26	93.74	12.24	87.76	75 - 95
40	11.81	88.19	11.08	88.92	22.17	77.83	-
60	17.75	82.25	17.87	82.13	37.27	62.73	-
80	22.09	77.91	25.61	74.39	46.36	53.64	10 - 75
100	28.05	71.95	33.87	66.13	63.26	36.74	30 - 60
140	36.70	63.30	35.13	64.87	71.56	28.44	30 - 45
200	50.71	49.29	62.96	37.04	82.38	17.62	15 - 30
300	69.45	30.55	75.2	24.8	88.08	11.92	-
400	78.64	21.36	82.90	17.10	92.85	7.15	5 - 15
600	100.00	---	100.00	---	100.00	---	-
Limite Líquido (%)	27.61	---	26.17	---	23.34	---	-
Limite Plástico (%)	15.75	---	18.09	---	19.96	---	-
Índice Plástico (%)	11.86	---	8.38	---	3.38	---	-
Clasificación	A-2.1 (a)		A-2.1 (c)		A-1-a (a)		-

Se adjunta las curvas granulométricas



# GEO - SERV. S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO  
CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE N° 552  
PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
TELF.: 460-4790 461-8342  
TELEFAX: 261-6385

## MEZCLA DE MATERIALES DE LOS KMS. 13+500, 20+000 Y 30+000

TAMIZ	% RET.	% QUE	ESPECIFICACION
ASPM	ACTUAL	PASA	"B"
75	---	100.00	100
150	0.39	99.61	-
300	8.52	91.48	75 - 95
475	11.55	88.45	-
750	21.05	78.95	-
1180	31.45	68.55	10 - 75
No. 1	18.02	81.98	30 - 60
No. 10	59.92	40.08	20 - 15
No. 40	70.36	29.64	15 - 30
No. 100	77.77	22.23	-
No. 200	81.56	18.44	5 - 15
No. 425	100.00	---	---

Conte Líquido (%) 23.84

Conte Plástico (%) 17.58

Índice Plástico (%) 8.26

ASFILO A-1-1 (a)

Se adjunta la curva granulométrica

## C. PROCESOR MODIFICADO AASHIO T-150 "D"

Máxima densidad seca (g/cc) : 2.13

Óptimo contenido de humedad : 6.8 %

Se adjunta la curva densidad Seca-Humedad

## D. VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R. AASHIO T-193

	MOLDE No 13	MOLDE No 14	MOLDE No 15
No de capas	5	5	5
No de golpes por capa	56	25	12
Densidad seca (g/cc)	2.13		
Humedad Promedio (%)	6.86	6.95	6.87
Hinchamiento (%)	0.00	0.00	0.00
C.B.R.			
Para 0.1" (%)	66.0	39.0	11.3
Para 0.2" (%)	85.3	43.3	11.2

Se adjunta las curvas Fuerza-Penetración

## E. EQUIVALENTE DE ARENA AASHIO T-96

Profundidad Promedio en la superficie lina	: 13.48"
Profundidad Promedio en la superficie de arena	: 2.60"
Equivalente de arena	: 19.3 %

## F. ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES) AASHIO T-96

Muestra	% de Desgaste
Grava	37.0

Gradación "A"

Carga Abrasiva 1.2 esferas

No de Revoluciones 500

# GEO - SERV. S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO  
CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE N° 552  
PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
TELF.: 460-4790 461-6342  
TELEFAX: 261-6385

## CONTAMPERISMO (DURABILIDAD) ASFALTO T 104

Muestra	% de Pérdida
Grava	23.1
arena	13.1

Ensayo en el Sulfato de Sodio SO4 Na2, cinco ciclos alternos

## MOUESTRA DEL KM. 37+500 MARGEN DERECHO GRANULOMETRIA POR TAMIZADO ASFALTO T 27, LÍMITES DE CONSISTENCIA ASFALTO T 89 Y T 20

TAMIZ	% RET	% QUE	ESPECIFICACION
ASUM	ACUM	PASA	"D"
100	100	100.00	
75	2.72	97.28	100
60	3.99	96.01	-
45	3.21	91.76	-
30	10.71	89.29	60 - 100
150	26.87	73.13	50 - 85
75	38.21	61.79	40 - 70
45	62.92	37.08	25 - 45
30	77.73	22.27	-
150	78.62	21.38	3 - 15
75	100.00	0.00	-

Se adjunta la curva granulométrica

Límite Líquido (%) 31.61

Límite Plástico (%) 20.04

Límite Plástico (%) 11.57

Clasificación

ASFALTO A-2.6 (a)

Atentamente,

## ANEXO N° 4

### ENSAYOS DE LABORATORIO EN MUESTRAS DE CANTERAS

1. Cantera Río Unocolla km 8+000: Análisis granulométrico, gráfico de graduación, clasificación, límites y humedad natural. Efectuado por Samuel Otazo.
2. Cantera de agregados Río Unocolla km 8+000: Análisis granulométrico, gráfico de graduación y clasificación. Efectuado por Samuel Otazo.
3. Cantera Río Unocolla 700 m aguas arriba del puente: Análisis granulométrico, gráfico de graduación, clasificación, límites y humedad natural. Efectuado por Máximo Coyla.
4. Cantera Río Unocolla 2,000, a 2 km aguas abajo del puente: Análisis granulométrico, gráfico de graduación y clasificación. Efectuado por Máximo Coyla.
5. Cantera Acurrimi km 9+500: Análisis granulométrico, gráfico de graduación, clasificación, límites, humedad natural y sales solubles. Efectuado por Samuel Vizcardo.
6. Cantera Acurrimi km 9+500: Ensayo de compactación. Efectuado por Samuel Vizcardo.
7. Cantera Acurrimi km 9+500: CBR. Efectuado por Samuel Vizcardo.
8. Cantera Acurrimi km 9+500: Ensayos de Abrasión, Equivalente de Arena e Intemperismo. Efectuado por Samuel Vizcardo.

9. Cantera Picñán km 10+440: Análisis granulométrico, gráfico de graduación, clasificación, límites, humedad natural y sales solubles. Efectuado por Samuel Vizcardo.
10. Cantera Picñán km 10+440: Ensayo de compactación. Efectuado por Samuel Vizcardo.
11. Cantera Picñán km 10+440: CBR. Efectuado por Samuel Vizcardo.
12. Cantera Picñán km 10+440: Ensayos de abrasión, equivalente de arena e intemperismo. Efectuado por Samuel Vizcardo.
13. Cantera Picñán km 10+440 y Acurrimi km 9+500: Ensayos de gravedad específica y absorción. Efectuado por Samuel Vizcardo.
14. Cantera km 18+600: Análisis granulométrico, gráfico de graduación, clasificación, límites y sales solubles. Efectuado por Samuel Vizcardo.
15. Cantera Tacamani km 22+800: Análisis granulométrico, gráfico de graduación, clasificación, humedad natural y límites. Efectuado por Samuel Vizcardo.
16. Cantera km 27+940: Análisis granulométrico, gráfico de graduación, clasificación, humedad natural y límites. Efectuado por Samuel Vizcardo.
17. Cantera km 27+940: Análisis granulométrico. Efectuado por GEO-SERV S.A.
18. Cantera km 27+940: Curva granulométrica. Efectuado por GEO-SERV S.A.
19. Cantera km 27+940: Ensayos de la piedra y arena, incluyendo los análisis granulométricos, gráficos, clasificaciones, límites, humedad natural y sales solubles, en dos hojas. Efectuado por GEO-SERV S.A.

20. Cantera km 27+940: Ensayos de intemperismo, abrasión, equivalente de arena, adhesividad a los áridos finos (Riedel Weber), sales solubles totales y límites. Efectuado por GEO-SERV S.A.
21. Cantera Río Lampa km 28+000: Análisis granulométrico y curva, en dos hojas. Efectuado por GEO-SERV S.A.
22. Cantera Río Lampa km 28+000: Análisis granulométrico y gráfico, clasificación, límites y humedad natural. Efectuado por Samuel Vizcardo.
23. Cantera de Agregados Río Lampa km 28+000: Análisis granulométrico, gráfico y clasificación. Efectuado por Samuel Vizcardo.
24. Cantera Río Lampa km 28+000: Ensayos de intemperismo, abrasión, equivalente de arena, adhesividad a los áridos y sales solubles, sales solubles totales y límites. Efectuado por GEO-SERV S.A.
25. Cantera Río Lampa km 30+500: Análisis granulométrico, gráfico, clasificación, límites y humedad natural. Efectuado por Samuel Vizcardo.
26. Cantera de agregados Río Lampa km 30+500: Análisis granulométrico, gráfico y clasificación. Efectuado por Samuel Vizcardo.
27. Cantera Pucará km 55+200: Análisis granulométrico, curva, límites y clasificación. Efectuado por Máximo Coylla.
28. Curva granulométrica de la muestra de base del km 13+500.
29. Curva granulométrica de la muestra de base del km 20+000.
30. Curva granulométrica de la muestra de base del km 30+000

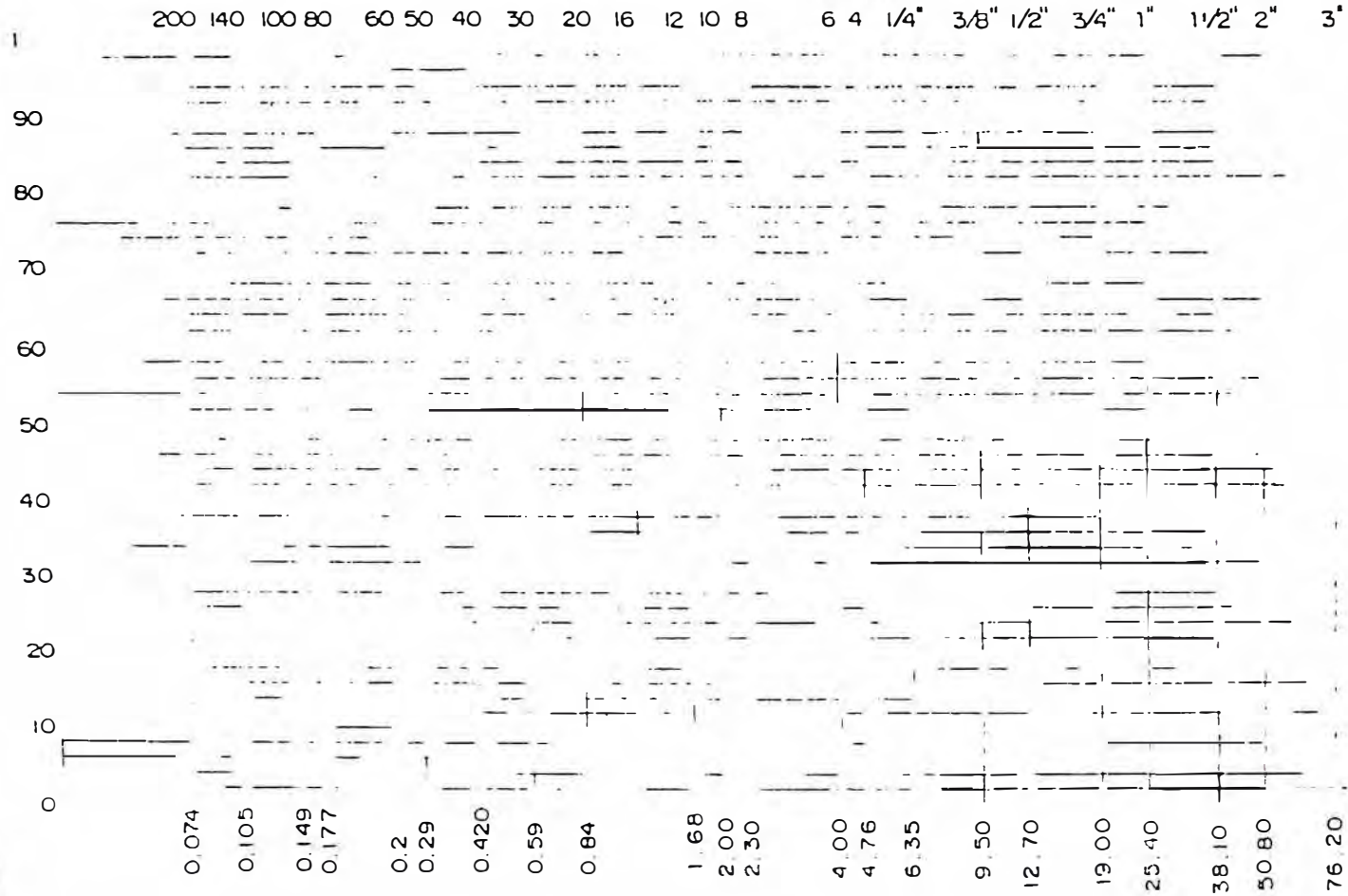
31. Curva granulométrica de la muestra de base de la mezcla de los materiales de los kms 13+500, 20+000 y 30+000.
32. CBR de la mezcla de materiales de las muestras de los kms 13+500, 20+000 y 30+000.
33. Curva granulométrica de la muestra del km 37+500.

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
**MATERIAL : CANTERA RIO UNOCOLLA KM. 8 + 000**  
**SOLICITADO : H C & ASOCIADOS**

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MAJLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"	0,00	100,00	
1/2"	2,11	97,89	
3/8"	4,98	92,91	
1/4"	13,71	79,20	
Nº 4	10,16	69,04	
Nº 8	7,91	61,13	
Nº 16	28,05	33,08	
Nº 30	18,07	15,01	
Nº 50	13,32	1,69	
Nº 100	1,15	0,54	
Nº 200	0,11	0,43	
-200			



*Samuel Vizcardo Olazo*  
**Samuel Vizcardo Olazo**  
**Ingeniero Civil**  
**CIP. 60109**

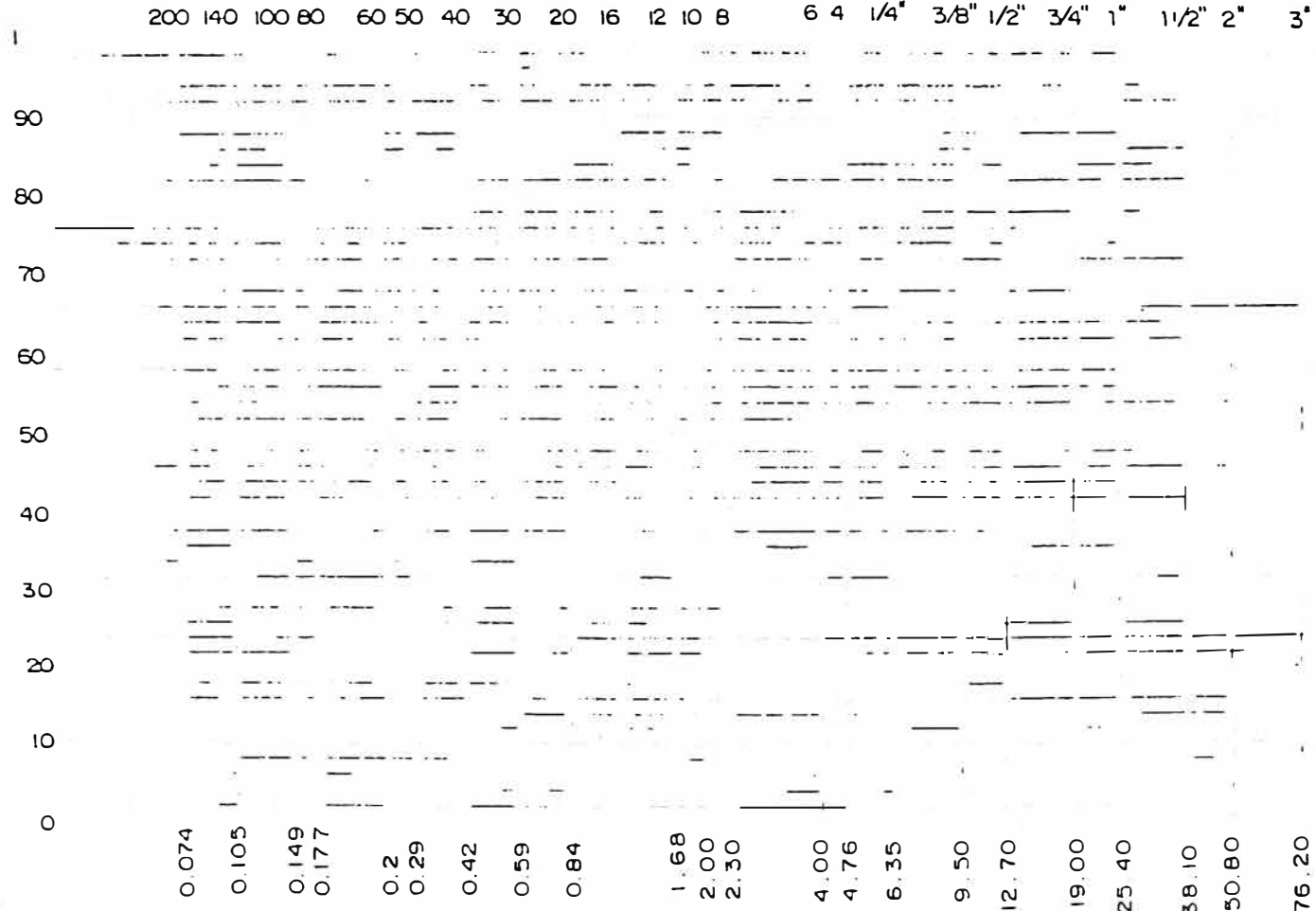
CANTERA Nº KM 8 + 000		MUESTRA Nº	
PROFUNDIDAD			
CLASIFICACION	SUCS:	SP	
	AASHO:	A - 1 - a (0)	
REVISADO POR	SVO	FECHA	Feb-99
LIMOS Y ARCILLAS		ARENA FINA	ARENA MEDIA
LIM. LIQUIDO		19,51%	LIM. PLASTICO
HUM. NATURAL		1,20%	INDICE PLASTICO
			N.P.

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
**MATERIAL : CANTERA DE AGREGADOS RIO IUNOCOLLA KM. 8 + 000**  
**SOLICITADO : H C & ASOCIADOS**

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
1 1/2"			
1"			
3/4"	0,00	100,00	
1/2"	6,81	93,19	
3/8"	16,10	77,09	
1/4"	44,27	32,82	
Nº 4	32,82	0,00	
Nº 4	0,00	100,00	
Nº 8	11,46	88,54	
Nº 16	40,63	47,91	
Nº 30	26,17	21,74	
Nº 50	19,30	2,44	
Nº 100	1,67	0,77	
Nº 200	0,15	0,62	
-200	0,62		



Samuel Vizcardo Ojeda  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

CANTERA Nº KM 8 + 000	MUESTRA Nº
PROFUNDIDAD	
CLASIFICACION	SUCS: SP
	AASHO: A - 1 - a (0)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb-99

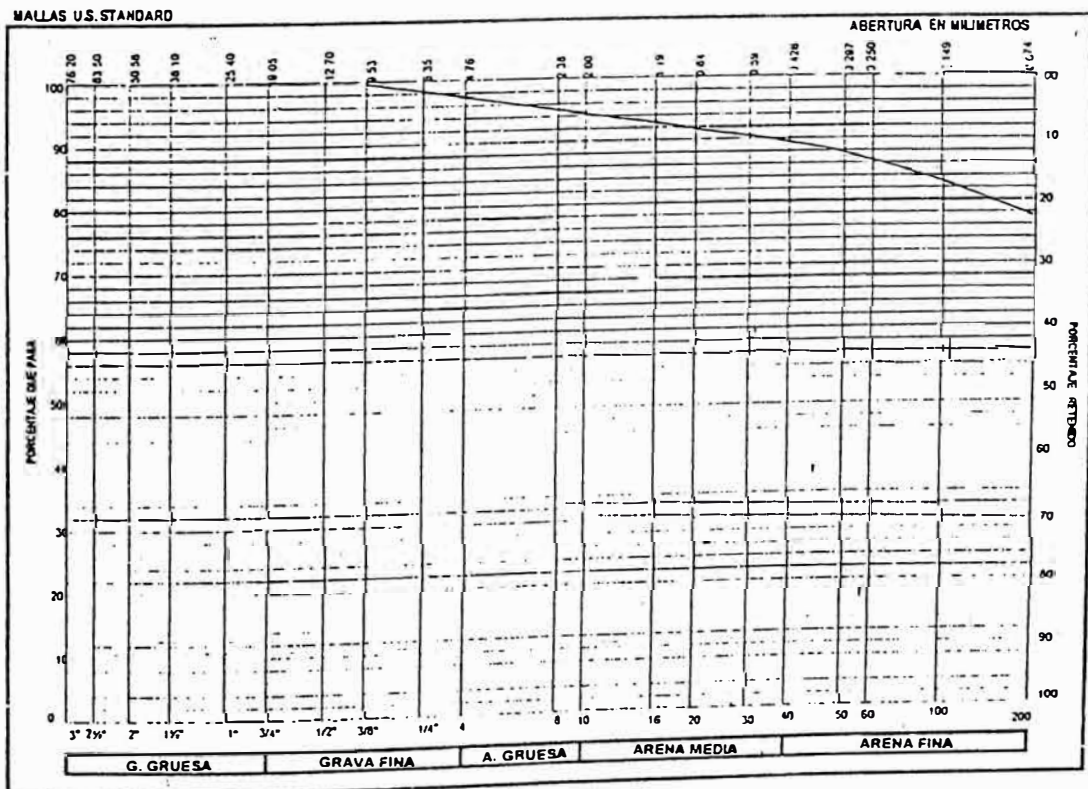
LIMOS Y AROLLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S
LIM. LIQUIDO	LIM. PLASTICO		INDICE PLASTICO			
HUM. INATURAL						



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

<b>PROYECTO</b>	: Estudio definitivo de ingeniería para Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lampa-Juliaca	<b>Lugar</b>	: Lampa y Juliaca - Prov. Lampa y San Roman - Puno
<b>SOLICITA</b>	: EMPRESA HC & ASOCIADOS S.R.L.	<b>Cantera</b>	: Rio Unococlla ( a 700 m río arriba del puente )
		<b>Progresiva</b>	: km 07+700 LIV Fecha : 20/04/99

TAMIZ	PESO RETEN.	% RETENIDO	%ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA :	
3"		0.00	0.00	100.00	Limo arenoso café claro	
2 1/2"		0.00	0.00	100.00		
2"		0.00	0.00	100.00	PESO INICIAL SECO	1094.6
1 1/2"		0.00	0.00	100.00	PESO LAVADO SECO	252.0
1"		0.00	0.00	100.00	PÉRDIDA (FINOS)	842.6
3/4"		0.00	0.00	100.00	Limite Líquido	30.26 %
1/2"		0.00	0.00	100.00	Limite Plástico	29.12 %
3/8"		0.00	0.00	100.00	Índice plástico	1.14
Nº 4	26.2	2.39	2.39	97.61	Humedad Natural	15.24 %
Nº 10	32.1	2.93	5.33	94.67	<b>CLASIFICACION</b>	
Nº 20	30.6	2.80	8.12	91.88	SUCS :	ML
Nº 40	28.4	2.59	10.72	89.28	AASHTO :	A-4 (B)
Nº 50	15.8	1.44	12.16	87.84	<b>OBSERVACIONES</b>	
Nº 100	54.4	4.97	17.13	82.87		
Nº 200	64.5	5.89	23.02	76.98		
FONDO	842.6	76.98	100.00	0.00		
SUMA	1094.6	100.00				



ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

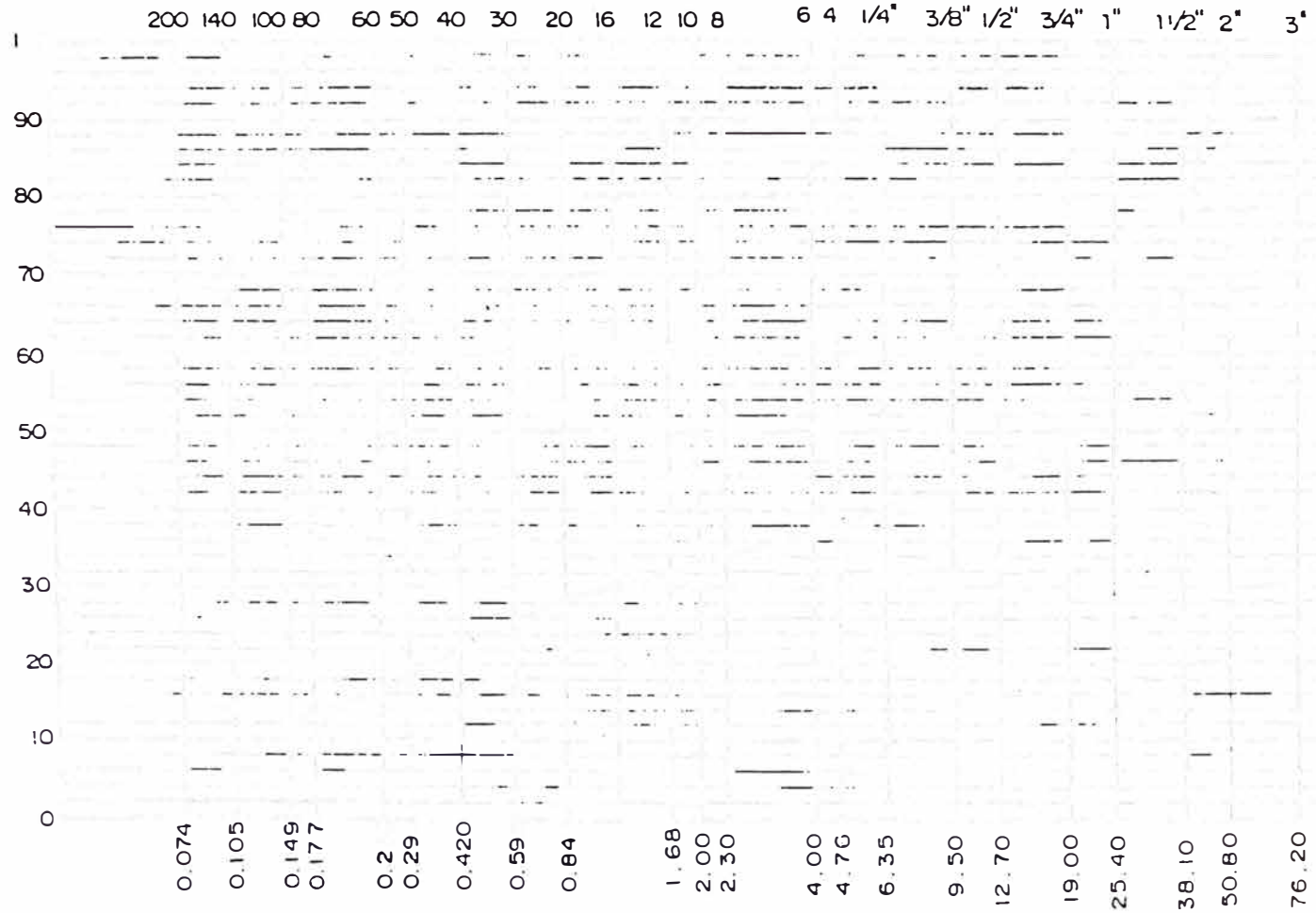
MATERIAL : CANTERA ACURRIMI KM. 9 + 500

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

GRAFICO DE GRADUACION

ANALISIS GRANULOMETRICO

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"	0.00	100.0	
1 1/2"	27.12	72.88	
1"	20.00	52.88	
3/4"	3.76	49.12	
1/2"	4.38	44.74	
3/8"	1.90	42.84	
1/4"	2.93	39.91	
Nº 4	0.87	39.04	
Nº 10	5.77	33.27	
Nº 20	4.46	28.81	
Nº 40	6.11	22.70	
Nº 60	5.63	17.07	
Nº 140	6.93	10.14	
Nº 200	1.78	8.36	
-200			



  
 Samuel Vizcardo Ojeda  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

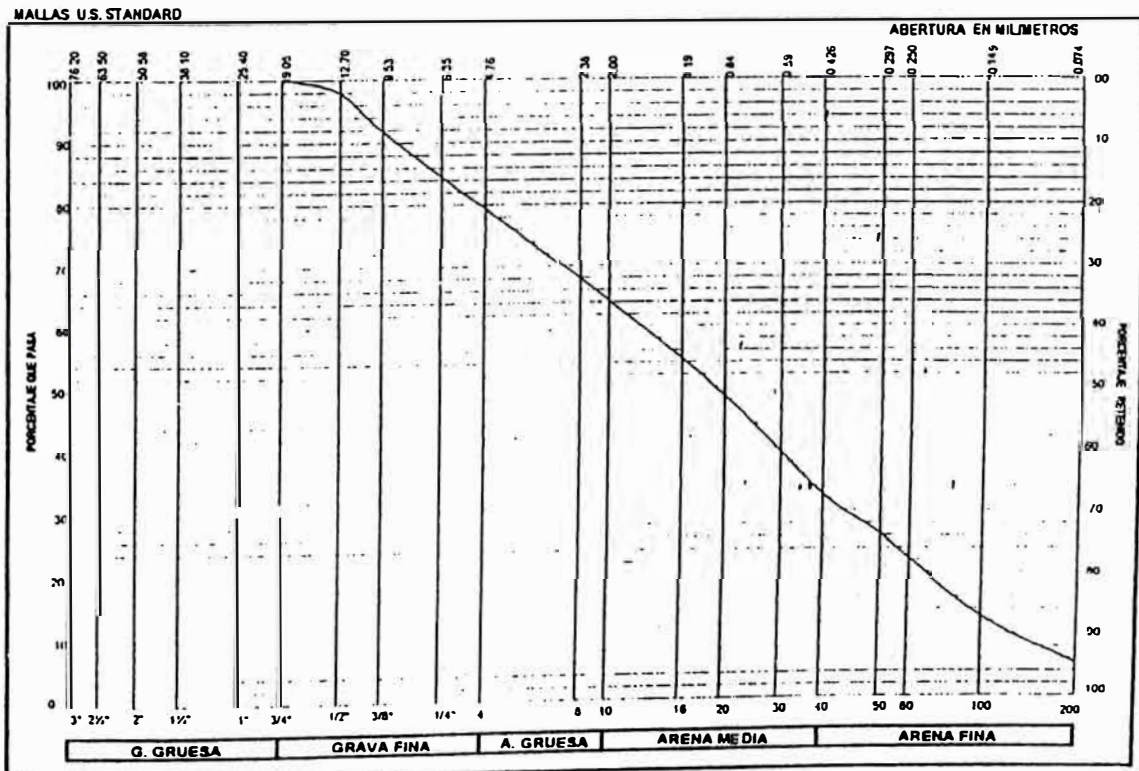
CANTERA Nº KM 9 + 500	MUESTRA Nº
PROFUNDIDAD	
CLASIFICACION	SUCS: GP-GM
	AASHO: A - 1 - a (0)
REVISADO POR SVO	FECHA Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S. C.
LIM. LIQUIDO 18,33%	HUM. NATURAL 1,00%	LIM. PLASTICO	Sales Solub. Total 0,80%	INDICE PLASTICO	N.P.	

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

<b>PROYECTO</b>	: Estudio definitivo de ingeniería para Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lampa-Juliaca	<b>Lugar</b>	: Lampa y Juliaca - Prov Lampa y San Román - Puno
<b>SOLICITA</b>	: EMPRESA HC & ASOCIADOS S R L	<b>Cantera</b>	: Rto Unoccollta ( a 2 km río abajo del puente )
		<b>Progresiva</b>	: km 07+700 LDV Fecha : 20/04/99

TAMIZ	PESO RETEN.	% RETENIDO	%ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA :
3"		0.00	0.00	100.00	<i>Arena de río color gris</i>
2 1/2"		0.00	0.00	100.00	
2"		0.00	0.00	100.00	
1 1/2"		0.00	0.00	100.00	
1"		0.00	0.00	100.00	
3/4"		0.00	0.00	100.00	PESO INICIAL SECO (g) 2128.0
1/2"	36.2	1.70	1.70	98.30	PESO LAVADO SECO 2004.5
3/8"	138.4	6.50	8.20	91.80	PERDIDA IFILOSÍ 123.5
Nº 4	262.3	12.33	20.53	79.47	Límite Líquido NT
Nº 10	322.1	15.14	35.67	64.33	Límite Plástico NT
Nº 20	338.0	15.88	51.55	48.45	Índice Plástico NP
Nº 40	348.2	16.36	67.91	32.09	Humedad Natural 4.2 %
Nº 50	125.6	5.90	73.82	26.18	CLASIFICACION
Nº 100	282.5	13.28	87.09	12.91	SUCS : SP-SM
Nº 200	151.2	7.11	94.20	5.80	AASHTO : A1-b (0)
FONDO	123.5	5.80	100.00	0.00	OBSERVACIONES :
SUMA	2128.0	100.00			Muestreo efectuado por el solicitante



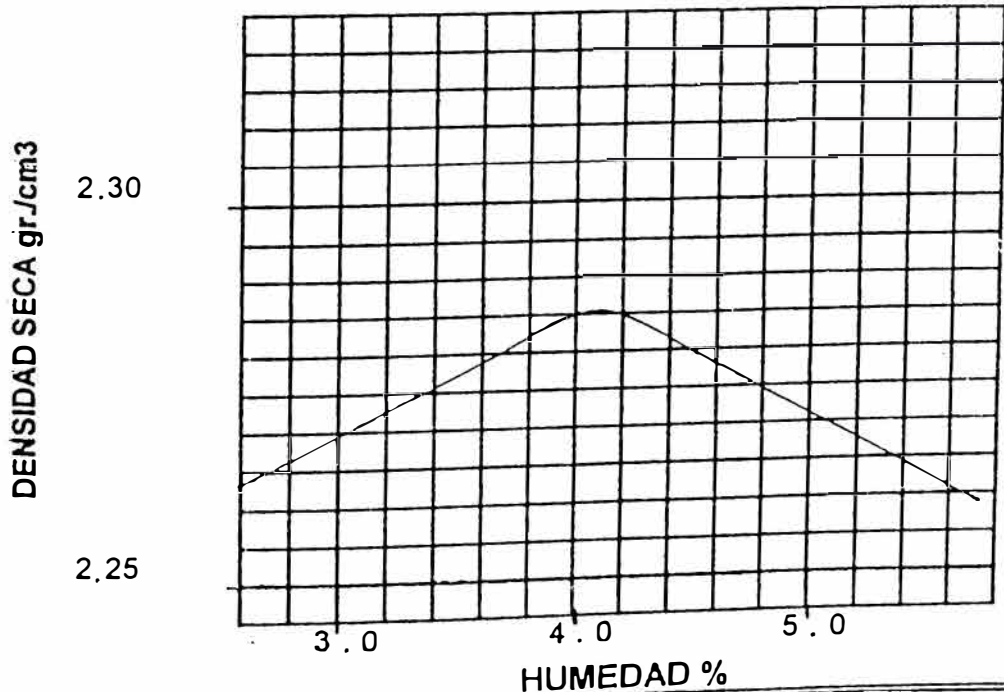
## ENSAYO DE COMPACTACION


Estudio Definitivo de Mejora.

PROYECTO : <u>y Rehab. De la carretera</u>	FECHA : <u>Lima, Febrero de 1999</u>
UBICACIÓN : <u>LAMPA-JULIACA</u>	MATERIAL : <u>CANTERA</u>
A.S.T.M. : <u>15 57</u>	PROCEDENCIA : <u>Km 9+ 500</u>

<b>MAXIMA DENSIDAD</b> <b>2.285</b> <b>gr/cm3</b>	<b>OPTIMA HUMEDAD</b> <b>4.10</b> <b>%</b>
---	--

Peso molde + Suelo húmedo	10.622	10.892	10.739	10.755	
Peso molde	5.700	5.700	5.700	5.700	
Peso suelo húmedo	4.922	4.992	5.039	5.055	
Volúmen del molde	2.116	2.116	2.116	2.116	
Densidad húmeda	2,326	2,359	2,381	2,389	
Densidad seca	2,264	2,278	2,281	2,256	
Tarro N°	14	32	41	30	
Tarro + suelo húmedo	148,26	143,25	152,22	151,64	
Tarro + suelo seco	144,97	139,18	146,85	144,58	
Agua	3,29	4,07	5,37	7,06	
Peso del tarro	25,20	24,98	24,85	24,60	
Peso del suelo seco	119,77	114,2	122	119,98	
% Humedad	2,75	3,56	4,40	5,88	



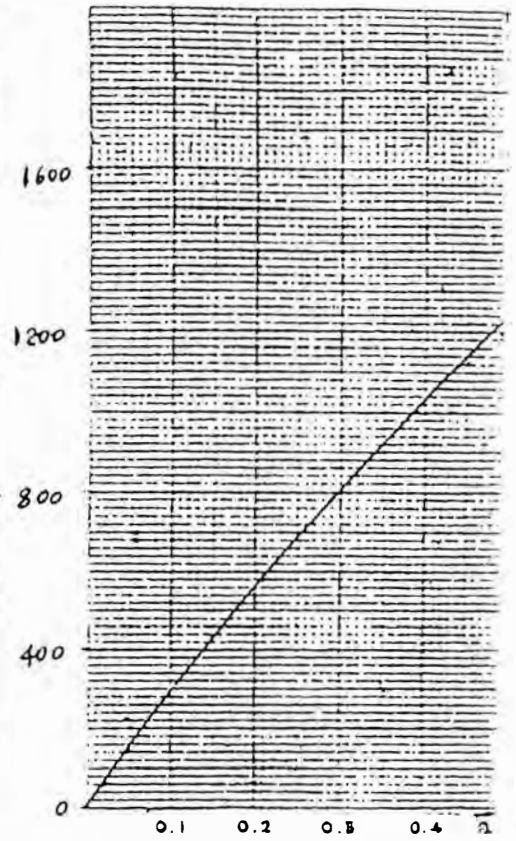
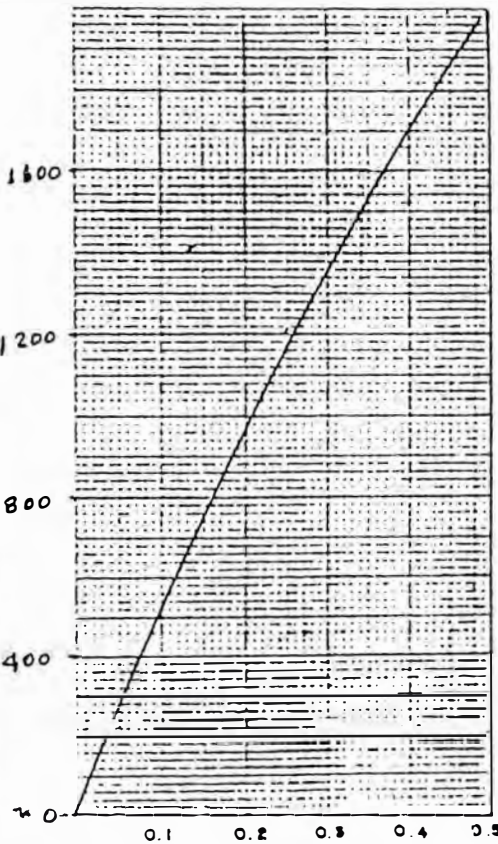
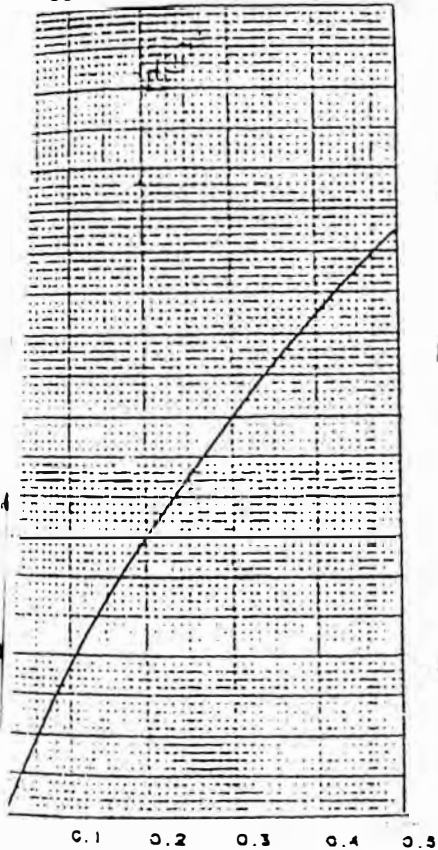
  
**Samuel Vizcardo Otaño**  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

CBR-AASHTO T-193-63 - CURVAS ESFUERZO-PENETRACION

56 GOLPES/CAPA

25 GOLPES/CAPA

12 GOLPES/CAPA



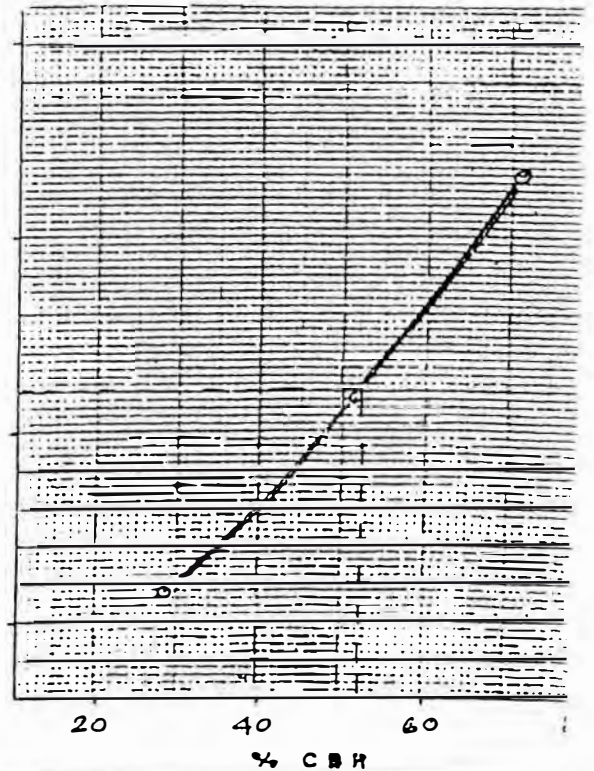
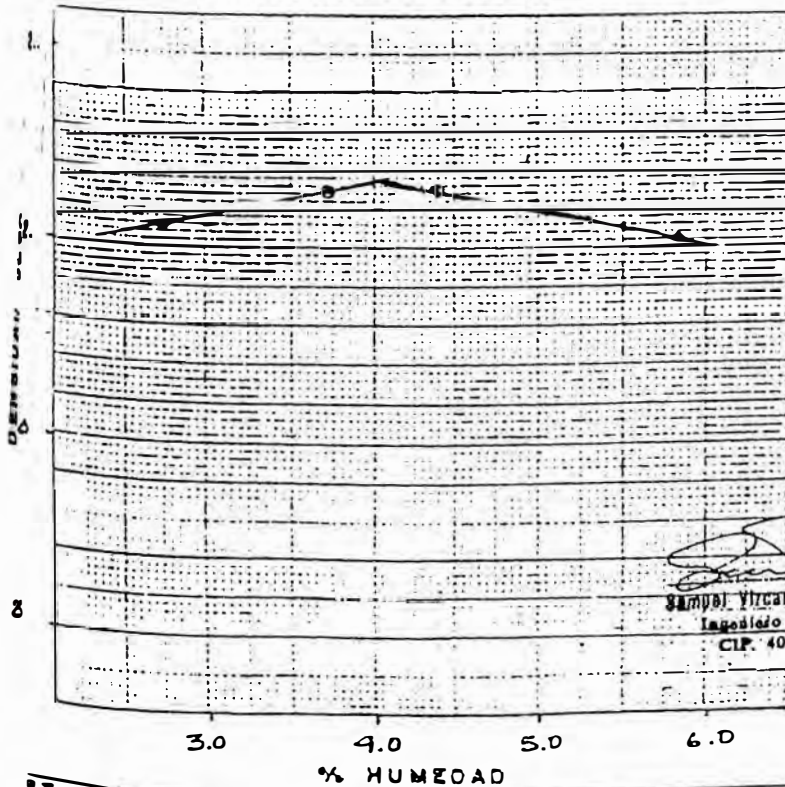
SIGAO 2.286 gr/cc  
R 0.1" 72.0 %  
R 0.2" 92.6 %  
Expansion 0.0 %

PENETRACION EN PULGADAS  
DENSIDAD 2.167 gr/cc  
C.B.R. 0.1" 51.0 %  
C.B.R. 0.2" 64.0 %  
Expansion 0.0 %

DENSIDAD 2.067 gr/cc  
C.B.R. 0.1" 29.8 %  
C.B.R. 0.2" 96.7 %  
Expansion 0.0 %

Curva Densidad Seca - Humedad

Curva Densidad Seca C.B.R.



*[Signature]*  
Sampal Ybrardo Olazo  
Ingeniero Civil 2.05  
CIP. 40109

ST AASHTO T-180-70 : 2.285 gr/cc  
: 4.10 %

CBR AL 100% MAX DENS. 72.0 %  
CBR AL 95% MAX DENS. 52.8 %

## **ESTUDIO DEFINITIVO DE REHABILITACION LAMPA-JULIACA**

### **CANTERA ACURRIMI Km. 9+500**

#### **ENSAYO DE ABRASION**

**ASTM - D - 131**

Porcentaje de desgaste	57,00%
Gradación	Tipo "A"
Número de esferas	12
Muestra correspondiente al agregado grueso	

#### **ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA**

**ASTM - D - 2419**

Lectura material fino	1,94	1,71
Lectura de arena	4,21	4,05
% de equivalente de arena	46,08	42,22
Promedio de equivalente de arena	44,15	44,15

#### **ENSAYO DE INTEMPERISMO**

**ASTM - C - 88**

**CON SULFATO DE SODIO**

	PERDIDA CORREGIDA en %
Muestra	
Agregado Grueso	59,40
Agregado Fino	45,90
Muestra estimados del Ensayo Granulométrico	

**SAMUEL VIZCARDO OTAZO**

INGENIERO CIVIL-GEOTECNICO  
REG. CONSULTOR N° 2434.01.98

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

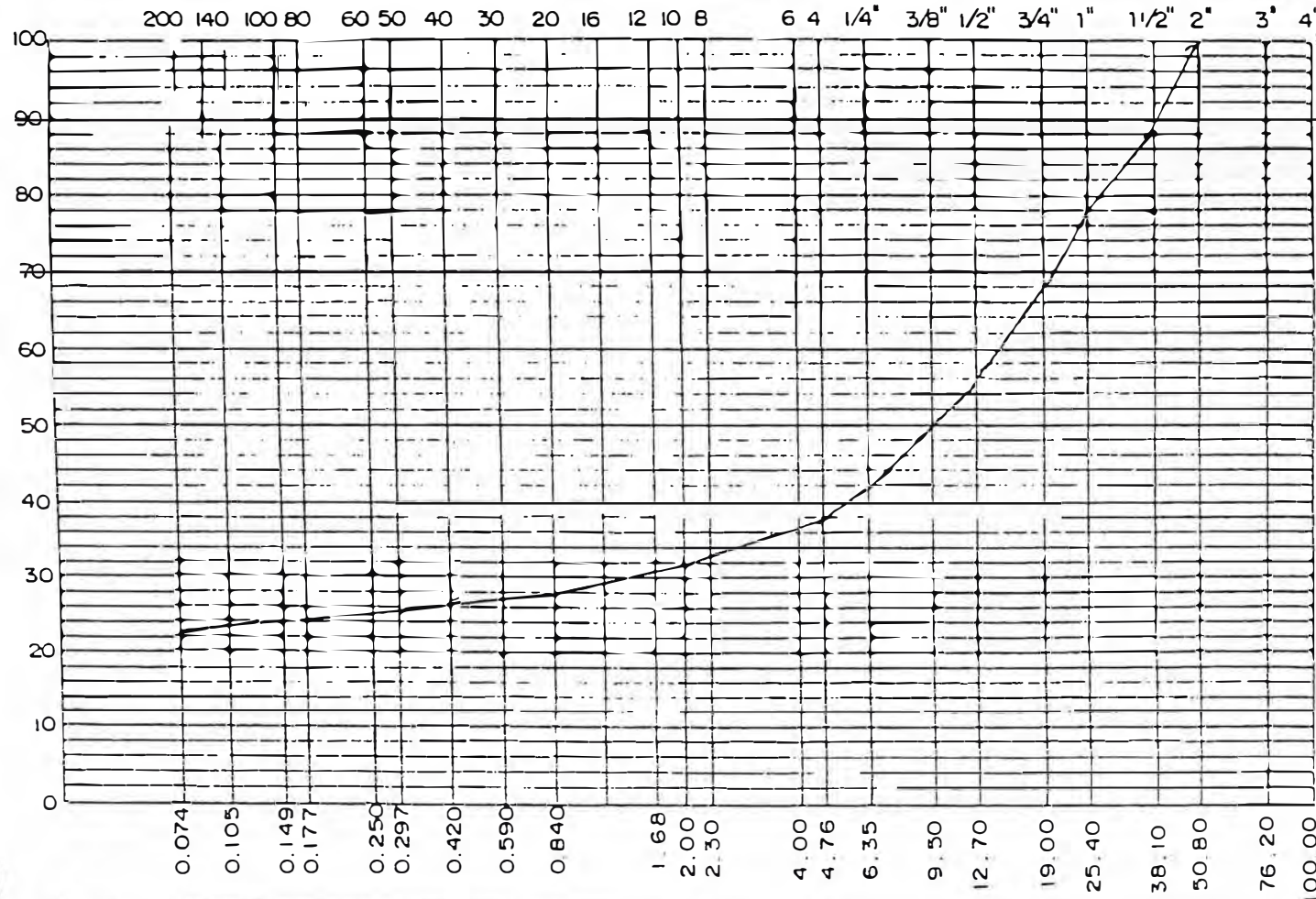
MATERIAL : CANTERA PICNAN KM. 10 + 440

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"	0.00	100.0	
1 1/2"	12.18	87.82	
1"	10.24	77.58	
3/4"	9.74	67.84	
1/2"	11.01	56.83	
3/8"	6.92	49.91	
1/4"	7.95	41.96	
N° 4	4.24	37.72	
N° 10	5.83	31.89	
N° 20	3.52	28.37	
N° 40	1.81	26.56	
N° 60	1.06	25.50	
N° 140	1.70	23.80	
N° 200	1.21	22.59	
-200			



Samuel Vizcardo Otaño  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

CANTERA N° KM 10 + 440		MUESTRA N°
PROFUNDIDAD		
CLASIFICACION	SUCS.	GC
	AASHO:	A - 1 - b (0)
REVISADO POR	SVO	FECHA
		Feb-99

LIQ. Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
-----------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	-----------

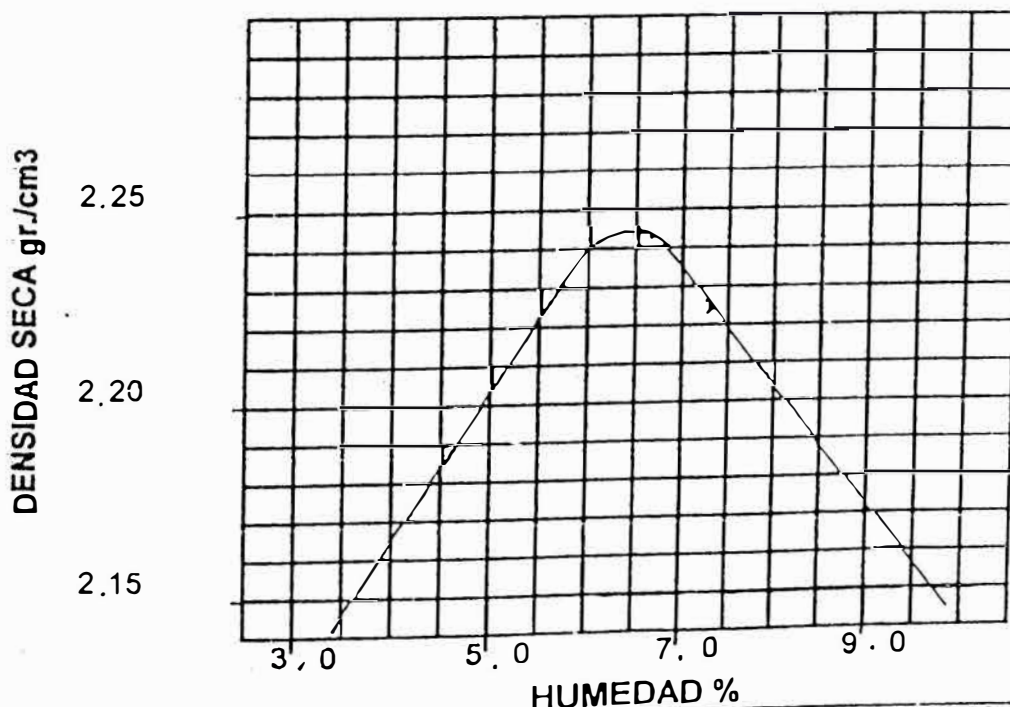
LIM. LIQUIDO	27,70%	LIM. PLASTICO	21,60%	INDICE PLASTICO	6,10%
HUM. NATURAL	4,81%	Sales Solub. Total	0,30%		

**ENSAYO DE COMPACTACION****Estudio Definitivo de Mejora.**

PROYECTO : y Rehab. De la carretera      FECHA : Lima, Febrero de 1999  
 UBICACIÓN : LAMPA-JULIACA      MATERIAL : CANTERA  
 A.S.T.M. : 15 57      PROCEDENCIA : Km. 10+44 0

**MAXIMA DENSIDAD 2.246 gr/cm3****OPTIMA HUMEDAD 6.70 %**

Peso molde + Suelo húmedo	10.379	10.629	10.778	10.702
Peso molde	5.700	5.700	5.700	5.700
Peso suelo húmedo	4.679	4.929	5.078	5.002
Volúmen del molde	2.116	2.116	2.116	2.116
Densidad húmeda	2,211	2,329	2,400	2,364
Densidad seca	2,140	2,213	2,228	2,165
Tarro N°	15	16	42	50
Tarro + suelo húmedo	149,58	150,15	151,22	148,82
Tarro + suelo seco	145,6	143,90	142,17	138,38
Agua	3,98	6,25	9,05	10,44
Peso del tarro	25,55	25,02	24,85	24,66
Peso del suelo seco	120,05	118,88	117,32	113,72
% Humedad	3,32	5,26	7,71	9,18





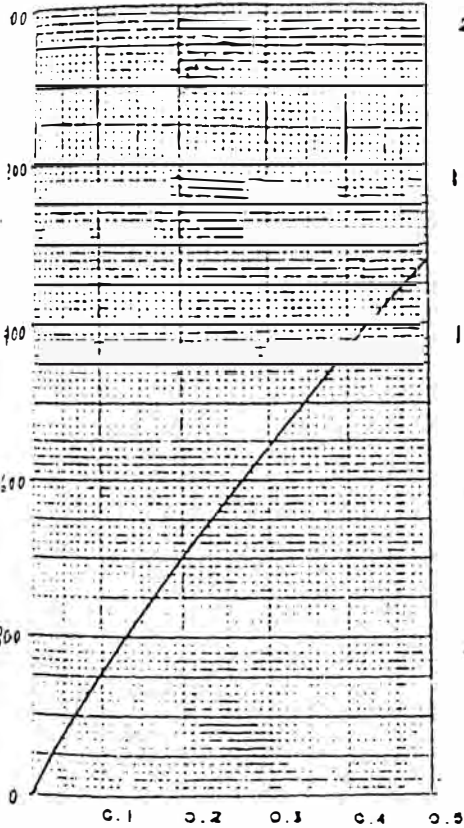
OBJETO: ESTUDIO DEF. DE MEJORAMIENTO Y REHAB.  
 DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA  
 CAVACION: Km 10+440

FECHA: Lima, Febrero 1999

MUESTRA: CANTERA

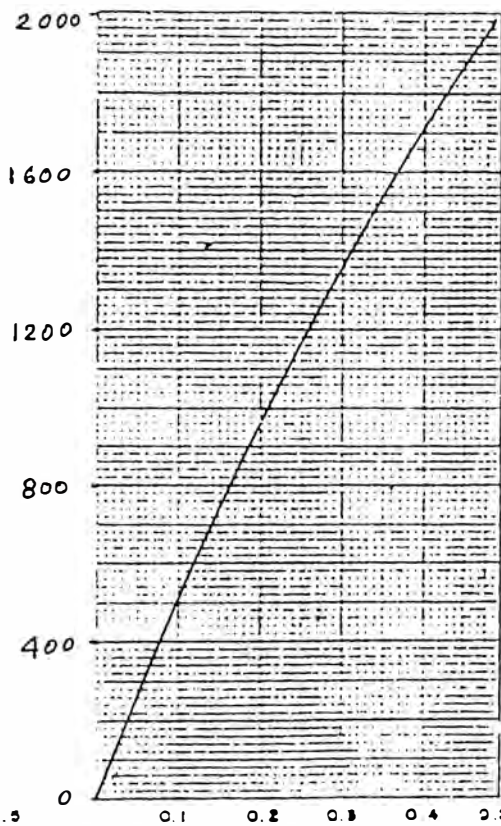
CBR-AASHTO T-193-63 - CURVAS ESFUERZO-PENETRACION

58 GOLPES/CAPA



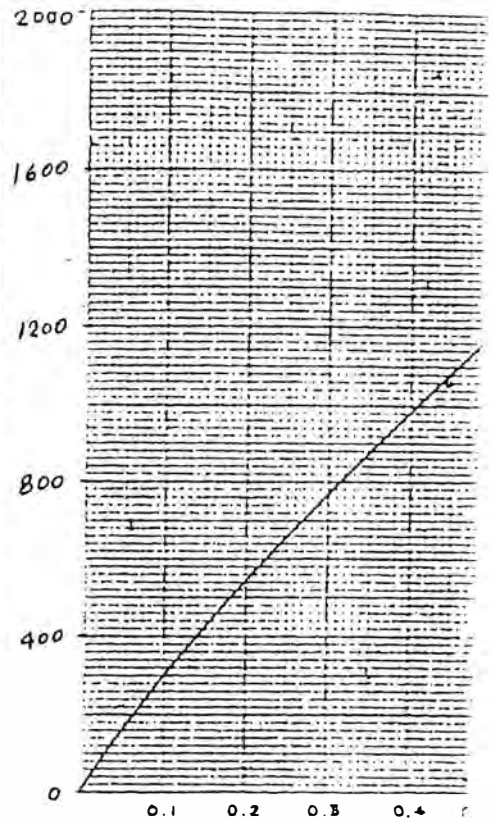
DENSIDAD 2.246 gr/cc  
 C.B.R. 0.1" 61.0 %  
 C.B.R. 0.2" 80.0 %  
 Expansión 0.02 %  
 Curva Deshidratada 3000 - Humedad

25 GOLPES/CAPA

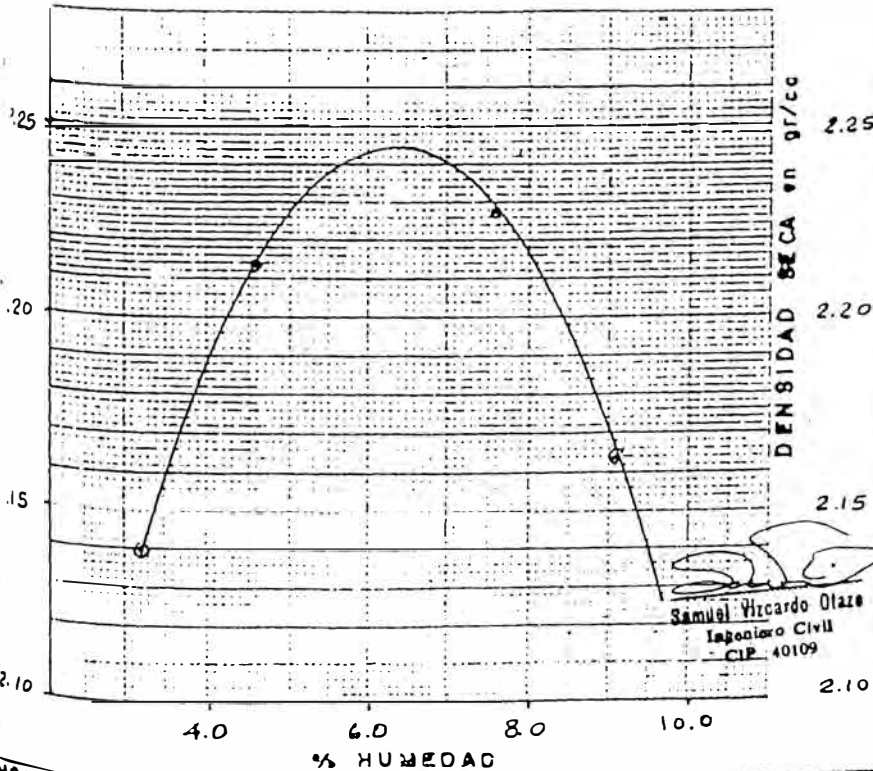


DENSIDAD 2.193 gr/cc  
 C.B.R. 0.1" 50.0 %  
 C.B.R. 0.2" 72.0 %  
 Expansión 0.06 %  
 Curva Deshidratada 3000 - Humedad

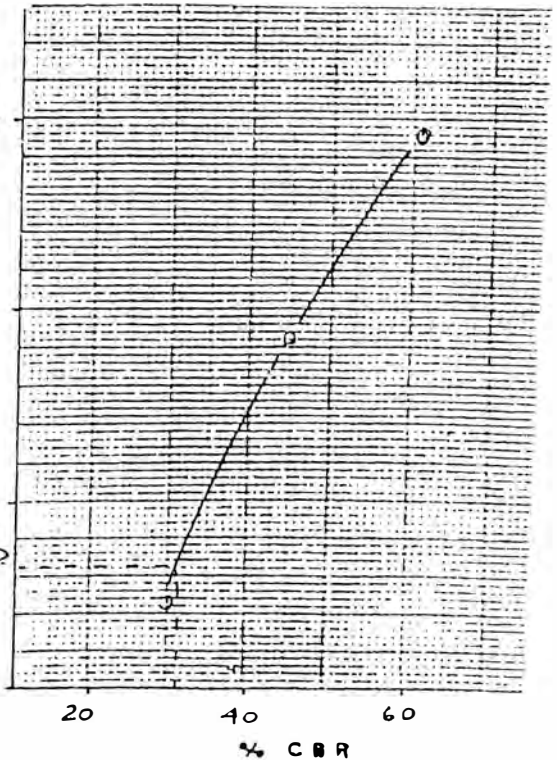
12 GOLPES/CAPA



DENSIDAD 2.124 gr/cc  
 C.B.R. 0.1" 30.0 %  
 C.B.R. 0.2" 37.3 %  
 Expansión 0.09 %  
 Curva Deshidratada 3000 C.B.R.



Samuel Vircardo Olave  
 Ingeniero Civil  
 CIP 40109



MOIST AASHTO T-190-70 : 2.246 gr/cc  
 O.C.H. : 6.70 %

CBR AL 100% MAX DENS. 60.0 %  
 CBR AL 95% MAX DENS. 31.0 %

**ESTUDIO DEFINITIVO DE REHABILITACION LAMPA-JULIACA****CANTERA PICÑAN Km. 10+440****ENSAYO DE ABRASION**

ASTM - D - 131

Porcentaje de desgaste	65,10%
Gradación	Tipo "A"
Número de esferas	12
Muestra correspondiente al agregado grueso	

**ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA**

ASTM - D - 2419

Lectura material fino	1,49	1,49
Lectura de arena	3,89	4,18
% de equivalente de arena	38,30	35,65
Promedio de equivalente de arena en %	36,98	36,98

**ENSAYO DE INTEMPERISMO**

ASTM - C - 88

CON SULFATO DE SODIO

	PERDIDA CORREGIDA en %
Muestra	
Agregado Grueso	30,20
Agregado Fino	43,60
Muestra estimados del Ensayo Granulométrico	

**ESTUDIO DEFINITIVO DE REHABILITACION LAMPA-JULIACA****CANTERA PICÑAN Km. 10+440****ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**

ASTM - C - 127 - 128

	GRAVA	ARENA
Gravedad Especifica Aparente	2,676	2,802
Gravedad Especifica Bulk S.S.S.	2,565	2,705
Gravedad Especifica Bulk	2,498	2,652
Porcentaje de Absorcion	2,66	2,02

**CANTERA ACURRIMI Km. 9+500****ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**

ASTM - C - 127 - 128

	GRAVA	ARENA
Gravedad Especifica Aparente	2,669	2,720
Gravedad Especifica Bulk S.S.S.	2,546	2,677
Gravedad Especifica Bulk	2,472	2,651
Porcentaje de Absorcion	2,98	0,95

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

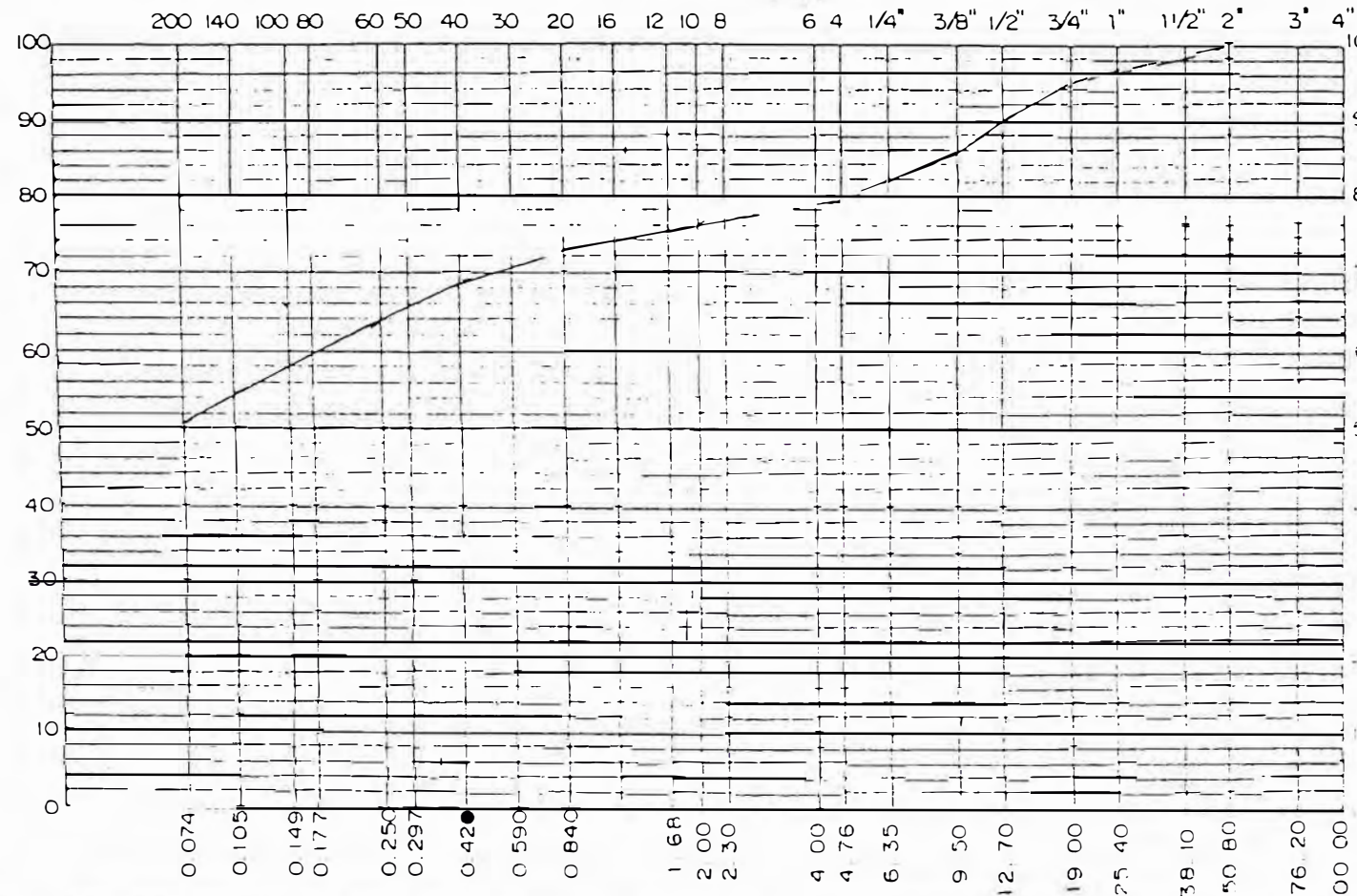
MATERIAL : CANTERA KM. 18 + 600

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"		100,0	
1 1/2"	0,75	99,25	
1"	2,35	96,90	
3/4"	1,75	95,15	
1/2"	5,35	89,80	
3/8"	3,77	86,03	
1/4"	4,25	81,78	
N° 4	2,26	79,52	
N° 10	3,59	75,93	
N° 20	2,63	73,30	
N° 40	4,00	69,30	
N° 50	4,97	64,33	
N° 140	9,22	55,11	
N° 200	4,61	50,50	
-200			



  
**Samuel Vizcardo Orazo**  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

SONDEO N° KM 18 + 600		MUESTRA N° 2
PROFUNDIDAD. 1,00 - 1,70 m		
CLASIFICACION	SJCS	CL
	AASHO	A - 6 (4)
REVISADO POR	SVJ	FECHA
		Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V. C.S.
0,074	0,105	0,149	0,177	0,250	0,297	0,42
0,590	0,840	1,68	2,00	2,30	4,00	4,76
6,35	9,50	12,70	19,00	25,40	38,10	50,80
76,20	100,00					
LIM. LIQUIDO	29,91%	LIM. PLASTICO	18,75%	INDICE PLASTICO	11,16%	
HUM. NATURAL	5,28%	Sales Solub Totale	0,50%			

**SAMUEL VIZCARDO OTAZO**

INGENIERO CIVIL-GEOTECNICO  
REG. CONSULTOR N° 2434.01.91

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

MATERIAL : CANTERA TACAMANI KM. 22 + 800

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

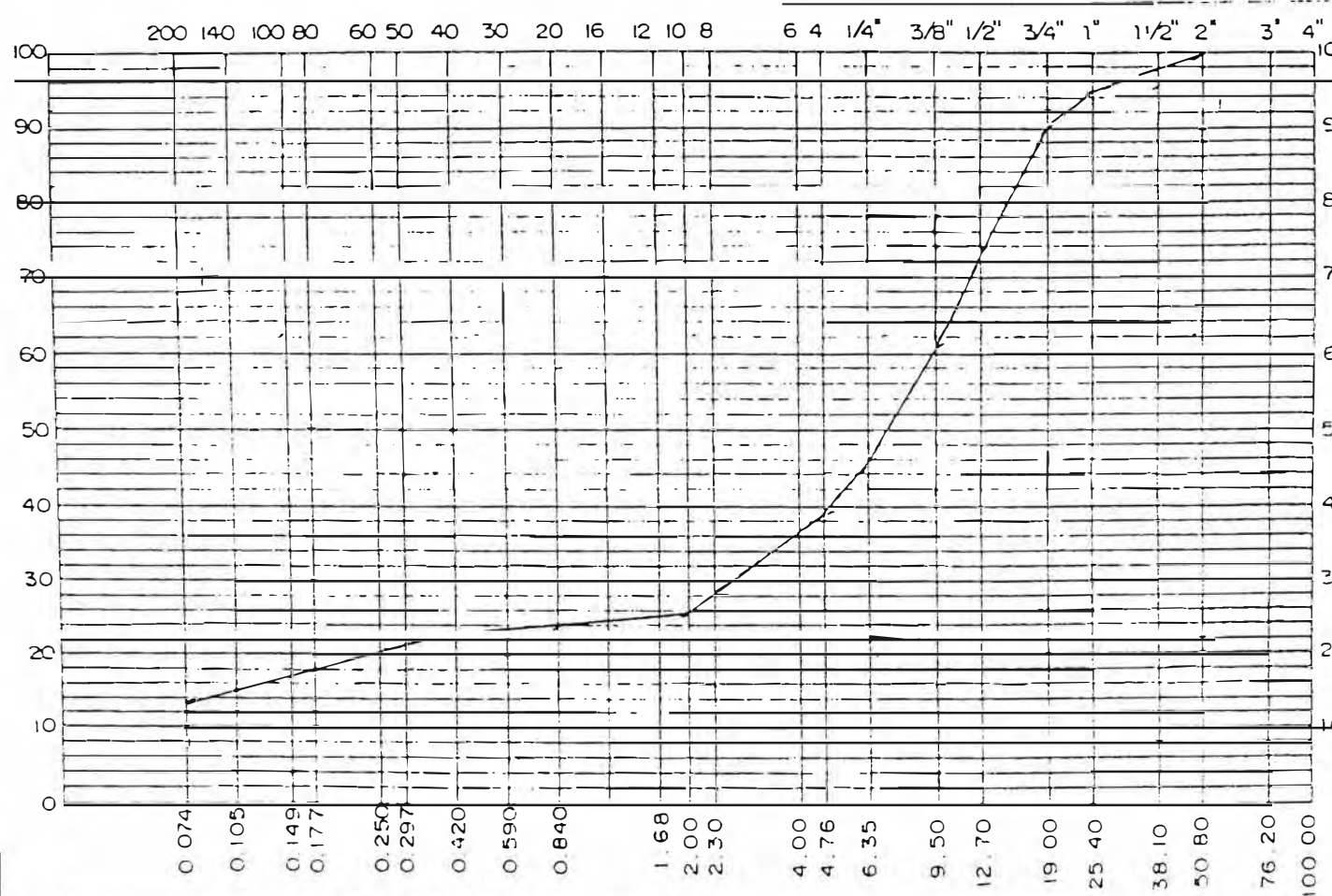
**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"	0.00	100.0	
1 1/2"	3.96	96.04	
1"	1.20	94.84	
3/4"	4.69	90.15	
1/2"	17.08	73.07	
3/8"	12.02	61.05	
1/4"	15.37	45.68	
N° 4	6.86	38.82	
N° 10	12.70	26.12	
N° 20	1.89	24.23	
N° 40	1.55	22.68	
N° 60	2.36	20.32	
N° 140	4.92	15.40	
N° 200	1.59	13.81	
-200			



Samuel Vizcardo Otazo  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109



CANTERA N° KM 22 + 800	MUESTRA N°
PROFUNDIDAD	
CLASIFICACION	SUCS GC
	AASHO A-1-a (0)
REVISADO POR	SVG FECHA Feb-99

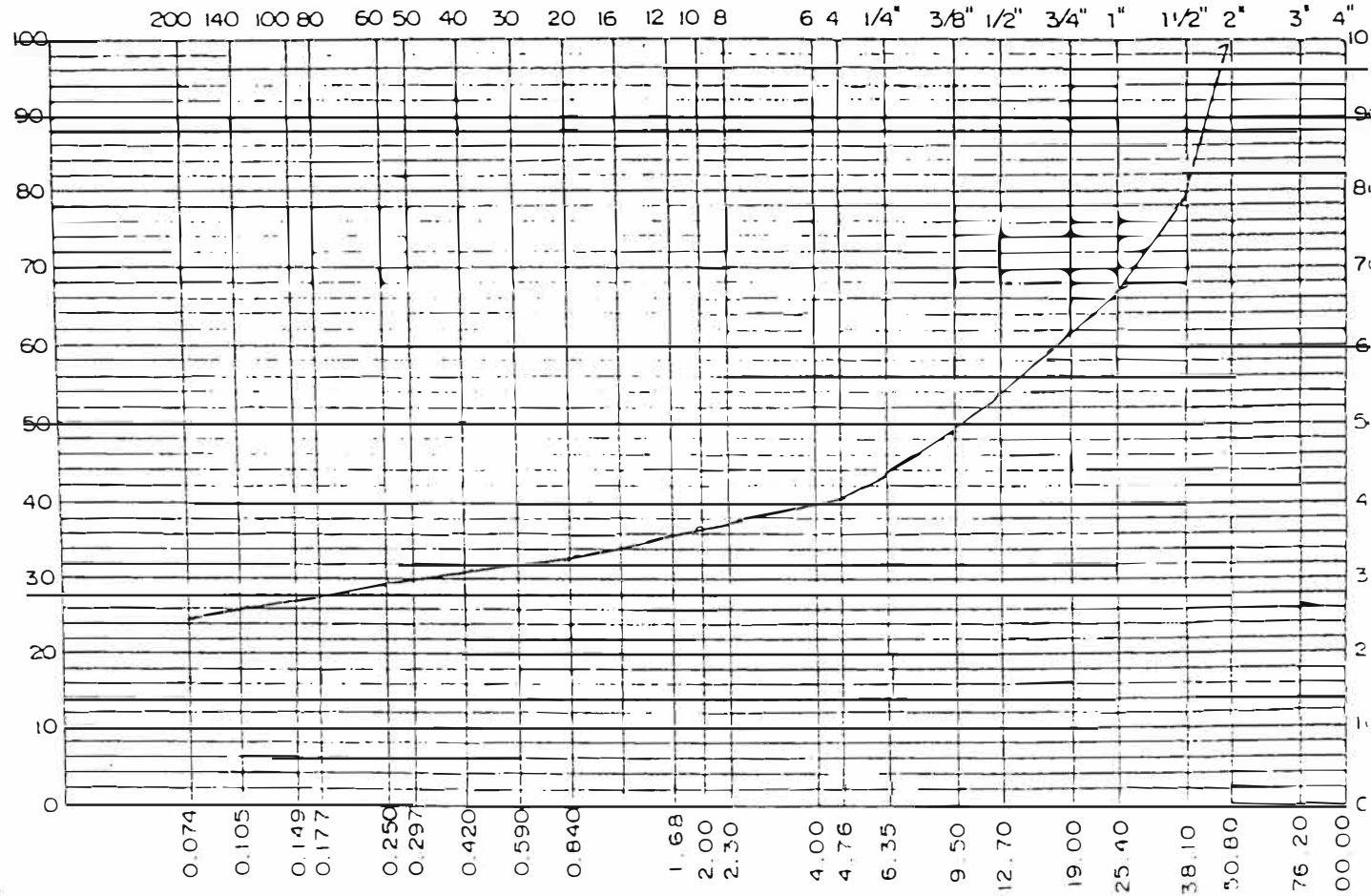
LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	CUM CUM
LIM LIQUIDO	25,34%	LIM. PLASTICO	16,14%	INDICE PLASTICO	9,20%	
HUM NATURAL	5,29%	S.S.T.	2,30%			

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
**MATERIAL : CANTERA PUCARA KM. 27 + 940**  
**SOLICITADO : H C & ASOCIADOS**

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"	0.00	100.0	
1 1/2"	20.46	79.54	
1"	12.19	67.35	
3/4"	5.47	61.88	
1/2"	8.33	53.55	
3/8"	4.66	48.89	
1/4"	5.04	43.85	
Nº 4	2.90	40.95	
Nº 10	4.37	36.58	
Nº 20	3.44	33.14	
Nº 40	1.92	31.22	
Nº 60	1.70	29.52	
Nº 100	3.41	26.11	
Nº 200	0.84	25.27	
-200			



*(Firma)*  
**Samuel Vizcardo Olazo**  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

CANTERA Nº KM 27 + 940		MUESTRA Nº
PROFUNDIDAD		
CLASIFICACION	SUCS	GM
	AASHO	A - 1 - b (0)
REVISADO POR	SVO	FECHA
		Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V.C.S
LIM. LIQUIDO	21,82%	LIM. PLASTICO	20,29%	INDICE PLASTICO		1,53%
HUM. NATURAL	2,92%	Sales Solub. Total	0,45%			



# GEO - SERV. S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO  
CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE N° 552  
AEREO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
ALICORIA, 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
TELEF: 460-4790 461-6342  
TELEFAX: 261-6385

MEMORIE N° 293.09

ENSAYO DE CLASIFICACION  
LA CANTERA 101 KM. 27  
PARQUET ESTADIA - TAMBIA -  
1999

INC & ASOCIADOS

De conformidad a sus instrucciones y a las indicaciones del Sr. Ing. Percy A. Soto Prandino, se procedió al ensayo de granulometría con la siguiente muestra. A continuación se muestra el resultado.

### CLASIFICACION DE LA MUESTRA

Con la muestra representativa preparada para el ensayo se realizó el siguiente ensayo:

### CLASIFICACION POR FAMILIAS DE SUELOS

FAMILIA	% RET.	% QUIT.
ASIM	10.00	100.00
U	8.87	91.13
U	21.33	78.67
U	31.67	68.33
U	42.00	57.99
U	52.33	47.67
U	62.67	37.33
U	67.00	32.99
U	70.67	29.33
U	75.00	24.99
U	100.00	0.00

Se adjunta la curva granulométrica.

Atentamente,

Ing. Percy A. Soto Prandino  
C.I.P. N° 20743





# GEO - SERV. S.A.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO  
 CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
 ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

BOGOTÁ DE OCTUBRE N° 552  
 PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
 ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
 TEL: 460-4790 461-6342  
 TELEFAX: 261-6395

Lima, 09 de Abril de 1999

**INFORME No 203-99** : ENSAYO DE GRANULOMETRIA CON LA MUESTRA DE LA  
 CANTERA DEL KM. 27+940 DE LA OBRA: CARRETERA  
 JULIACA - LAMPA - QUEBRADA METARA - PUNO

A : **HC & ASOCIADOS**

De conformidad a vuestra solicitud y a las indicaciones recibidas, se ha  
 efectuado el ensayo de granulometría con la indicada muestra ; y cuyo resultado es el siguiente :

**A. ENSAYO DE LABORATORIO**

Con la muestra representativa proporcionada por ustedes se realizó el siguiente ensayo :

**1.1 GRANULOMETRIA POR TAMIZADO AASTHO T-27**

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA PIEDRA**

TAMIZ ASTM	% RET. ACUM.	% QUE PASA
1"	---	100.00
3/4"	16.97	83.13
1/2"	40.58	59.42
3/8"	60.12	39.88
No 4	100.00	---

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA ARENA**

TAMIZ ASTM	% RET. ACUM.	% QUE PASA
No 4	---	100.00
No 8	11.26	88.74
No 16	23.11	76.89
No 30	28.99	71.01
No 50	32.36	67.64
No 100	36.74	63.26
No 200	47.86	52.14
-- 200	100.00	---

# GEO - SERV. S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO  
CONCRETÓ Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE N° 582  
PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
TELEF: 460-4790 461-6342  
TELEFAX: 261-6385

Lima, 06 de Abril de 1999

FORMA No. 11199 : ENSAYOS DE LABORATORIO CON LA MUESTRA DE LA  
CANTERA FM 270940, A EMPLEARSE EN LA CARRETERA  
HELACA - LAMPA - QUEBRADA METARA - PUNO  
H. & ASOCIADOS

De conformidad a vuestra solicitud y a las indicaciones recibidas, se  
realizaron ensayos de laboratorio para determinar la Durabilidad, Abrasión, Equivalente de Arena, Riedel  
y Sales Solubles Totales, cuyos resultados son los siguientes:

## 8. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con la muestra representativa proporcionada por ustedes se realizaron los siguientes ensayos:

### A. INTERPERISMO (DURABILIDAD) AASHTO T-104

Muestra	% de Pérdida
Grava	19.4
Arena	35.9

Ensayo en el Sulfato de Sodio 501 No<sup>o</sup> cinco ciclos alternos

### B. ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES) AASHTO T-96

Muestra	% de Desgaste
Grava	55.2

Gradación "B"  
Carga Abrasiva Hoesteras  
No de Revoluciones 200

### C. EQUIVALENTE DE ARENA AASHTO T-176

Textura Promedio en la Superficie de Grava	: 12.51 "
Textura Promedio en la Superficie de Arena	: 2.55 "
Equivalente de Arena	: 20.4 %

### D. ADHESIVIDAD A LOS ARIDOS FINOS DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL WEBER) NLE 355/74

Indice de Adhervividad : 3

### E. SALES SOLUBLES TOTALES (ANALISIS QUIMICO)

CODIGO	CANTERA	S.S.I
Tab. 2151	Fm. 270940	0.0075 %

### F. LÍMITES DE CONSISTENCIA AASHTO T-89 Y T-90

Ensayo con la proporción que pasa la Malla No. 200

Límite Líquido (%)	36.67
Límite Plástico (%)	22.49
Índice Plástico (%)	14.27

Atentamente,  
  
Ing: Percy A. Soto Prentice  
C. B. N. 20148



# GEO - SERV. S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO  
CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JR. 8 DE OCTUBRE N° 552  
PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
TELEF: 460-4790 461-6342  
TELEFAX: 261-6385

Lima, 09 de Abril de 1999

Informe N° 198-99

ENCUESTA DE GRANULOMETRIA CON LA MUESTRA DE  
LA CANCHERA RIO TAPPA, KML. 28+000 MARGEN  
EQUERRES DE LA OBRA: CARRETERA JULACA -  
TAMBA - QUEBRADA METARA - PUNO

BUENOS ASOCIADOS

De conformidad a nuestra solicitud y a las indicaciones recibidas,  
se realizó el ensayo de granulometría en la muestra, y cuyo resultado es el siguiente:

### RESUMEN DE LABORATORIO

En la muestra que se sometió a proporción múltiple para fines se realizó el siguiente ensayo:

### RESULTADOS OBTENIDOS POR TAMIZADO VASIO (E 27)

TAMIZ	Porcentaje	Porcentaje
(mm)	(%)	(%)
75	100.00	100.00
150	99.97	99.97
300	99.95	99.95
600	99.94	99.94
1200	99.92	99.92
2500	99.88	99.88
5000	99.84	99.84
10000	99.78	99.78
20000	99.71	99.71
40000	99.60	99.60

Adjunto se envía granulometría

Atentamente,

**Ing. Percy A. Soto Prados**  
C.I.P. N° 20243



**SAMUEL VIZCARDO OTAZO**

INGENIERO CIVIL-GEOTECNICO  
REG. CONSULTOR N° 2434.01.98

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.

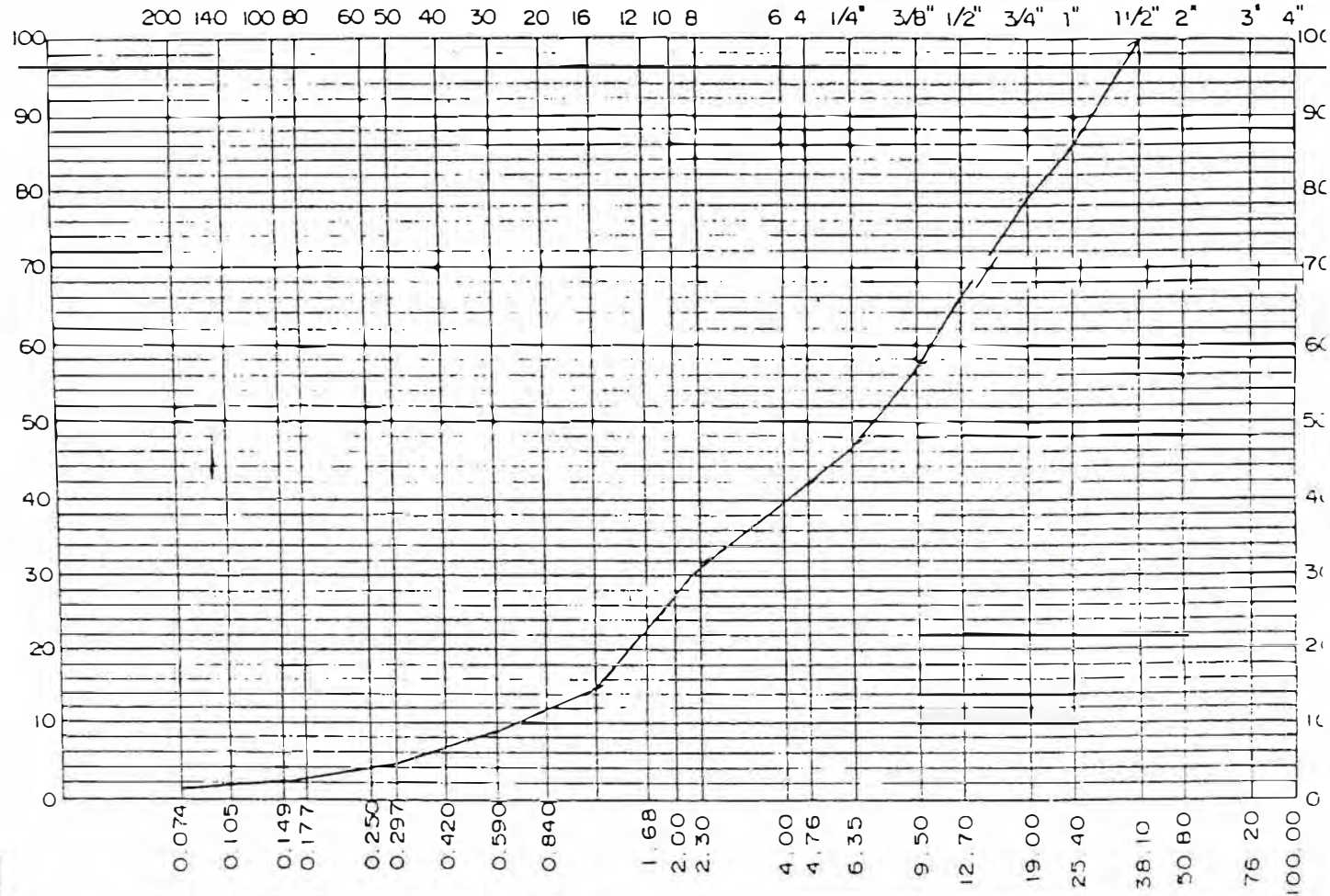
MATERIAL : CANTERA RIO LAMPA KM. 28 + 000

SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"	0,00	100,00	
1"	13,79	86,21	
3/4"	6,48	79,73	
1/2"	13,74	65,99	
3/8"	9,02	56,97	
1/4"	9,99	46,98	
N° 4	5,12	41,86	
N° 8	9,51	32,35	
N° 16	17,05	15,30	
N° 30	6,20	9,10	
N° 50	4,55	4,55	
N° 100	2,06	2,49	
N° 200	0,71	1,78	
-200			



Samuel Vizcardo Otaño  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

CANTERA N° KM 28 + 000	MUESTRA N°
PROFUNDIDAD	
CLASIFICACION	SUCS GP
	AASHO A - 1 - a (0)
REVISADO POR	SVO FECHA Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V.C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	----------

LIM. LIQUIDO	20,32%	LIM. PLASTICO	INDICE PLASTICO	N. P.
HUM. NATURAL	1,70%			

**SAMUEL VIZCARDO OTAZO**

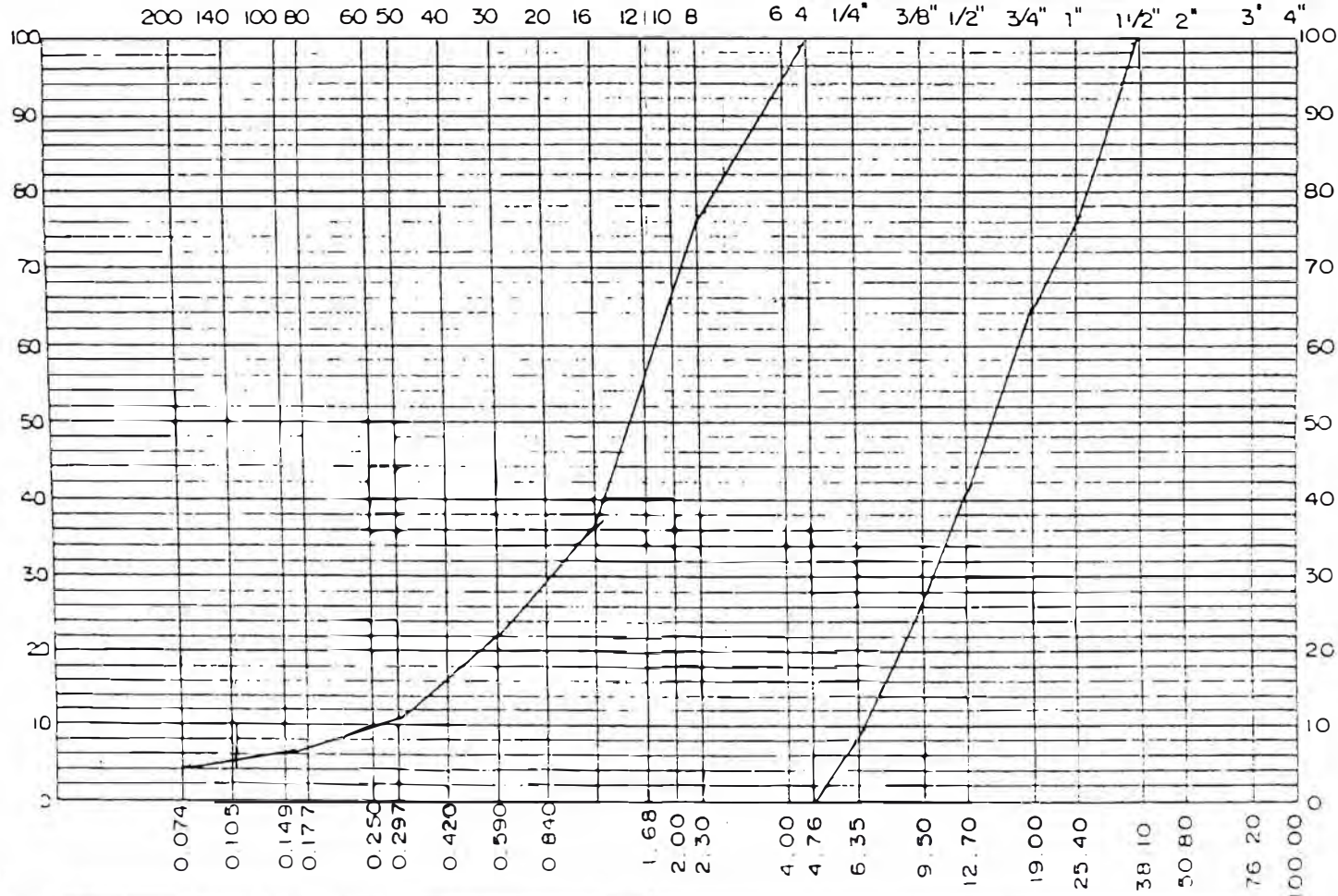
INGENIERO CIVIL-GEOTECNICO  
REG. CONSULTOR N° 2434.01.98

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JIJLIACA.  
MATERIAL : CANTERA DE AGREGADOS RIO LAMPA KM 28 + 000  
SOLICITADO : H C & ASOCIADOS

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
1 1/2"		100,0	
1"	23,72	76,28	
3/4"	11,15	65,13	
1/2"	23,64	41,49	
3/8"	15,51	25,98	
1/4"	17,18	8,80	
N° 4	8,80	0,00	
N° 4	0,00	100,00	
N° 8	22,72	77,28	
N° 16	40,74	36,54	
N° 30	14,81	21,73	
N° 50	10,86	10,87	
N° 100	4,92	5,95	
N° 200	1,69	4,26	
-200	4,26		

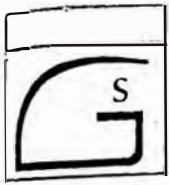


*Samuel Vizcardo Otazo*  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109

CANTERA N° KM 28 + 000	MUESTRA N°
PROFUNDIDAD	
CLASIFICACION	SUCS GP
	AASHO A - 1 - a (0)
REVISADO POR	SVO
FECHA	Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	S.V.C.S.
------------------	------------	-------------	--------------	------------	--------------	----------

LIM. LIQUIDO	LIM. PLASTICO	INDICE PLASTICO
HUM. NATURAL		



# GEO - SERV. S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO  
CONCRETO Y ASFALTO - PAVIMENTOS  
ALQUILER DE EQUIPOS Y VENTA DE INSUMOS

JH. 8 DE OCTUBRE N° 552  
PUEBLO LIBRE (ANTES JR. AMAZONAS)  
ALT. CDRA. 13 Y 14 DE LA AV. SUCRE  
TELF.: 460 4790 461-6342  
TELEFAX: 261-6385

Lima, 06 de Abril de 1999

INFORME No 193 99 : ENSAYOS DE LABORATORIO CON LA MUESTRA DE LA CANTERA DEL RIO LAMPA KM. 28000. MARGEN IZQUIERDO A EMPLEARSE EN LA CARRETERA: JULIACA LAMPA - QUEBRADA MIFLARA - PUNO

A : H.C. & ASOCIADOS

De conformidad a vuestra solicitud y a las indicaciones recibidas, se han efectuado ensayos de laboratorio para determinar la Durabilidad, Abrasión, Equivalente de Arena, Riedel Weber y Sales Solubles Totales, cuyos resultados son los siguientes:

## A. ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre muestra representativa proporcionada por ustedes se realizaron los siguientes ensayos:

### A.1. INTERPERISMO (DURABILIDAD) AASHTO T-104

Muestra	% de Perdida
Grava	20.5
Arena	3.7

Ensayo en el Sulfato de Sodio 501 Na<sub>2</sub>, cinco ciclos alternos

### B. ABRACION (MAQUINA DE LOS ANGELES) AASHTO T-96

Muestra	% de Desgaste
Grava	29.2

Gradacion "B"  
Carga Abrasiva 11 esterás  
No de Revoluciones 500

### C. EQUIVALENTE DE ARENA AASHTO T-176

Lectura Promedio en la Superficie fina	: 5.30 "
Lectura Promedio en la Superficie de Arena	: 1.35 "
Equivalente de Arena	: 82.1 %

### D. ADHESIVIDAD A LOS ARIDOS FINOS DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL WEBER) NLT 355/74

Indice de Adhesividad : 8

### E. SALES SOLUBLES TOTALES (ANALISIS QUIMICO)

CODIGO	CANTERA RIO LAMPA	S.S.T
Lab. 2150	Km. 28000	0.0086 %

Atentamente,

ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA  
**MATERIAL : CANTERA RIO LAMPA KM. 30 + 500**  
**SOLICITADO : H C & ASOCIADOS**

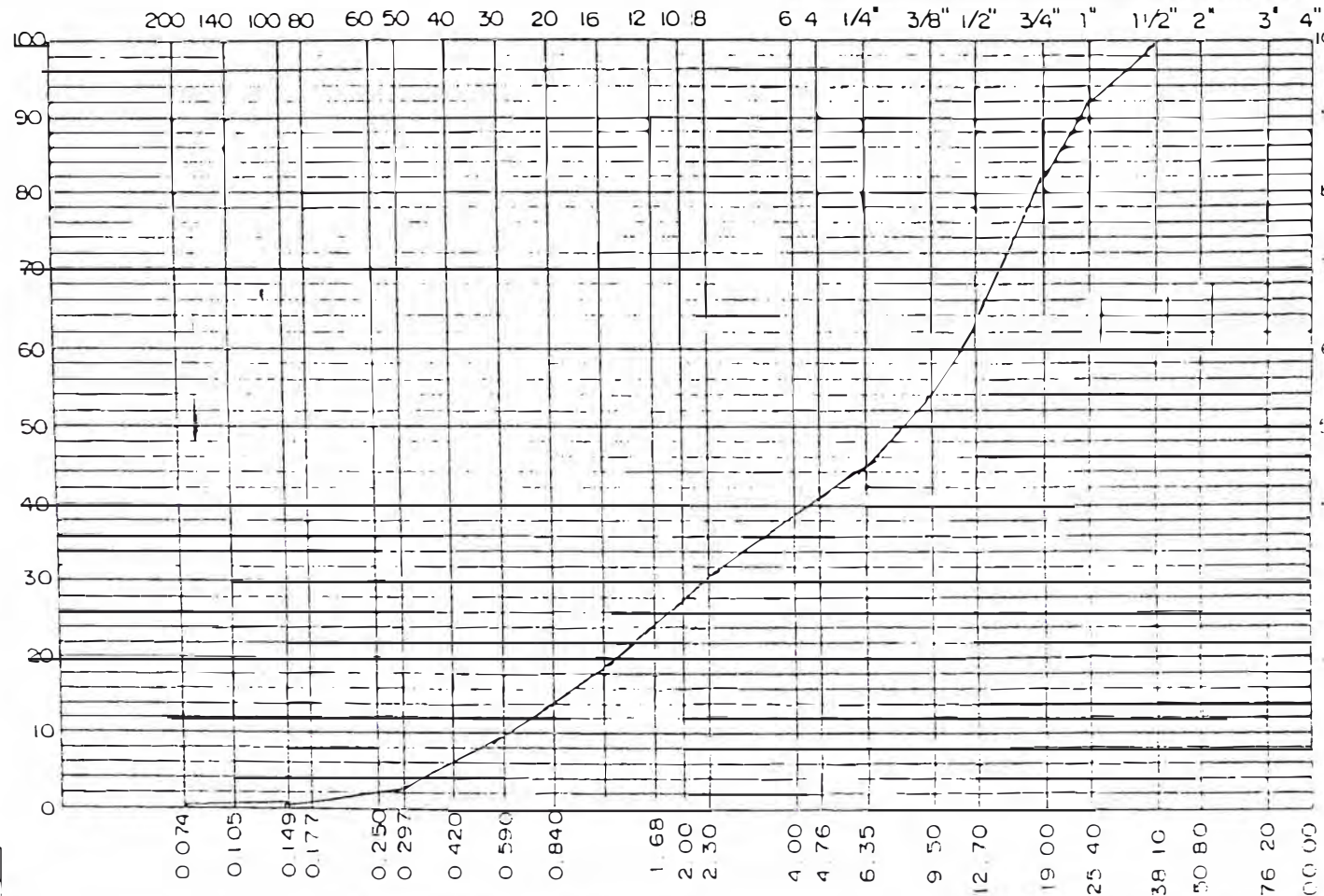
**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MAJLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
2"			
1 1/2"	0,00	100,00	
1"	8,48	91,52	
3/4"	8,92	91,08	
1/2"	19,81	80,19	
3/8"	9,19	90,81	
1/4"	8,70	91,30	
Nº 4	4,17	95,83	
Nº 8	9,65	90,35	
Nº 16	12,43	87,57	
Nº 30	8,75	91,25	
Nº 50	7,45	92,55	
Nº 100	1,94	98,06	
Nº 200	0,28	99,72	
-200			



Samuel Vizcarro Olazo  
Ingeniero Civil  
CIP. 40109



CANTERA Nº KM 30 + 500		MUESTRA Nº
PROFUNDIDAD		
CLASIFICACION	SUCS	GP
	AASHO	A-1-a (0)
REVISADO POR	SVG	FECHA
		Feb-99

LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	SV
LIM LIQUIDO	21,02%	LIM PLASTICO		INDICE PLASTICO	NP	CS
HUM NATURAL	1,33%					

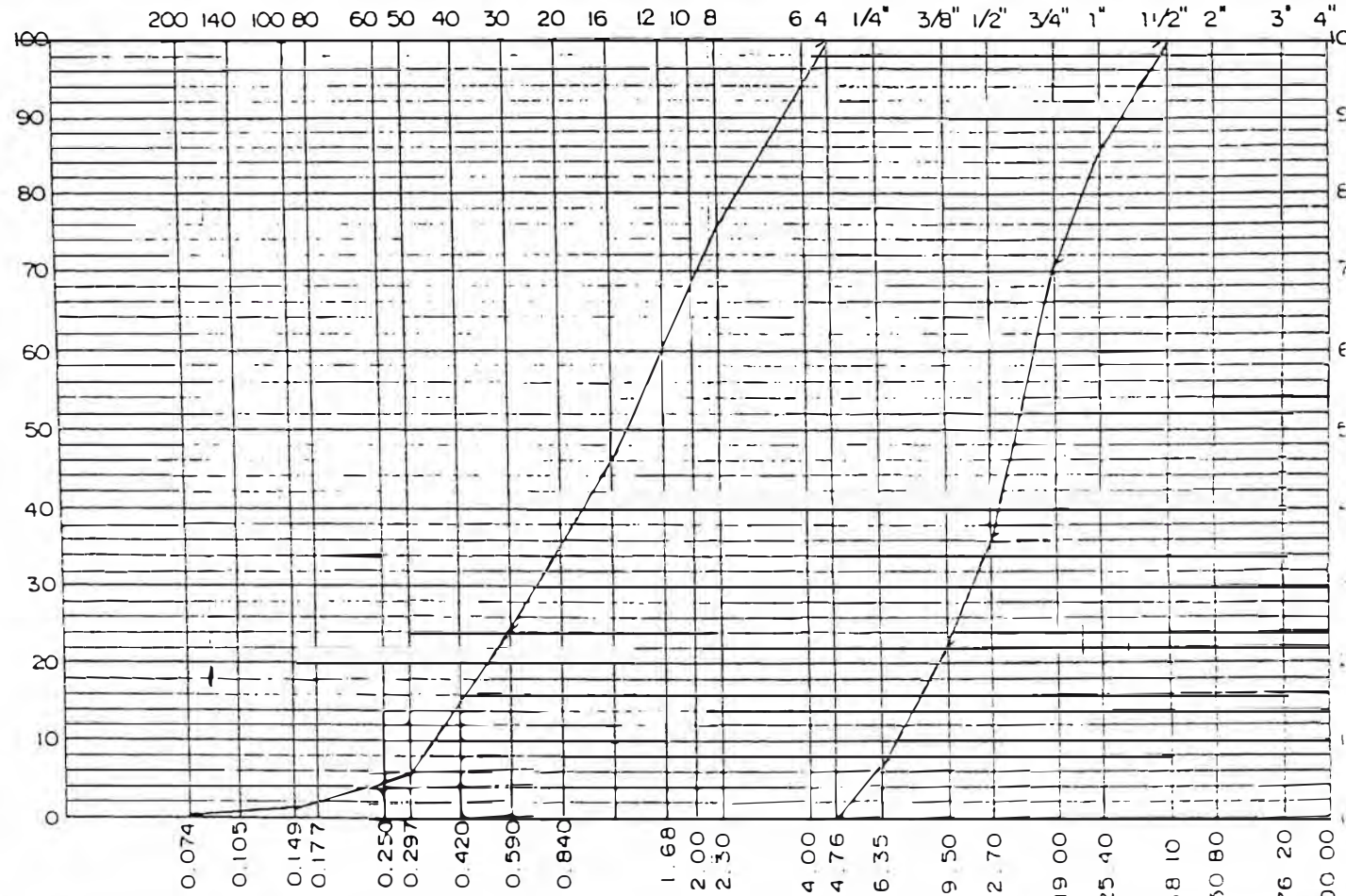


ESTUD. DEFINITIVO DE MEJORAMIENTO Y REHAB. DE LA CARRETERA LAMPA-JULIACA.  
**MATERIAL : CANTERA DE AGRAGADOS RIO LAMPA KM. 30 + 500**  
**SOLICITADO : H C & ASOCIADOS**

**GRAFICO DE GRADUACION**

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

MALLA	% RETIENE	% PASA	ESPECIFICACIONES
1 1/2"		100,0	
1"	4,31	85,69	
3/4"	15,05	70,64	
1/2"	33,43	37,21	
3/8"	15,51	21,70	
1/4"	14,68	7,02	
Nº 4	7,02	0,00	
Nº 4	0,00	100,00	
Nº 8	23,69	76,31	
Nº 16	30,52	45,79	
Nº 30	21,49	24,30	
Nº 50	18,30	6,00	
Nº 100	4,77	1,23	
Nº 200	0,67	0,56	
-200	0,56		



*Samuel Vizcardo Olazo*  
 Ingeniero Civil  
 CIP. 40109

CANTERA Nº KM 30 + 500		MUESTRA Nº
PROFUNDIDAD		
CLASIFICACION	SUCS	GP
	AASHO	A - 1 - a (0)
REVISADÓ POR	SVG	FECHA
		Feb-99

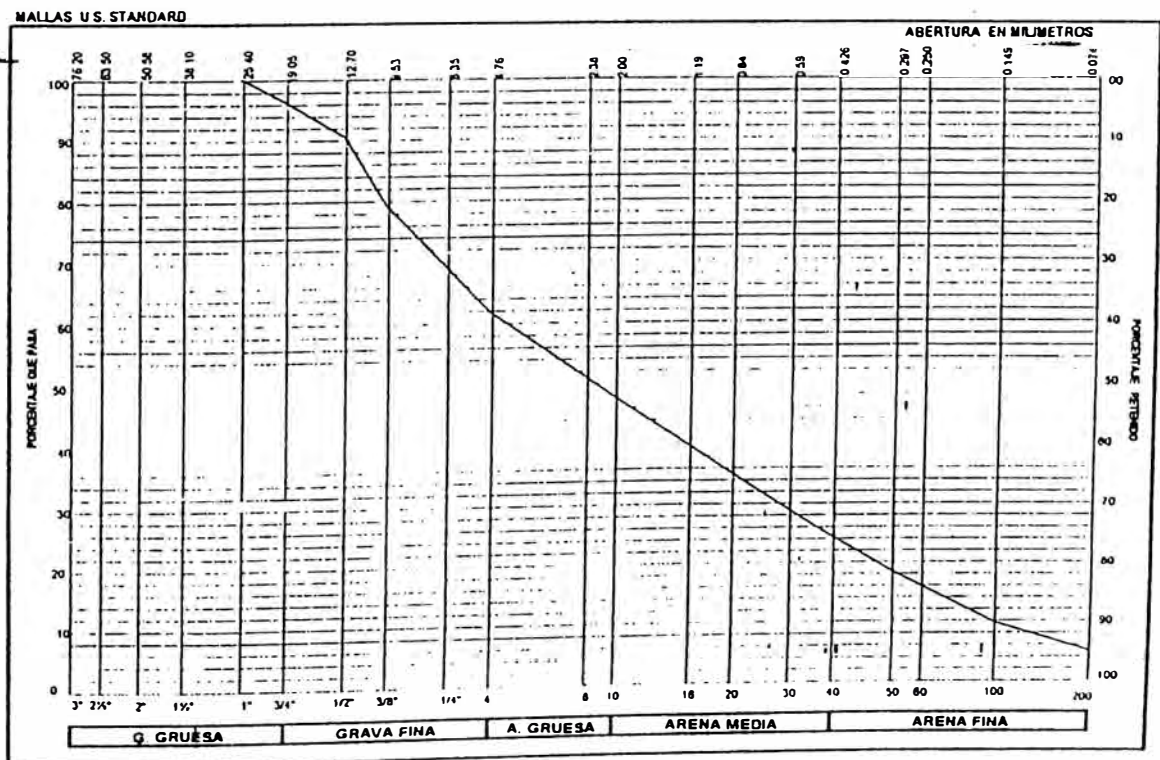
LIMOS Y ARCILLAS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	SV
						CS

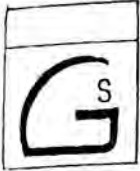
LIM. LIQUIDO	LIM. PLASTICO	INDICE PLASTICO
HUM. NATURAL		

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

<b>PROYECTO</b> : Estudio definitivo de ingeniería para Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lampa-Juliacá	<b>Lugar</b> : Lampa y Juliaca - Prov. Lampa y San Román - Puno
<b>SOLICITA</b> : EMPRESA HC & ASOCIADOS S R L	<b>Cantera</b> : Río Pucará ( a 100 m de la ruta Juliaca-Pucará )
	<b>Progresiva</b> : km 55+200 LDV <b>Fecha</b> : 20/04/99

TAMIZ	PESO RETEN.	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA :			
3"		0.00	0.00	100.00	Arena de río color gris			
2 1/2"		0.00	0.00	100.00				
2"		0.00	0.00	100.00				
1 1/2"		0.00	0.00	100.00			PESO INICIAL SECO	2223.8
1"		0.00	0.00	100.00			PESO LAVADO SECO	2119.2
3/4"	84.2	3.79	3.79	96.21	PERDIDA (FINOS)	104.6		
1/2"	132.6	5.96	9.75	90.25	Límite Líquido	NT		
3/8"	250.3	11.26	21.00	79.00	Límite Plástico	NT		
N° 4	378.7	17.03	38.03	61.97	Índice Plástico	NP		
N° 10	312.2	14.04	52.07	47.93	Humedad natural	4.8 %		
N° 20	279.0	12.55	64.62	35.38	<b>CLASIFICACION</b>			
N° 40	251.4	11.30	75.92	24.08	SUCS :	SP		
N° 50	122.6	5.51	81.44	18.56	AASHTO :	A1-a (0)		
N° 100	198.2	8.91	90.35	9.65	<b>OBSERVACIONES :</b>			
N° 200	110.0	4.95	95.30	4.70	Muestreo efectuado por el solicitante			
FONDO	104.6	4.70	100.00	0.00				
SUMA	2223.8	100.00						





GEO - SERV S. A.

MECANICA DE SUELOS

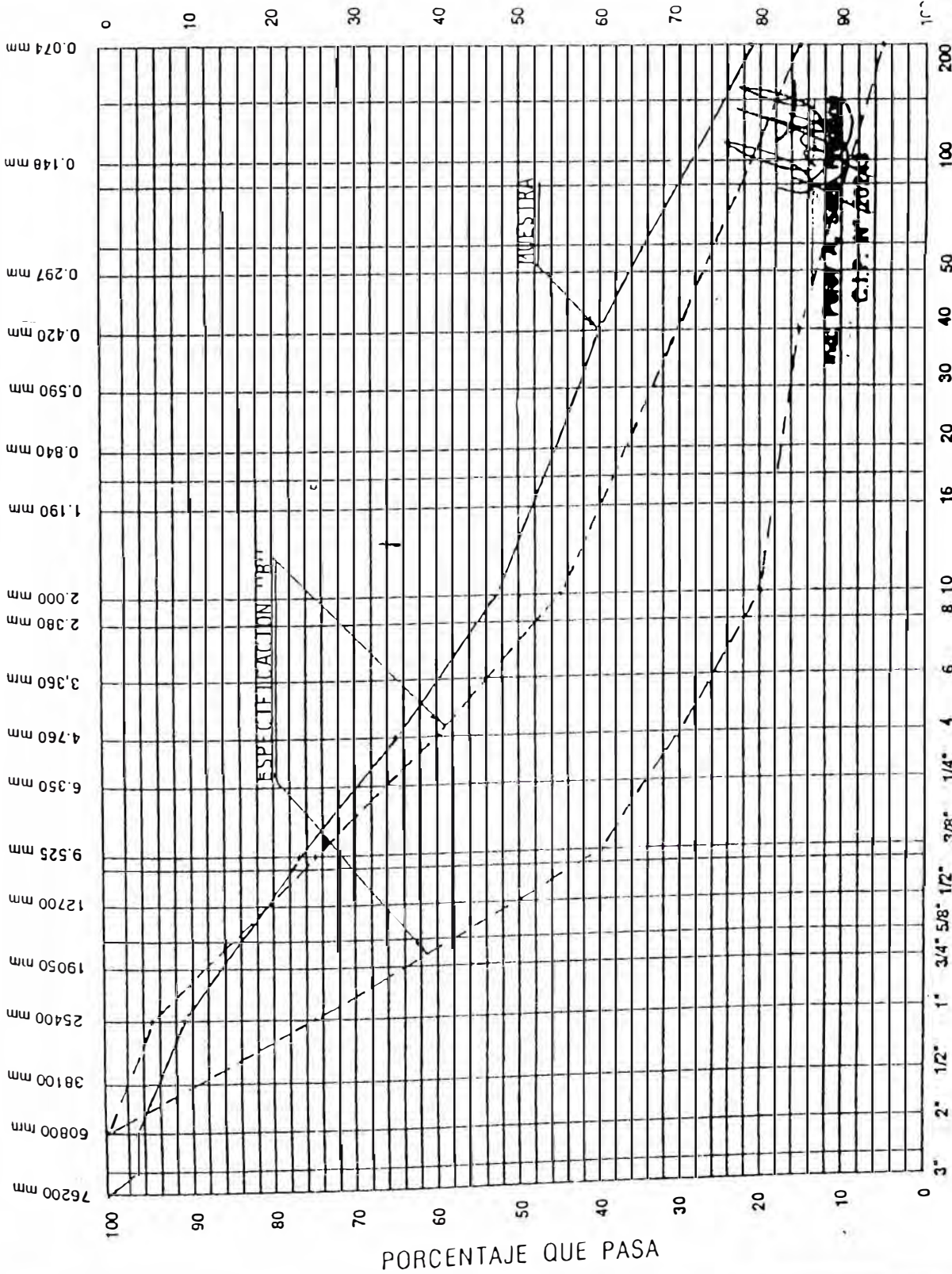
PAVIMENTOS

PROL. AYACUCHO 199 - TELEFONO 619447

CDRA. 32 DE BRASIL - SAN MIGUEL

LIMA - PERU

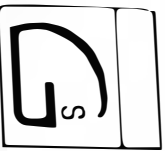
● PORCENTAJE RETENIDO



OBRA Carretera Juliaca - Tarma - Quebrada Metara - Puno

Curva Granulométrica de la Muestra de Base del Km. 13+500

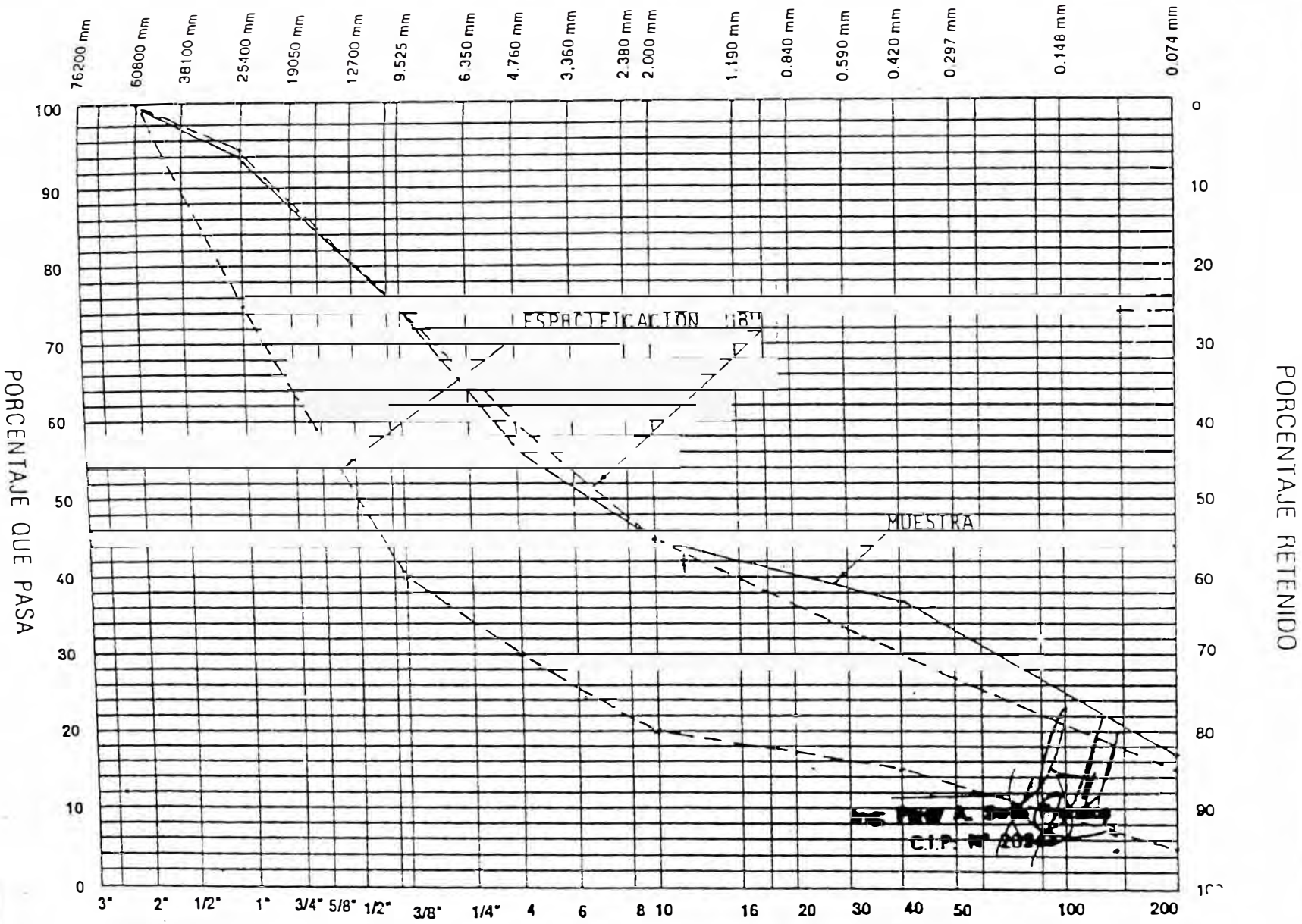
FECHA 23-03-99



GEO - SERV S. A.

MECANICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS

PROL. AYACUCHO 199 - TELEFONO 4114  
CDRA. 32 DE BRASIL - SAN MIGUEL  
LIMA - PERU



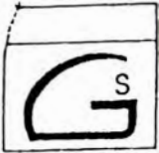
PORCENTAJE QUE PASA

PORCENTAJE RETENIDO

OBRA Carretera Juliaca - Lampa - Quebrada Metara - Puno

Curva Granulométrica de la Muestra de Base del Km. 20+000

FECHA 23-03-99



GEO - SERV S. A.

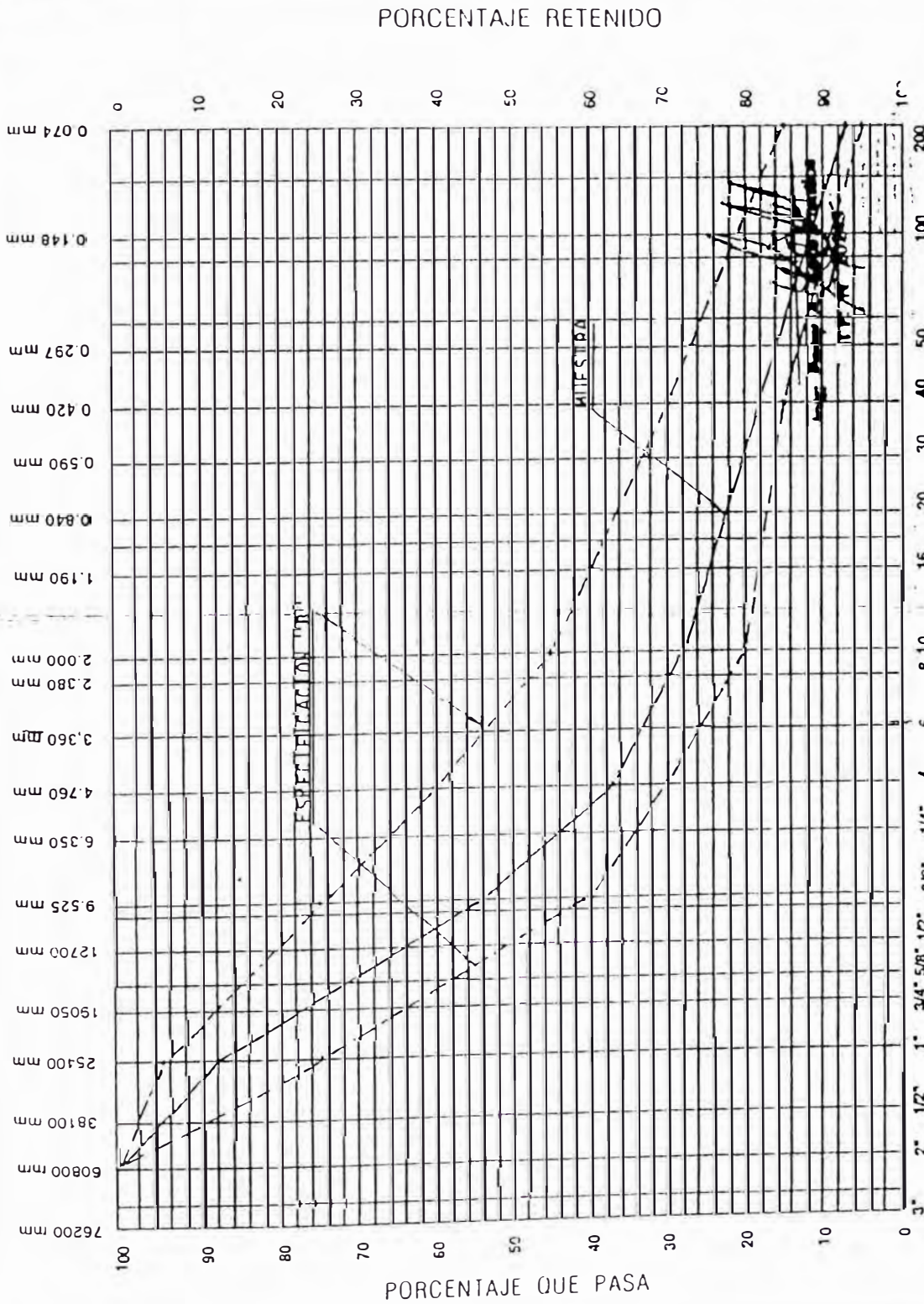
MECANICA DE SUELOS

PAVIMENTOS

PROJ. AYACUCHO 199 - TELEFONO 60087

CDRA. 32 DE BRASIL - SAN MIGUEL

LIMA - PERU



OBRA Carretera Juliaca - Lampa - Quebrada Matara - Puno

Curva Granulométrica de la Muestra de Base del Km. 30+000

FECHA 23 - 03 - 99



GEO - SERV S. A.

MECANICA DE SUELOS

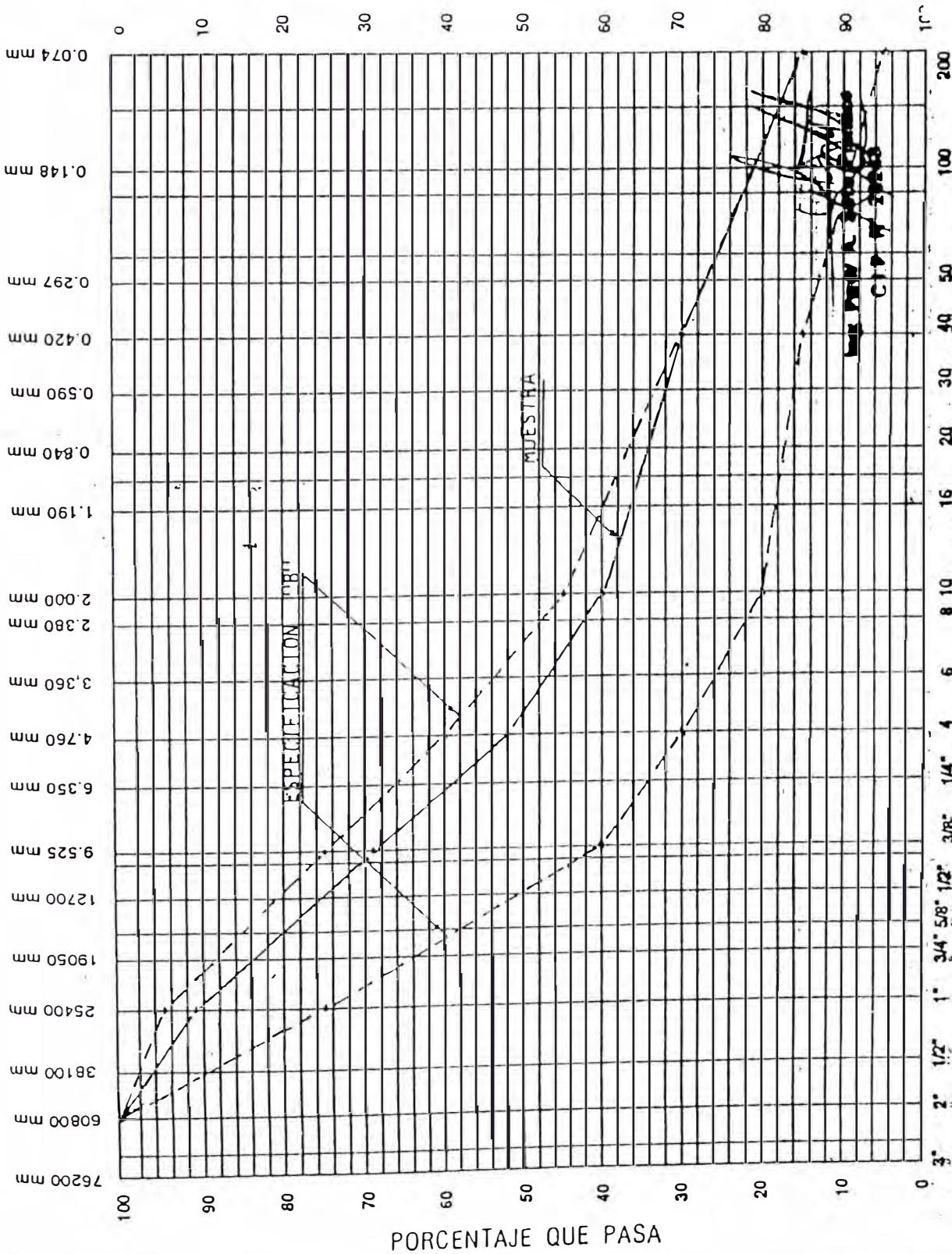
PAVIMENTOS

PROL. AYACUCHO 199 - TELEFONO 411-1111

CDRA. 32 DE BRASIL - SAN MIGUEL

LIMA - PERU

PORCENTAJE RETENIDO



OBRA Carretera Juliaca - Lampa - Quebrada Metara - Puno  
Curva Granulométrica de la Mezcla de Materiales de los kms. 13+500, 20+000, 30+000  
CIP N° 3008



**GEO - SERV S. A.**

**MECANICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS**

**BALTAZAR GAVILA  
CDRA. 39 AV. BRASIL - MAGD  
LIMA - PERU**

OBRA CARRETERA JULIACA - LAMPA - QUEBRADA METARA

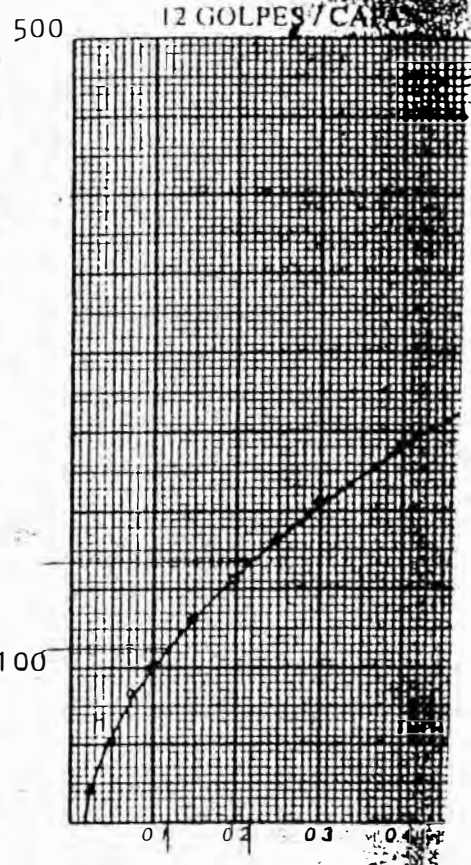
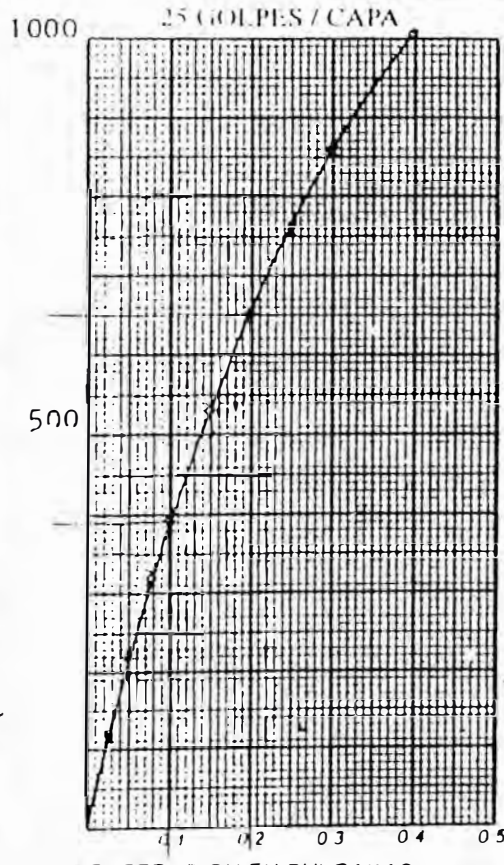
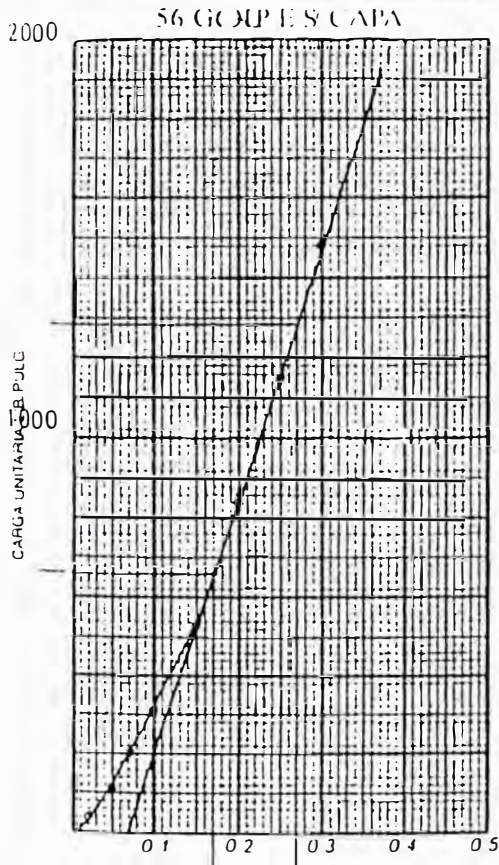
FECHA 30 - 03 - 99

UBICACION PUNO

MUESTRA KMS. 1 + 00 2

CALIFORNIA BEARING RATIO AASHITO T-193

**CURVAS FUERZO - PENETRACION**

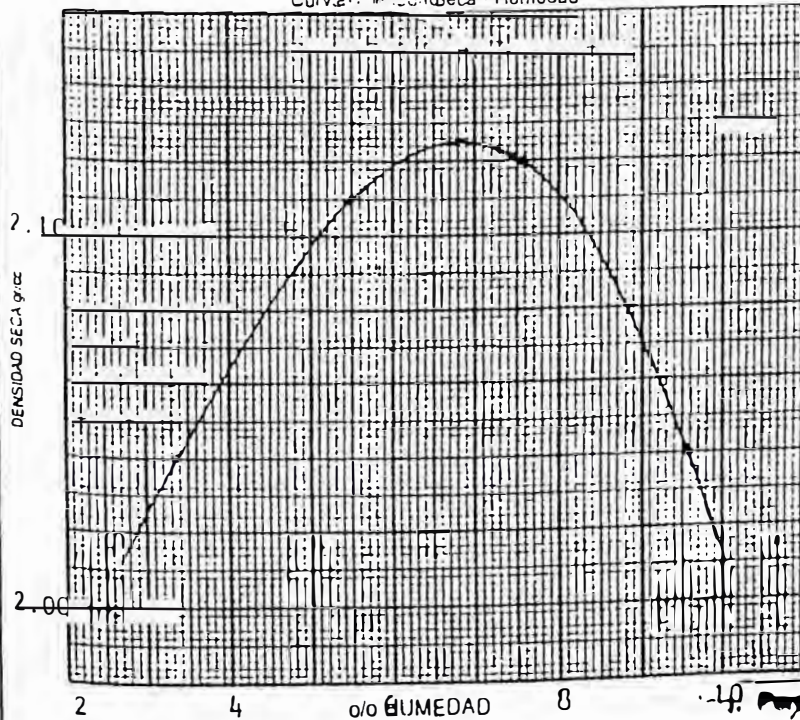


$r = 2.13$  gr/cc  
 CBR 01' - 66.0 o/o  
 CBR 02' - 85.3 o/o

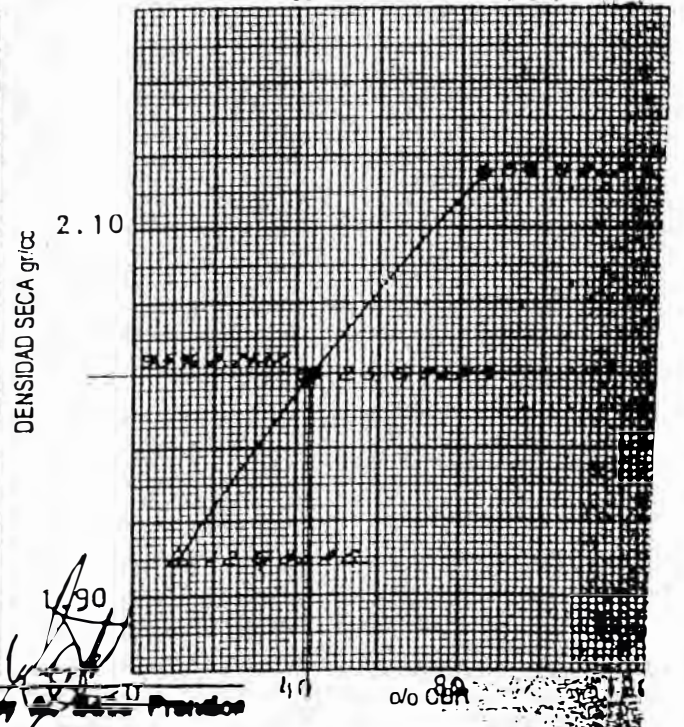
$r = 2.02$  gr/cc  
 CBR 01' - 39.0 o/o  
 CBR 02' - 43.3 o/o

$r = 1.92$  gr/cc  
 CBR 01' - 11.3 o/o  
 CBR 02' - 11.2 o/o

Curva Densidad Seca - Humedad



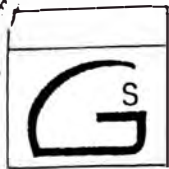
Curva Densidad Seca - C. B. R.



MOST AASHO T-180 "D" : 2.13 gr/cc

C.B.R. AL 100% MAX. DENS. - 85.3

*Handwritten signature and date: 1/90*



GEO - SERV S. A.

MECANICA DE SUELOS

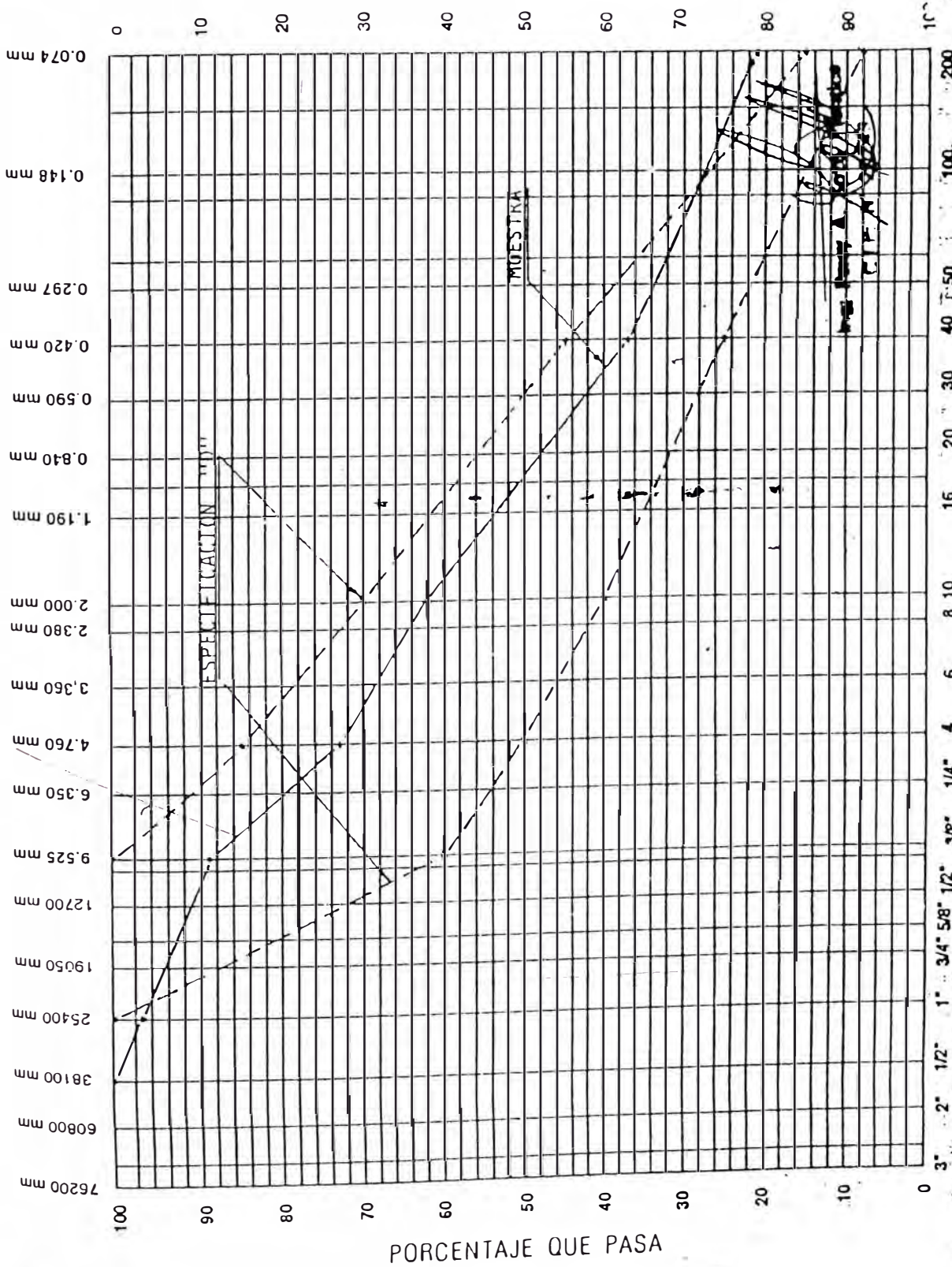
PAVIMENTOS

PROL. AYACUCHO 199 - TELEFONO 6194

CDRA. 32 DE BRASIL - SAN MIGUEL

LIMA - PERU

PORCENTAJE RETENIDO



OBRA Carretera Juffica - Lampa - Quebrada Metara - Puno  
 Curva Geométrica de la Muestra del Num. 37500



# ESTUDIO DE TRÁFICO

## CONTENIDO

1. OBJETIVO Y METAS
2. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE CAMPO
3. DEFINICIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL
4. DEFINICIÓN DEL PERIODO DE MEDICIÓN
5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (I.M.D.) ACTUAL
  - 5.1 Factor de Ajuste y Fórmula del I.M.D.
  - 5.2 Clasificación Vehicular; Índice Medio Diario; Variación Diaria, Horaria y Horas Punta; en la estación Km 8+000 (Puente Unocolla)
    - 5.2.1 Clasificación vehicular del IMD
    - 5.2.2 Índice medio diario por sentido
    - 5.2.3 Variación diaria y horaria
      - a. Variación diaria
      - b. Variación horaria
      - c. Horas punta
  - 5.3 Clasificación vehicular; Índice Medio Diario; Variación diaria, horaria y Horas punta; en la estación Km 29+700 (Poblado de Pichincha)
    - 5.3.1 Clasificación vehicular del IMD
    - 5.3.2 Índice medio diario por sentido
    - 5.3.3 Variación diaria y horaria
      - a. Variación diaria
      - b. Variación horaria
      - c. Horas punta

## 5.4 Clasificación vehicular en la estación Km 36+000

### 5.4.1 Clasificación vehicular del IMD

### 5.4.2 Índice del medio diario por sentido

### 5.4.3 Variación diaria y horaria

## 5.5 Análisis del IMD anual

## 5.6 Evaluación de los resultados y definición del IMD actual

## 6. INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL ÁMBITO DEL ESTUDIO

### 6.1 Infraestructura existente

### 6.2 Infraestructura terrestre proyectada

### 6.3 Situación de la carretera Lampa - Juliaca

## 7. PROYECCIONES DE TRÁFICO

### 7.1 Generalidades

### 7.2 Marco conceptual

### 7.3 Metodología de las proyecciones

### 7.4 Cálculo del tráfico proyectado

## 8. ORIGEN Y DESTINO

### 8.1 Origen y destino en la estación km 8+000

### 8.2 Origen y destino en la estación km 29+700

### 8.3 Velocidad de los vehículos

# ESTUDIO DE TRÁFICO

## 1. OBJETIVO Y METAS

El objetivo del estudio de tráfico es conocer el volumen, clasificación vehicular y origen - destino del tráfico en la carretera Juliaca (km 8+000) - Lampa - km 41+831 (Quebrada de Metara), en la ruta hacia Cara Cara, para determinar las demandas que se generen sobre la vía durante los próximos 20 años.

Esta información constituye uno de los elementos básicos para el diseño de la vía, tanto en su geometría como en su estructura.

Se ha tomado en cuenta la información existente y se ha realizado estudios de tránsito actual mediante conteos volumétricos durante 7 días, cinco laborables, sábado y domingo. La información obtenida ha permitido conocer los volúmenes de tránsito vehicular, la composición de tránsito, el origen y destino de vehículos y las características del transporte de pasajeros y carga.

En la revisión de la información existente, se ha logrado recopilar datos valiosos de registros diarios de la Estación de Peaje de Juliaca, recogidos por ATA para los años 1982 - 83; asimismo, la serie histórica de los volúmenes de tránsito (IMD) de los años 1971 - 1989, elaborado por la D.G.T.T. para el Proyecto de Tráfico 1991.

## 2. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE CAMPO

Para realizar el estudio de tráfico de volumen y clasificación vehicular, se evaluó en gabinete si la vía consideraba tramos homogéneos de tráfico, tomando en cuenta las observaciones durante la visita de campo.

Para el tramo principal, entre Juliaca y Lampa, se preparó el itinerario definiendo dos estaciones de aforo, programándose cinco (05) días en la estación

km 8+000 y tres (03) días en la estación 29+700 de sábado a sábado. Para el tramo Lampa hacia Cara Cara, se programó una estación de aforo a la salida de Lampa que también es de sábado a sábado.

Los resultados obtenidos representan el estado de situación de una semana del mes de setiembre 1998, que se ajustó mediante factores de corrección para obtener los valores representativos del tráfico en la vía.

Para el tramo secundario, entre Lampa y el camino hacia Cara Cara, se programó una sola estación a la salida de Lampa, después de un desvío a la altura del poblado Murohuanca, cuya carretera se encuentra rehabilitada desde el cruce hasta la laguna Livichaco.

### **3. DEFINICIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL**

Las estaciones de control se establecieron en tres puntos estratégicos, que reflejan el movimiento vehicular entre Juliaca y Lampa y entre Lampa y Cara Cara.

- A la salida del (Puente Unocolla), al inicio del tramo a rehabilitar, para conocer el movimiento entre Juliaca y la ciudad de Lampa.
- Frente al poblado de Pichincha, a la salida de la ciudad de Lampa hacia Juliaca.
- A la salida de Lampa, en Km 36+000 hacia Cara Cara.

En esta estación se observó que el movimiento vehicular de Lampa hacia Cara Cara es incipiente, (en promedio 1 vehículo por hora y 4 bicicletas por hora) no representativo para un diseño vial, optándose por el criterio de considerar un porcentaje del volumen y cargas del tráfico entre Juliaca y Lampa, razón por lo que no procedió a la medición de los 7 días en esta estación.

#### 4. DEFINICIÓN DEL PERIODO DE MEDICIÓN

Una vez definida las dos estaciones representativas del proyecto, el trabajo de campo se realizó en los siguientes puntos y fechas:

- Km 8+000 (Puente Unocolla): del 05 al 09 de Setiembre de 1998 (sábado, domingo, lunes, martes y miércoles).
- Km 29+700 (Poblado de Pichincha): del 10 al 12 de Setiembre de 1998 (jueves, viernes y sábado)

Los resultados de los conteos horarios para cada una de las estaciones, por día y por tipo de vehículo, así como los resúmenes correspondientes, se presentan en los cuadros que se acompaña a cada análisis.

#### 5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (I.M.D.) ACTUAL

##### 5.1 Factor de Ajuste y Fórmula del I.M.D.

En base a los conteos efectuados en las dos estaciones y aplicando el factor de corrección anual, se determinaron los IMD para las dos estaciones de tráfico. La fórmula utilizada fue:

$$IMD = \{[(PL \times 5) + S + D] / 7\} \times F.C.E$$

PL = Volumen promedio de días laborales

S = Volumen de sábado

D = Volumen de domingo

F.C.E = Factor de corrección por eje =  $\frac{2}{a} \times \frac{b}{a}$

a

a = Total de ejes

b = Número total de vehículos

## 5.2 Clasificación Vehicular en la estación Km 8+000 (Puente Unocolla): Indice Medio Diario; Variación Diaria, Horaria y Horas Punta:

### 5.2.1 Clasificación vehicular del IMD

En el cuadro N° 1 se presenta los resultados de la clasificación vehicular en la estación Km 8+000; de dicho cuadro se obtiene:

<b>Tráfico Ligero</b>	<b>174 Vehículos</b>	<b>63.97%</b>
Autos	22 vehículos	8.09
Combis	65 vehículos	23.90
Camioneta	87 vehículos	31.98
<b>Tráfico Pesado</b>	<b>98 Vehículos</b>	<b>36.03%</b>
B-2E	62 vehículos	22.79
C-2E	14 vehículos	5.15
C-3E	18 vehículos	6.62
2S2	3 vehículos	1.10
3S2	1 vehículo	0.37

El IMD en esta sección es 272 vehiculos diarios, formado por 174 vehiculos ligeros (63.97%) y 98 vehiculos pesados (36.03%), cuya representación gráfica se presenta en la lámina N°1.

**CUADRO N° 1  
CLASIFICACIÓN VEHICULAR I.M.D**

**CARRETERA** : LIMITE VIAL JULIACA (KM 8+000) - LAMPA  
: LIMITE VIAL 41+831 (QUEBRADA METARA)

**UBICACIÓN** : KM 8+000 (PUENTE UNOCOLLA)

**TRAMO** : JULIACA - LAMPA

**FECHA** : 05/09/98 AL 09/09/98

174 Vehículos ligeros = 63.97%

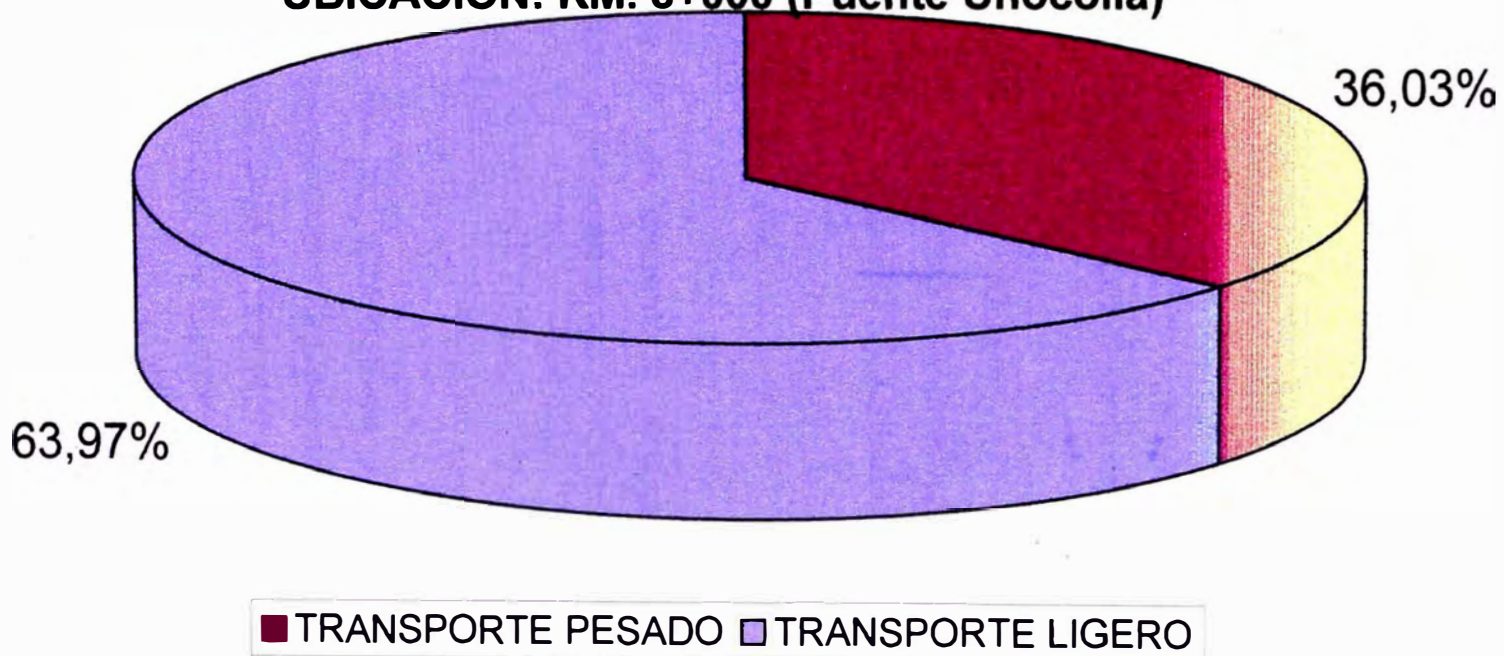
98 Vehículos pesados = 36.03%

Sentido	Fecha	Tráfico Ligero 174 vehículos = 63.97%			Tráfico Pesado 98 Vehículos = 36.03%					TOTAL
		Autos	Combis	Camionetas	B	C2	C3	T2S2	T3S2	
SABADO	05/09/1998	16	69	75	60	11	21	3	1	256
Juliaca-Lampa		9	23	35	45	5	15	1	1	
Lampa-Juliaca		7	46	40	15	6	6	2	0	
DOMINGO	06/09/1998	14	61	67	48	8	20	3	2	223
Juliaca-Lampa		4	25	31	18	4	9	1	2	
Lampa-Juliaca		10	36	36	30	4	11	2	0	
LUNES	07/09/1998	14	39	60	42	12	21	6	0	194
Juliaca-Lampa		10	22	40	22	7	15	2	0	
Lampa-Juliaca		4	17	20	20	5	6	4	0	
MARTES	08/09/1998	12	32	43	28	8	12	3	1	139
Juliaca-Lampa		7	20	25	15	4	8	1	1	
Lampa-Juliaca		5	12	18	13	4	4	2	0	
MIERCOLES	09/09/1998	7	29	36	20	4	7	1	0	104
Juliaca-Lampa		4	19	22	12	2	5	1	0	
Lampa-Juliaca		3	10	14	8	2	2	0	0	
<b>TOTAL</b>		<b>63</b>	<b>230</b>	<b>281</b>	<b>198</b>	<b>43</b>	<b>81</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>916</b>
	IMD	22	65	87	62	14	18	3	1	272
	%	8,09	23,90	31,98	22,79	5,15	6,62	1,10	0,37	100,00

TRANSPORTE PESADO    TRANSPORTE LIGERO

36,03      63,97

**CLASIFICACION VEHICULAR DEL I.M.D.  
UBICACION: KM. 8+000 (Puente Unocolla)**





## 5.2.2 Índice medio diario por sentido

En el cuadro N° 2 se presenta el conteo del sentido de recorrido de los vehículos observado en la estación Km 8+000. A partir de esa información se ha preparado la lámina N° 2 y el siguiente resumen de valores de IMD:

Lampa a Juliaca	:	40.81%
		LIGERO 70 Vehículos (25.74%)
		PESADO 41 Vehículos (15.07%)
Juliaca a Lampa	:	59.19%
		LIGERO 106 Vehículos (38.97%)
		PESADO 55 Vehículos (20.22%)

## 5.2.3 Variación diaria y horaria

En el cuadro N° 3 se presenta la tabla general de variación diaria y horaria, en base a los conteos realizados en el campo.

### a. Variación diaria

Se observa que los días sábado y domingo, el desplazamiento vehicular es mayor (256 y 223 vehículos). En los días laborables, el tráfico disminuye cerca al 16% (437 vehículos en 3 días), aunque las encuestas revelan que hay días de menor tráfico.

### b. Variación horaria

Los sábados y domingos, el tráfico decrece entre las 21:00 y 05:00 horas. El día lunes se puede decir que el flujo vehicular también se reduce entre las 20:00 y las 02:00 horas; en algunas horas intermedias también se presentan fluctuaciones durante el día.

**CUADRO N° 2  
INDICE MEDIO POR SENTIDO**

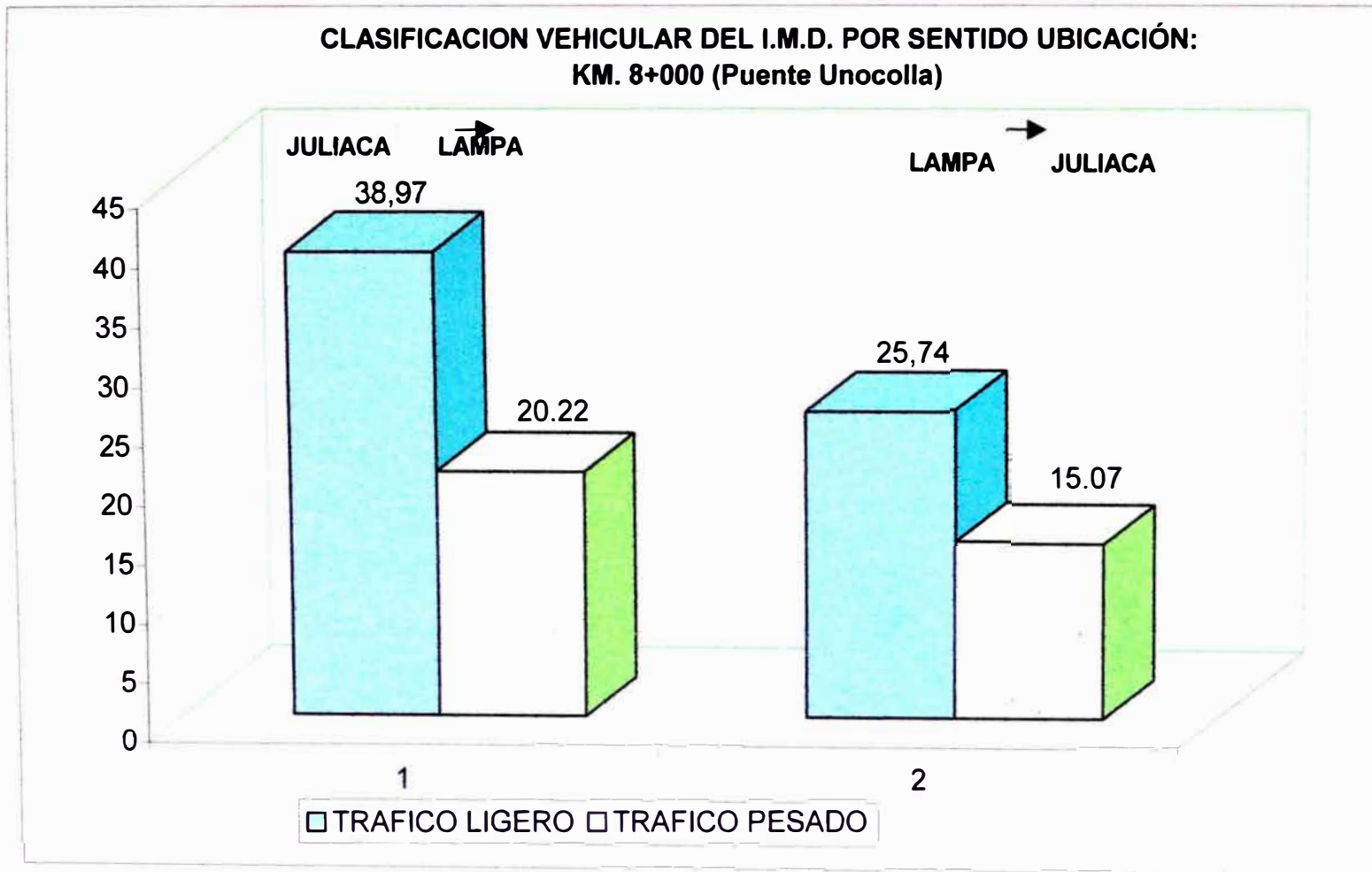
**CARRETERA** : LIMITE VIAL JULIACA (KM 8+000) - LAMPA  
 : LIMITE VIAL 41+831 (QUEBRADA METARA)  
**UBICACIÓN** : KM 8+000 (PUENTE UNOCOLLA)  
**TRAMO** : JULIACA - LAMPA  
**FECHA** : 05/09/98 AL 09/09/98

FECHA	JULIACA - LAMPA			LAMPA-JULIACA			TOTAL
	LIGERO	PESADO	SUBTOTAL	LIGERO	PESADO	SUBTOTAL	
SABADO 05	67	67	134	93	29	122	256
DOMINGO 06	60	34	94	82	47	129	223
LUNES 07	72	46	118	41	35	76	194
MARTES 08	52	29	81	35	23	58	139
MIERCOLES 09	45	20	65	27	12	39	104
<b>TOTAL</b>	296	196	492	278	146	424	916
<b>IMD</b>	106	55	161	70	41	111	272
<b>%</b>	38,97	20,22	59,19	25,74	15,07	40,81	100,00

---

	1	2
TRAFICO LIGERO	38,97	25,74
TRAFICO PESADO	20,59	14,71

Lámina N° 2



### c. Horas punta

De los datos del cuadro N° 3 se obtiene las horas punta por día:

SÁBADO	:	De 10:00 a 11:00 horas	26 vehículos (10.24%)
DOMINGO	:	De 07:00 a 08:00 horas	25 vehículos (11.11%)
LUNES	:	De 10:00 a 11:00 horas	27 vehículos (14.03%)
MARTES	:	De 10:00 a 11:00 horas	20 vehículos (14.70%)
MIÉRCOLES:		De 10:00 a 11:00 horas	15 vehículos (13.95%)

### 5.3 Clasificación vehicular en la estación Km 29+700 (Poblado de Pichincha):

Indice Medio Diario; Variación Diaria, Horaria y Horas Punta;

#### 5.3.1 Clasificación vehicular del IMD

En el cuadro N° 4 se presenta los resultados de la clasificación vehicular en la estación Km 29+700, frente al poblado de Pichincha, a la entrada a Lampa desde Juliaca. La clasificación vehicular es la siguiente:

<b>Tráfico ligero</b>	<b>131 vehículos</b>	<b>59.01%</b>
Autos	6 vehículos	2.70
Combis	30 vehiculos	13.51
Camionetas	95 vehiculos	42.78
<b>Tráfico pesado</b>	<b>91 vehículos</b>	<b>40.99%</b>
B	66 vehiculos	29.73
C2	13 vehiculos	5.86
C3	12 vehículos	5.40

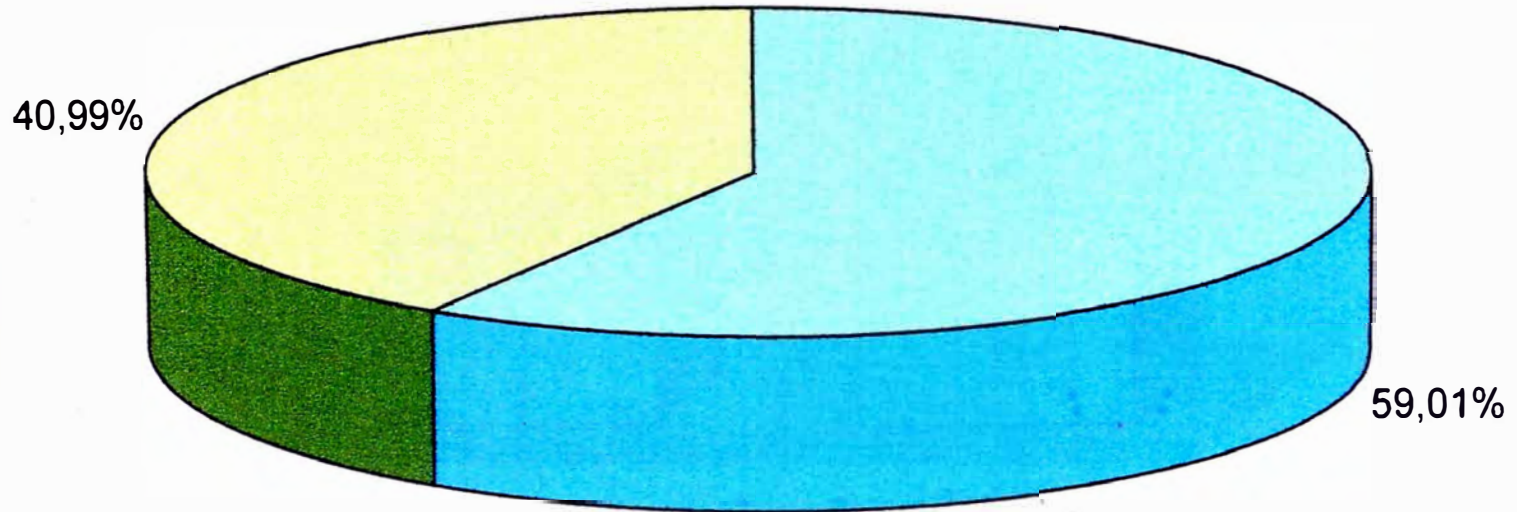
El IMD en esta sección es 222 vehículos diarios, de los cuales 131 (59.01%) son ligeros y 91 (40.99%) es pesado, cuya representación gráfica se presenta en la lámina N° 3.

#### 5.3.2 Índice medio diario por sentido

En el cuadro N° 5 se presenta el conteo del sentido de recorrido de los vehículos, observado en la estación Km 29+700. A partir de esa información se ha preparado la lámina N° 4, y el siguiente resumen:

Juliaca a Lampa: 40.09% (89)  
LIGEROS 44 Vehículos (19.82%)  
PESADOS 45 vehiculos (20.27%)

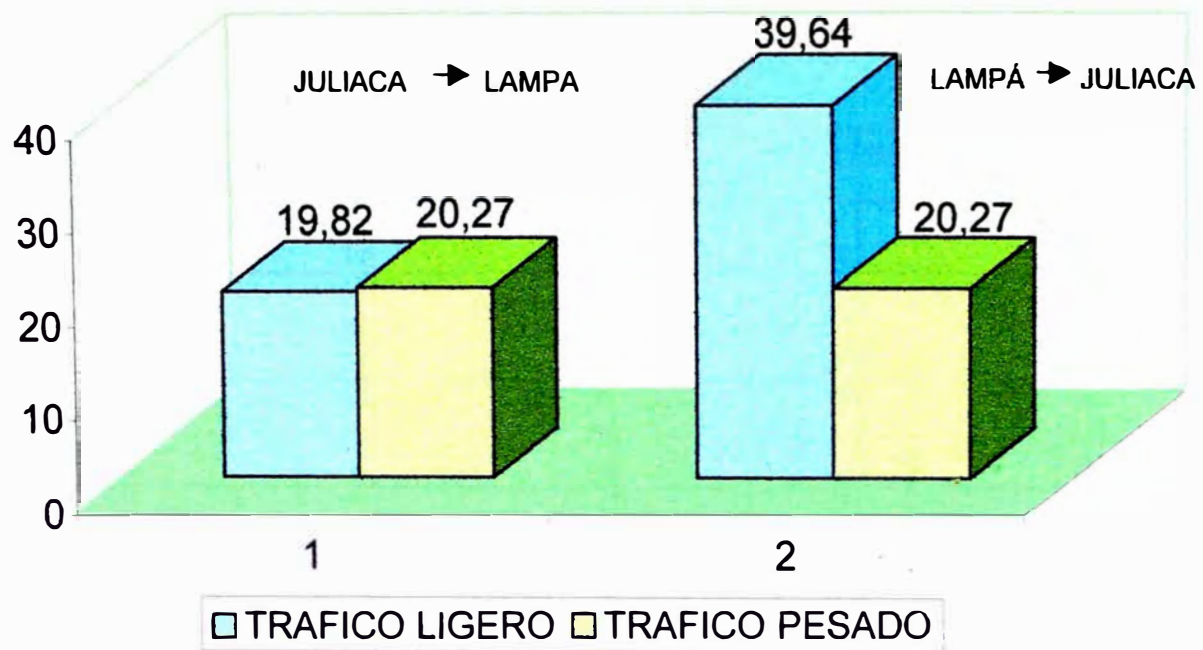
**CLASIFICACION VEHICULAR DEL I.M.D. UBICACION:  
KM 29+700 (Pichincha)**



□ TRANSPORTE LIGERO □ TRANSPORTE PESADO

Lámina N° 4

**CLASIFICACION VEHICULAR DEL I.M.D. POR SENTIDO  
UBICACION: KM 29+700 (Pichincha)**



**CUADRO N° 4**  
**CLASIFICACIÓN VEHICULAR I.M.D**

**CARRETERA** : LIMITE VIAL JULIACA (KM 8+000) - LAMPA  
: LIMITE VIAL 41+831 (QUEBRADA METARA)

**UBICACIÓN** : KM 29+700 (POBLADO DE PICHINCHA)

**TRAMO** : JULIACA - LAMPA  
**FECHA** : 10/09/98 AL 12/09/98

Fecha	Tráfico Ligero 131 Vehículos = 59.01%			Tráfico Pesado 91 Vehículos = 40.99%			TOTAL
	Autos	Combi	Camioneta	B	C2	C3	
JUEVES 10/09/98	8	35	100	70	15	16	242
Juliaca-Lampa	4	17	50	43	7	8	126
Lampa-Juliaca	4	18	50	27	8	8	117
VIERNES 11/09/98	5	25	95	65	12	21	221
Juliaca-Lampa	4	10	16	28	6	11	72
Lampa-Juliaca	4	15	79	37	6	10	149
SABADO 12/09/98	7	31	86	63	16	17	224
JULIACA - LAMPA	2	19	1	27	9	12	70
LAMPA - JULIACA	5	12	85	36	11	5	154
<b>TOTAL</b>	20	91	281	198	43	54	687
<b>IMD</b>	6	30	95	66	13	12	222
<b>%</b>	2,70	13,51	42,79	29,73	5,86	5,40	100,00

TRANSPORTE LIGERO    TRANSPORTE PESADO  
59,01                      40,99



Lampa a Juliaca: 59.91% (133)  
LIGEROS 88 Vehiculos (39.64%)  
PESADOS 45 Vehículos (20.27%)

### **5.3.3 Variación diaria y horaria**

En el cuadro N° 6 se presenta la tabla general de variación diaria y horaria, en base a los conteos realizados en el campo.

#### **a. Variación Diaria**

El desplazamiento vehicular en los días laborables varía entre 242 (jueves) a 221 (viernes) vehiculos; en el día sábado el desplazamiento es 224.

#### **b. Variación Horaria**

Los días jueves y viernes el tráfico decrece a partir de las 19:00 hasta las 04:00 horas. Durante el día el tráfico es constante.

**CUADRO N° 5  
INDICE MEDIO POR SENTIDO**

**CARRETERA** : LIMITE VIAL JULIACA (KM 8+000) - LAMPA  
: LIMITE VIAL 41+831 (QUEBRADA METARA)

**UBICACIÓN** : KM29+700 (POBLADO DE PICHINCHA)

**TRAMO** : JULIACA - LAMPA  
**FECHA** : 10/09/98 AL 12/09/98

FECHA	JULIACA - LAMPA			LAMPA-JULIACA			TOTAL GENERAL
	LIGERO	PESADO	SUBTOTAL	LIGERO	PESADO	SUBTOTAL	
JUEVES 10	71	55	126	72	45	117	242
VIERNES 11	27	45	72	98	51	149	221
SABADO 12	22	48	70	102	52	154	224
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>148</b>	<b>268</b>	<b>272</b>	<b>148</b>	<b>420</b>	<b>687</b>
<b>IMD</b>	44	45	89	88	45	133	222
<b>%</b>	19,82	20,27	40,09	39,64	20,27	59,91	100,00

	1	2
TRAFICO LIGERO	19,82	39,64
TRAFICO PESADO	20,27	20,27

**CUADRO N° 6**

**VARIACION DIARIA Y HORARIA**

**CARRETERA** : LIMITE VIAL JULIACA (KM 8+000) - LAMPA  
 : LIMITE VIAL 41+831 (QUEBRADA METARA)

**UBICACIÓN** : KM. 29+700 (POBLADO DE PICHINCHA)

**TRAMO** : JULIACA - LAMPA

**FECHA** : 10/09/98 AL 12/09/98

HORA	JUEVES 10		VIERNES 11		SABADO 12		TOTAL	
	Nro VEHS	%	Nro VEHS	%	Nro VEHS	%		
0	1	--	--	--	--	--	--	
1	2	1	0,41	--	--	--	1	
2	3	6	2,47	2	0,90	--	8	
3	4	4	1,65	4	1,81	4	12	
4	5	10	4,12	8	3,62	6	24	
5	6	3	1,23	14	6,33	13	30	
6	7	20	8,23	12	5,43	19	51	
7	8	21	8,64	22	9,95	20	63	
8	9	22	9,05	23	10,41	24	69	
9	10	18	7,41	9	4,07	2	29	
10	11	5	2,06	14	6,33	17	36	
11	12	13	5,35	17	7,64	20	50	
12	13	27	11,11	22	9,96	13	62	
13	14	17	7,00	20	9,05	14	51	
14	15	23	9,47	13	5,09	12	48	
15	16	9	3,70	11	4,98	21	41	
16	17	17	7,00	6	2,72	15	38	
17	18	5	2,06	9	4,07	6	20	
18	19	8	3,29	8	3,62	10	26	
19	20	9	3,70	3	1,36	5	17	
20	21	3	1,23	3	1,36	3	9	
21	22	1	0,41	1	0,45	--	2	
22	23	--	--	--	--	--	--	
23	24	--	--	--	--	--	--	
<b>TOTAL</b>		242	99,59	221	99,15	224	100,00	687

CUADRO N° 7

ESTIMADOS DE IMD e IMDm CON DATOS DE LA ESTACIÓN DE PEAJE JULIACA

MESES	INDICES MEDIO ANUAL (IMD)							IMDm	FACTOR DE IMD
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO		
AÑO 1982									
ENERO	273	214	253	230	246	265	260	248	0,866
FEBRERO	281	270	291	251	271	287	291	277	0,968
MARZO	263	250	235	247	282	310	287	282	0,986
ABRIL	296	261	270	256	274	293	278	275	0,962
MAYO	287	293	281	263	293	313	252	283	0,989
JUNIO	309	260	294	286	297	327	275	293	1,024
JULIO	310	285	292	273	289	331	314	299	1,045
AGOSTO	332	315	281	297	275	295	307	300	1,049
SEPTIEMBRE	307	321	311	245	293	309	302	298	1,041
OCTUBRE	296	235	223	303	256	323	331	281	0,982
NOVIEMBRE	324	297	310	291	277	317	298	302	1,056
DICIEMBRE	342	261	324	296	295	264	287	296	1,035
AÑO 1983									
ENERO	298	276	254	266	285	263	264	272	
FEBRERO	422	316	535	369	392	395	377	375	

**CUADRO N° 8**

**SERIE HISTÓRICA DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO (I.M.D.)  
AÑOS 1976-1989**

<b>RUTA</b>	<b>1976</b>	<b>1977</b>	<b>1979</b>	<b>1980</b>	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>	<b>1985</b>	<b>1986</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>
AYAVIRI - PUCARA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PUCARA - JULIACA	114	131		204	214	252	266	250	263	288	230	201
JULIACA - PUNO (DES. ARQPA)	331	496	741		805	826	1554	1225	1168	1305	886	823
JULIACA - AREQUIPA					144		168	200	178	217	161	170
LA VARIANTE - PUNO (DESV. AREQ. A JULIACA)							108	151	132	168	140	*

\* SIN INFORMACIÓN

FUENTE: D.G.T.T. DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO Y PTO. PROYECTO TRÁFICO 1991

**CUADRO Nro 08**  
**CLASIFICACION VEHICULAR I.M.D**

**CARRETERA** :LIMITE VIAL JULIACA (KM 8+000)-LAMPA  
:LIMITTE VIAL 43+000 (QUEBRADA METARA)

**UBICACIÓN** :KM 8+000 (PUENTE UNOCOLLA)

**TRAMO** :JULIACA-LAMPA  
**FECHA** : 05/09/98 AL 07/09/98

AÑO	TRAFICO LIGERO			TRAFICO PESADO					TOTAL
	AUTOS	COMBI	CAMIONETA	B-2C	C-2	C-3	2S2	3S2	
1998	16	57	70	49	1	20	4	1	228
2000	17	62	76	53	12	22	4	1	247
2005	20	74	91	64	14	26	5	1	295
2010	24	89	109	77	17	31	6	1	354
2015	29	107	131	92	20	37	7	2	425
2020	35	128	157	110	24	44	8	2	508

**CUADRO Nro 09**  
**CLASIFICACION VEHICULAR I.M.D**

**CARRETERA** :LIMITE VIAL JULIACA (KM 8+000)-LAMPA  
:LIMITTE VIAL 43+000 (QUEBRADA METARA)

**UBICACIÓN** :KM 8+000 (PUENTE UNOCOLLA)

**TRAMO** :JULIACA-LAMPA  
**FECHA** : 10/09/98 AL 12/09/98

AÑO	TRAFICO LIGERO			TRAFICO PESADO					TOTAL
	AUTOS	COMBI	CAMIONETA	B-2C	C-2	C-3	2S2	3S2	
1998	7	31	70	49	11	18	1		187
2000	8	33	76	53	12	19	1		202
2005	10	40	91	64	14	23	1		243
2010	12	48	109	77	17	28	1		292
2015	14	58	131	92	20	34	2		351
2020	17	70	157	110	24	41	2		421

### c. Horas Punta

De los datos del cuadro N° 6 se obtiene las horas puntas diarias siguientes:

Jueves	De 12.00 a 13.00 horas	27	(11.11%)
	vehículos		
Viernes	De 08.00 a 09.00 horas	23	(10.41%)
	vehículos		
Sábado	De 08.00 a 09.00 horas	24	(10.71%)
	vehículos		

## 5.4 Clasificación vehicular en la estación km 36+000

### 5.4.1 Clasificación vehicular del IMD

En vista del escaso tráfico observado, se ha estimado el valor representativo por fines de diseño, como 5% del volumen y carga del tráfico Lampa - Juliaca.

El IMD resultante es 14 vehículos diarios, formado por 9 vehículos ligeros (64%) y 5 vehículos pesados (36%).

### 5.4.2 Índice del medio diario por sentido

El flujo vehicular en ambos sentidos es semejante, ya que se observó que la mayoría de vehículos que salen de Lampa regresan.

### 5.4.3 Variación Diaria y Horaria

La variación diaria también no es significativa, produciéndose los "puntos" de tráfico en el día prácticamente sin tráfico por las noches.

## 5.5 Análisis del IMD anual

Entre los años 1982 y 1983 la Consultora ATA ejecutó un estudio de tráfico utilizando información histórica diaria de la estación de peaje de Juliaca, cuyos resultados se presentan en el cuadro N° 7.

Esta información permite conocer que la semana de setiembre del año 1982 daba un IMD igual a 298 vehiculos/día, apreciándose para esa semana un valor máximo de 321 para el día martes y un valor mínimo de 245 para el día jueves. Asimismo, el valor máximo del año alcanzó a 342 en un día lunes del mes de diciembre.

También se observa que en la semana de febrero de 1983 los valores de IMD crecieron súbitamente por encima del máximo de 1982, alcanzando valores de hasta 422.

En el cuadro N° 8 se recoge la información histórica de los volúmenes de tránsito (IMD) para los años 1976 - 1989 de la DGTT, para diferentes rutas en el ámbito del estudio. Tomando la información de la ruta más cercana, Pucará - Juliaca, se observa los siguientes valores de IMD anual:

Años	1976	77	80	81	82	83	84	85	86	87	88
IMD	114	131	204	214	252	266	250	263	288	230	201

Se aprecia que el IMD creció significativamente desde 1976 hasta 1983, luego se retrajo hasta 1985, creció en 1986 y se retrajo nuevamente hasta 1988.

También se puede apreciar que el IMD anual de 1982 (252) es más bajo que el IMD anual del estudio de ATA (286), que se explica porque las informaciones provienen de dos estaciones diferentes, Pucará y Juliaca, respectivamente; sin embargo todos los datos muestran consistencia.



## 5.6 Evaluación de los resultados y definición del IMD actual

El estudio de tráfico realizado en el mes de setiembre de 1,998, determinó dos valores de IMD, uno para cada estación de muestreo:

- Km 8+000 (Puente Unocolla) 272 vehiculos/día
- Km 29+700 (Poblado de Pichincha) 222 vehiculos/día

Para el mismo mes de Setiembre de 1982, la Consultora ATA estimó el IMD con datos de la estación de peaje de Juliaca, encontrando:

- Km 0+000 (Peaje de Juliaca) 298 vehiculos/día

En dicho estudio de tráfico se apreció que el valor máximo del año fue 342, para un día lunes del mes de Diciembre, aunque para Febrero de 1983 encontraron un valor relativamente alto de 422.

Finalmente el IMD histórico anual más alto encontrado por la DGTT del MTC, fue 288 para el año 1986, valor que decayó a 201 para el año 1988.

Las posibles razones que explican estos valores serían:

- a. Los datos de ATA no sólo corresponden a otro año, sino más bien están influenciados por el tráfico hacia Pucará, que se caracteriza por ser una ruta de mayor servicio que el tramo que se estudia.
- b. Se efectúa una comparación de datos diarios obtenidos en el presente estudio, con otros valores existentes de IMD anuales y mensuales, que representan valores medios de un mayor período de información anterior.

c. Entre 1983 y 1990, la sierra del Perú vivió una convulsión social muy grave, que alteró significativamente la vida económica del país, generando por una parte el desplazamiento de numerosos pobladores a zonas más seguras, caso de Puno hacia Arequipa, Tacna y Moquegua. Por otro lado la reducción de la inversión en carreteras se contrajo o no existió en muchas zonas del país, principalmente de la sierra, produciéndose el deterioro de caminos y carreteras, ocasionando la disminución del tráfico.

La situación actual es diferente y es necesario mencionarla señalando que el sur del Perú tendrá dentro de pocos años muchas carreteras nuevas que formarán una red vial interoceánica y regional, realidad que lleva a la conclusión importante que los valores de IMD se incrementarán significativamente, y que para esas nuevas circunstancias deberá estar preparada la infraestructura vial.

Esta conclusión tan importante, llevó a elegir como IMD actual, el obtenido para la estación km 8+000 de 272 vehículos/día, valor que servirá para proyectar el IMD de diseño que se expone a continuación.

Debe señalarse que para el tramo Lampa al Km 41+831, hacia Cara Cara, podría optarse por su valor de IMD igual o menor a 272, según las siguientes alternativas:

- a. Reconocer la vía Juliaca - Lampa - Qda. Metara como una alternativa hacia Pucará, con las mismas características de diseño del tramo inicial en construcción, como una carretera de segunda clase.
- b. Reconocer que la vía como carretera de segunda clase termina en Lampa y la continuación hacia Cara Cara debe ser de características de diseño para tercera clase.
- c. Reconocer que el tramo desde Lampa hacia Cara Cara es igual al tramo Juliaca - Lampa, como carretera de segunda clase pero planteando su

construcción por etapas, es decir dejándolo en una primera etapa sin pavimento y con cunetas sin revestimiento.

La elección de la alternativa depende más de una decisión administrativa del MTC; sin embargo, el Consultor recomienda la segunda, prosiguiendo con el estudio para el caso de tráfico asumiendo un valor de IMD igual a 272 vehículos/día, para el tramo Juliaca - Lampa y de 14 vehiculos/ día para el tramo Lampa - Qda. Metara.

Además de resultar coherente con la política nacional de ampliar la infraestructura vial a todas las regiones del país, resulta racional plantear una carretera de segundo orden hasta Lampa y de allí, una de tercer orden hacia la Qda. Metara, cuyo equipamiento y ampliación se realizaría en el futuro previa comprobación del aumento del tráfico en ese sector.

## **6. INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL ÁMBITO DEL ESTUDIO**

### **6.1 Infraestructura existente**

Según el inventario de la Red Vial de 1989 de la DGC del MTC, en el departamento de Puno, existían 4,954 Km de carreteras; 4.71% asfaltado; 24.12% afirmado; 18.72% sin afirmar; y 52.45% trocha carrozable, encontrándose Puno con un bajísimo índice de carreteras asfaltadas.

Según el plano de la Red Vial Nacional del Departamento de Puno, de la Dirección General de Caminos del MTC, que se adjunta como Lámina N° 5, se observa que la Carretera Juliaca - Lampa - Cara Cara, se encuentra en el área central del departamento de Puno, enlazando a la provincia de Lampa con aprox. 43,461 habitantes (14,125 urbana) y 5,792 Km<sup>2</sup> según el censo de 1993, con la provincia de San Román con aproximadamente 168,534 habitantes (145,724 urbana) y 2,280 Km<sup>2</sup>, cuya capital Juliaca es la capital del transporte en esa Región, ya que de allí nacen las Carreteras Nacionales y departamentales siguientes:

a. Hacia el norte:

Juliaca - Pucará - Tirapata - Macusani - San Gabán y Juliaca - Lampa -  
Cara Cara - Pucará.

b. Hacia el noreste:

Juliaca - Huancané - Putina - Cuyucuyo (Sandía), con un tramo de  
Huancané hacia Moho - Comina - La Paz en Bolivia.

c. Hacia el noroeste:

Juliaca - Pucará - Ayaviri - Santa Rosa - Cuzco.

d. Hacia el Oeste:

Juliaca - Deustua - Santa Lucía - Arequipa.

e. Hacia el Sur-Oeste:

Juliaca - Puno - Pichacani - Moquegua

Juliaca - Puno - Ilave - Mazocruz - Suches - Moquegua.

f. Hacia el Sur-Este:

Juliaca - Puno - Ilave - Juli - Pomata - Desaguadero y el tramo de Pomata - Yunguyo hacia Bolivia.

Como se observa, actualmente la ciudad de Juliaca es el centro de gravedad carretero en el departamento de Puno, formando un eje troncal carretero con la ciudad de Puno, de allí la importancia que adquieren las carreteras que unen ciudades cercanas a Juliaca porque se "convierten" en satélites de esa ciudad, hacia donde la "expansión urbana de Juliaca" puede llegar.

## 6.2 Infraestructura terrestre proyectada

En los últimos años, el Gobierno Peruano a través del MTC ha orientado sus acciones a la recuperación de la red vial, que además de ser insuficiente ya que en Puno más del 50% era sólo trocha carrozable, se encontraba en un estado de deterioro significativo por la ausencia de conservación.

La difícil topografía donde se desarrollan las carreteras en la Sierra, que exige altos costos de ejecución ha restringido su continuidad.

Entre los principales factores que han contribuido al deterioro de las vías en la Sierra, además de la paralización total por la violencia social y la economía de los años 80, se anotan los fenómenos climatológicos y la circulación con exceso de carga.

El MTC a través del PERT con fondos externos y directamente a través de sus órganos de línea, ha iniciado desde 1992 un Programa de Rehabilitación y Mantenimiento de Carreteras, orientando sus acciones a proporcionar un mejor servicio al usuario de la infraestructura vial, teniendo como imagen objetivo dar la mejor transitabilidad posible con alta seguridad que exige diseños, construcción y señalización adecuados, utilizando pavimentos

adecuados y señalizaciones modernos, para lograr el mayor impacto ambiental positivo posible aun durante la etapa de construcción, a favor de la vida y bienestar de los usuarios.

Uno de los Programas importantes del MTC con impacto regional en Puno, constituye el denominado Corredor Vial Interoceánico del Sur (PCVS), que con financiamiento del Préstamo PE-P15 del OECF y del Tesoro Público, permitirá complementar un Programa anterior de carreteras ejecutado con fondos del BID. Se trata de un conjunto de carreteras transversales que unirán la Costa Peruana con la sierra y a través de ésta con Bolivia, país que espera acrecentar su comercio hacia el Pacífico utilizando estas nuevas vías. (Ver Lámina N° 6).

a. Hacia Arequipa y Puerto de Matarani:

Juliaca - Santa Lucía - Yura - Arequipa.

b. Hacia Moquegua y Puerto de Ilo:

Juliaca - Puno - Desaguadero - Moquegua.

Adicionalmente a estas supercarreteras de penetración andina, debe señalarse que el MTC viene ejecutando el estudio definitivo del ferrocarril Puno - Desaguadero de 150 Km, que permitirá la conexión de Juliaca - Puno, con:

- Por el Sur-Este, con Bolivia;
- Por el noroeste, con el ferrocarril Puno - Juliaca - Cuzco;
- Por el Oeste, con el ferrocarril Puno - Juliaca - Deustua - Santa Lucía - Arequipa - Puerto de Matarani.

Ese nuevo cuadro vial deberá transformar el comercio interregional y demandar un mayor transporte.

### **6.3 Situación de la carretera Lampa - Juliaca**

La carretera Lampa - Juliaca cuya rehabilitación y mejoramiento se trata de lograr en este estudio, se inserta en el conjunto de carreteras antes enumerados cuya puesta en operación en los próximos años, mejorará notablemente el tránsito vial regional y binacional, por lo que se concluye que fácilmente se verá un incremento de tráfico para el que deberá estar preparado Lampa, que induce a que la categoría de la carretera actual se elevará, dada su cercanía al centro de gravedad del sistema de carreteras de Puno.

## **7. PROYECCIONES DE TRÁFICO**

### **7.1 Generalidades**

Según el apéndice 2.3.2 Estudio de Tráfico, de los términos de referencia, se efectuarán proyecciones de tráfico para cada tipo de vehículo, considerando la tasa anual de crecimiento calculada y el tráfico que se estima luego de la pavimentación, identificando el tránsito normal, generado y derivado.

### **7.2 Marco conceptual**

La evolución del tráfico en las carreteras del Perú, presenta algunas distorsiones debido a situaciones no previsibles, pues tras la violencia social desencadenada en los años 80 con mayor impacto en zonas como Puno, y el desequilibrio económico entre 1987 y 1992, que produjo una de las inflaciones más grandes de nuestra historia, la reciente recesión económica mundial que afecta al país ha creado anormalidades y deficiencias en el proceso productivo, generándose el deterioro en el crecimiento del PBI; además de esas situaciones de hecho, una restricción para preparar este

estudio, constituye la escasa información respecto a las variables macroeconómicas y aun de las puntuales de tráfico, que además de estar discontinuada se dispone de series desactualizadas.

Es conocido que en la década de los 80 y parte del 90 se produjo el despoblamiento de los pueblos de Puno; el abandono del turismo; el decaimiento comercial, incluso el de contrabando que movía la economía en Juliaca - Puno.

También es conocido que en los últimos años existe una política para repoblar los pueblos alto andinos, de modo de descongestionar a las grandes ciudades cuyos servicios y fuentes de trabajo se ha visto limitados por el explosivo crecimiento demográfico. Con fondos externos y propios, el Gobierno construye carreteras longitudinales y de penetración, aumentando significativamente la densidad en el Sur del País, con gran impacto en el departamento de Puno; con la política de liberalización se ha logrado incrementar significativamente el parque automotor con unidades usadas a costos y créditos al alcance de las mayorías; además debe mencionarse que el Gobierno está empeñado en revivir la economía agraria y el turismo, así como la pequeña y mediana industria, acciones que producirán un mejoramiento de la economía cuando los actores y subactores responsables conduzcan con acierto los cambios económicos en un mercado de libre competencia y de búsqueda de bienestar.

En este cuadro se inserta la Obra de la Carretera Juliaca - Lampa, la que además debe reconocerse como de "tránsito urbano" dada la cercanía entre las dos ciudades. Se estima a partir de los datos de velocidad actuales expuesto más adelante, que se requiere 45 minutos de transporte con vehículos ligeros y 1 hora con vehículos pesados para cubrir la distancia aproximada de 31+620 Km entre Juliaca y Lampa.

Con la nueva vía, el transporte podría realizarse prácticamente en la mitad del tiempo, unos 25 minutos para vehículos ligeros y unos 40 minutos para



vehículos pesados.

Un ejemplo real de lo mencionado, constituye la nueva carretera Pisco - Ayacucho, donde el tiempo de transporte se redujo prácticamente a la mitad; donde se logró incrementar la afluencia a Huamanga y otras ciudades, aumentar el turismo y el tráfico; con esta carretera no sólo quedó mejor interconectada los pueblos alrededor de Huamanga y a lo largo de la carretera, sino se benefició la agricultura de la zona, al disminuir el costo del transporte a los grandes mercados.

Este ejemplo real y concreto del impacto de la Carretera Los Libertadores en Huamanga, se dará con mayor impacto en la ciudad de Lampa y pueblos vecinos, ya que la carretera constituirá en la práctica una "avenida urbana", por donde transitará abruptamente un mayor número de vehículos, los existentes y los nuevos que aparecerán a manera de colectivos con menores precios para los usuarios, que al observar las rebajas de los mismos, más a su alcance, tenderán a movilizarse con más frecuencia.

Otro ejemplo real de este cuadro, constituye la carretera Huamanga - Huanta, cuando en los años sesenta se pavimentó, y hasta ahora, es "frecuentado" para trasladar diariamente a los trabajadores de una ciudad a otra, para hacer turismo; y los fines de semana para descansar y vacacionar en los valles de los ríos a los que se accesa ahora con mucha facilidad.

Esa nueva situación es la "imagen objetivo" que se visualiza en el presente estudio para la carretera Juliaca - Lampa, a la que deberá agregarse otras posibilidades de transporte más al interior y hacia Arequipa a través de Deustua, que anteriores estudios de tránsito para la carretera Lampa - Juliaca mencionaron en su afán de sustentar el desarrollo del tránsito en esa vía.

### 7.3 Metodología para las proyecciones

La tasa de crecimiento anual del tráfico varía generalmente según se trata de vehículos de carga o de pasajeros y es una función de la evolución de las variables macro económicas siguientes:

- PBI
- Ingreso per cápita por habitante
- Población

Estas variables se relacionan con la evolución del tráfico según el concepto de elasticidad de la demanda de transporte.

El tramo Juliaca - Lampa es una ruta departamental 111 de la red vial nacional que se conecta a una ruta nacional 3-S que va hacia el Cuzco, aunque fundamentalmente se conecta al centro de gravedad del transporte en Puno, que constituye la carretera Juliaca - Puno; debe señalarse que el transporte aéreo en esa Región desde cualquier punto del país, se realiza a través del aeropuerto de Juliaca.

Para los vehículos de pasajeros la tasa de crecimiento es una función de la producción y la población. Para los vehículos de carga, la tasa de crecimiento es una función de la producción y el consumo de bienes.

La proyección de la población tiene una tasa de crecimiento anual de 2% de acuerdo al período intercensal (1981-1993).

La situación económica y social del país en el período 1998-2020 según las proyecciones oficiales muestran una tasa de crecimiento mínimo de 6.5% del PBI.

Por las razones expuestas anteriormente, se consideró necesario utilizar el procedimiento de proyección basado en el método de las tasas de

generación de viajes, considerando la aplicación de la siguiente relación exponencial, por clase de vehículos ligeros y pesados:

$$T_n = T_0 Y^d P^B$$

donde:

$T_n$  = Tráfico en el tramo T, en el periodo n.

$T_0$  = Tráfico en el tramo T, en el periodo base.

$Y^d$  = Elasticidad de ingreso de vehículos ligeros =  $(1 + r_{PBI})^{n \times E_p}$

$Y^d$  = Elasticidad de ingreso de vehículos pesados =  $(1 + r_{PBI})^{n \times E_c}$

$P^B$  = Elasticidad de precio = función del incremento de tránsito de apertura por la caída de precios que se produciría en los dos primeros años de construida la carretera = 2.

#### 7.4 Cálculo del tráfico proyectado

El cálculo de las tasas de crecimiento del tráfico para vehículos de carga y de pasajeros, resulta de la aplicación de las fórmulas indicadas al valor mayor de tráfico actual estimado anteriormente en 272 vehículos por día.

Para la adopción del coeficiente de elasticidad de la demanda de tráfico de pasajeros, la Sociedad Argentina de Estudios estableció con datos de Argentina y otros países, una elasticidad de ingreso de la demanda total del transporte de pasajeros comprendida entre 1.2 y 1.5. En Uruguay y Argentina los coeficientes de elasticidad varían entre 1.4 y 1.5 para pasajeros y de 1.0 para ómnibus.

En el presente estudio se adoptó los siguientes valores:

$r_{PBI} = 5.5\%$  anual (las proyecciones del Gobierno señalan 6.5% anual).

$E_p =$  Elasticidad de pasajeros = 1.5

$E_c =$  Elasticidad de carga = 1.0

Con estos coeficientes incluidos en la ecuación para la proyección del tráfico, se obtuvo los valores parciales y totales de vehículos/día para el período 1998 (año base) - 2020, de manera de obtener el IMD proyectado para el año 2,010 a efectos de deducir los parámetros de diseño de la carretera.

Los resultados que se presentan en los cuadros N° 9 y 10 muestran que la carretera Juliaca - Lampa pasaría desde el segundo año, de una carretera de 3ra clase a una de 2da, debido a un tráfico esperado superior a los 400 vehículos/día.

Debe comentarse que utilizando otra metodología, el MTC a través del Batallón de Ingeniería de Cmdte. "TTE. CRL. LA ROSA N° 4" efectuó la proyección del tráfico para la misma carretera, logrando un IMD de 195 para el tránsito ligero y 370 para el tráfico pesado, haciendo un total de 565 vehículos/día para el año 2000, definiendo a partir de las variables obtenidas, el diseño de la carretera que construye actualmente el propio Batallón entre el Km 0+000 al 8+000 de Juliaca a Lampa.

**CUADRO N° 9****PROYECCIÓN DE TRÁFICO A PARTIR DE DATOS DE ESTACIÓN KM 8+000**

Carretera : LIMITE VIAL JULIACA (Km 8+000) - Lampa  
 LIMITE VIAL 41+831 - (Quebrada Metara)

Ubicación : Km 8+000 (Puente Unacolla)

Tramo : Juliaca - Lampa

Fecha : Conteos del 05/09/98 al 09/09/98

AÑO	TRAFICO - LIGERO			TRAFICO PESADO					TOTAL
	AUTOS	COMBIS	CAMIONETA	B	C2	C3	2S2	3S2	
1998	22	65	87	62	14	18	3	1	272
2000	52	152	204	138	31	40	7	2	626
2005	78	226	304	181	41	52	9	3	894
2010	116	337	453	237	54	68	12	4	1.281
2015	172	502	675	310	71	89	16	5	1.840
2020	256	748	1006	406	93	116	21	6	2.652

**CUADRO N° 10****PROYECCIÓN DE TRÁFICO A PARTIR DE DATOS DE ESTACIÓN KM 29+700**

Carretera : LIMITE VIAL JULIACA (Km 8+000) - Lampa  
 LIMITE VIAL 41+831 - (Quebrada Metara)

Ubicación : Km 29+700 (Poblado de Pichincha)

Tramo : Juliaca - Lampa

Fecha : Conteos del 10/09/98 al 12/09/98

AÑO	TRAFICO - LIGERO			TRAFICO PESADO			TOTAL
	AUTOS	COMBIS	CAMIONETA	B	C2	C3	
1998	6	30	95	66	13	12	222
2000	14	70	222	146	29	27	508
2005	21	104	331	191	38	35	720
2010	31	155	493	250	50	46	1.025
2015	46	231	735	327	65	60	1.464
2020	69	344	1095	428	85	79	2.100

Para el mismo año 2000 los estudios realizados en esta ocasión muestran un IMD de 408 vehículos ligeros y 218 vehículos de carga, con un total de 626 vehículos/día, que representa una diferencia de aproximadamente 11%, que muestra la consistencia de la metodología aplicada en esta ocasión, aunque el incremento de vehículos ligeros aparece más grande y el de pesados resulta menor, que se tomará en cuenta en el diseño del pavimento.

Para el tramo Lampa - Qda. Metara se consideró 5% del tráfico proyectado para el año 2010 (64 vehículos).

## 8. ORIGEN Y DESTINO

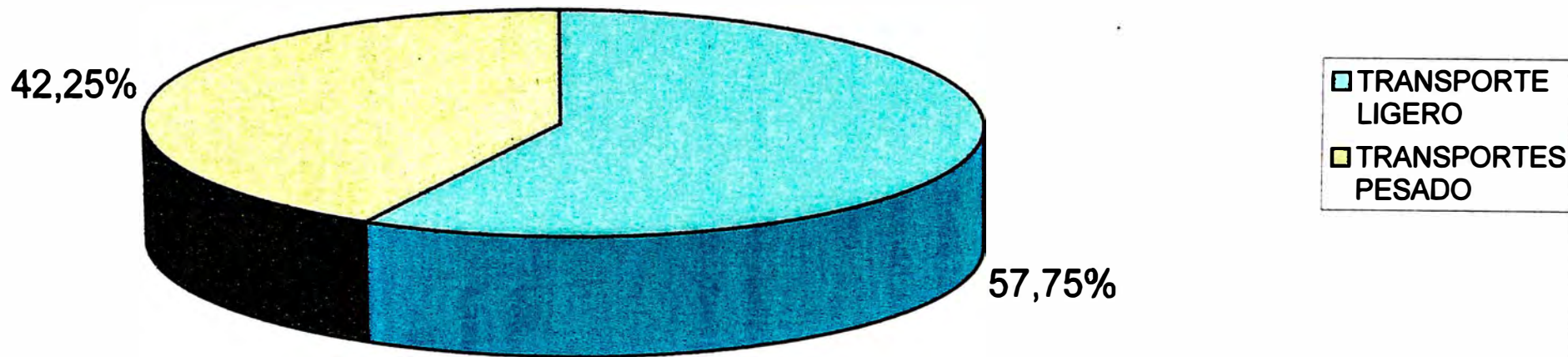
Las encuestas Origen - Destino realizado el 05/09/98 para la estación Km 8+000 en el Puente Unocolla y el 10/09/98 en el Km 29+700 frente a la localidad de Pichincha, comprendió una muestra de un día útil, en el que el encuestador tomó información para cada vehículo que se detenía en cada estación de aforo, encontrándose los siguientes resultados:

### 8.1 Origen - destino en la estación Km 8+000 (Puente Unocolla)

La muestra recopilada en esta Estación representa el 19.42% del total de vehículos que pasaron por este sector el 09/09/98, encontrándose:

Camiones de 2 ejes	=	4 vehículos	33.33%
Camiones de 3 ejes	=	7 vehículos	58.33%
Semi-Trayler 2S2	=	<u>1</u> vehículos	<u>8.34%</u>
		12 vehículos	100.00%

**CLASIFICACION VEHICULAR DEL I.M.D. UBICACION: PICHINCHA**



El peso promedio de la carga útil es el siguiente:

2 ejes es : 5.10 Tn  
3 ejes es : 10.20 "  
2S2 ejes es : 14.00 "

### 8.3 Velocidad de los vehículos

Para completar el estudio de tráfico, con el propósito de definir la velocidad directriz para los diseños de la carretera, se realizó la encuesta correspondiente a velocidad de los vehículos, aprovechando el conteo del sábado 12SET98 en la estación Km 29+700, e implementando el conteo respectivo en el Km 8+000. Entre las 7 y las 12 horas se contabilizó la hora del paso de los vehículos, anotando en cada caso la hora de paso del mismo vehículo por un punto y por el otro.

Los resultados de las mediciones realizados se presentan en el Cuadro N° 19, deduciendo las siguientes velocidades medias representativas por tipo de vehículo:

Tipo de vehículo	Velocidad media Lampa - Juliaca (km/hora)
- Ligero	45
- Pesado	33



## **Tipo de combustible**

Más del 90% (93.88%) de los vehículos consumen petróleo y menos del 10% (6.12%) utilizan gasolina.

Los detalles se presentan en el cuadro N° 11.

## **Distribución de marca**

En camiones de 2 ejes, 3 ejes y bus se ha detectado una fuerte predominación de vehículos de marca Volvo (70.41%) del total de vehículos. La marca Ford en bus de 2 ejes representa más del 10% (13.26%). Las demás marcas varían entre 1 a 9%. Los detalles se presentan en el cuadro N° 12.

**CUADRO N° 11****TIPO DE COMBUSTIBLE EMPLEADO - TRAFICO PESADO****ESTACION: Km 8+000 (Puente Unocolla)**

<b>TIPO</b>	<b>B</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>2S2</b>	<b>3S2</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
Petroleo	58	12	18	3	1	92	93,88
Gasolina	4	2				6	6,12
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>98</b>	
<b>%</b>	<b>63,27</b>	<b>14,28</b>	<b>18,37</b>	<b>3,06</b>	<b>1,02</b>		<b>100</b>

**CUADRO N° 12****MARCA Y TIPO DE VEHICULO****ESTACION: Km 8+000 (Puente Unocolla)**

<b>TIPO</b>	<b>B</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>2S2</b>	<b>3S2</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
Volvo	45	4	16	3	1	69	70,41
Dodge	2	6	---	---	---	8	8,17
VW	1	---	---	---	---	1	1,02
Chevrolet	2	1	---	---	---	3	3,06
Ford	10	1	2	---	---	13	13,26
Mitsubishi	1	2	---	---	---	3	3,06
Otros	1	---	---	---	---	1	1,02
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>98</b>	<b>100</b>

## Rubro de carga

Cerca al 60% (59.65%) de los vehiculos se dirigían a recoger carga a diferentes partes, principalmente con materiales de construcción y de agregados que se ubican a lo largo de la carretera, además de los que cubren el abastecimiento de alimentos. Ver cuadro N° 13.

### CUADRO N° 13

#### DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR RUBRO DE CARGA

Estación: Km 8+000 (Puente Unocolla)

Rubro de carga	Porcentaje de carga
Vacio	59.65
Fierros	1.75
Cemento	12.28
Fruta	1.75
Mercaderia variada	5.27
Combustible	1.75
Harina	1.75
Papa	1.75
Agregados	8.78
Jabas y cajones vacíos	3.52
Gaseosa	1.75

## Antigüedad del parque automotor

El parque automotor tiene una antigüedad media de 15 años.

## Origen - destino de la carga

Del estudio de las matrices de origen - destino que se presenta en el cuadro Nº 14, se deduce que los polos generadores de viajes más importantes son Azángaro, Sandía, Limbani, Ayaviri, Macusani y San Gabán.

El peso seco promedio de los camiones es de:

Caso de 2 ejes	:	4.2 toneladas,
Caso de 3 ejes	:	6.9 toneladas,
Caso de 2S2 ejes	:	11.5 toneladas, y
Caso de 3S2 ejes	:	14.0 toneladas.

El peso de carga útil promedio de camiones es de:

2 ejes es	:	5.2 toneladas,
3 ejes es	:	9.7 toneladas,
2S2 ejes es	:	13.5 toneladas, y
3S2 ejes es	:	16.5 toneladas.

## 8.2 Origen - destino en la estación Km 29+700 (Poblado de Pichincha)

La muestra recopilada en esta estación representa el 13.12% del total de vehículos censados el 11-09-98, encontrándose:

Camiones de 2 ejes	=	10 vehículos	34.48%
Camiones de 3 ejes	=	<u>19</u> vehículos	65.52%
		29 vehículos	100%

### **Tipo de combustible**

Más del 90% (93.41%) del total de los vehículos encuestados consumen petróleo y menos del 10% (6.59%) utilizan gasolina. Ver cuadro N° 15.

### **Distribución de marca y tipo de vehículo**

Más de 80% (80.22%) son camiones de 2 ejes, 3 ejes y Bus de marca Volvo. Otras marcas de camiones de 3 ejes representan más del 10% (12.09%). Ver cuadro N° 16.

### **Rubro de carga**

Del total de los camiones encuestados más del 50% (56.9%) se dirigen a recoger cargas a diferentes puntos; de Arequipa llegan algunos camiones con carga de cemento que representa más del 10% (12.08). Ver cuadro N° 17.

**CUADRO N° 15**

**TIPO DE COMBUSTIBLE EMPLEADO**  
**Estación Km 29+700 (Poblado de Pichincha)**

<b>Marca</b>	<b>B</b>	<b>C-2</b>	<b>C-3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Petróleo	61	12	12	85	93.41
Gasolina	5	1	0	6	6.59
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>91</b>	
<b>%</b>	<b>72.53</b>	<b>14.28</b>	<b>13.19</b>		<b>100</b>

**CUADRO N° 16**

**MARCA Y TIPO DE VEHÍCULO**  
**Estación Km 29+700 (Poblado de Pichincha)**

<b>Marca</b>	<b>B</b>	<b>C-2</b>	<b>C-3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Nissan	--	1	--	1	1.1
Volvo	60	6	7	73	80.22
Dodge	2	4	5	11	12.09
Ford	4	1	--	5	5.49
Mitsubishi	--	1	--	1	1.1
Otros	--	--	--	--	--
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>91</b>	<b>100</b>

## CUADRO N° 17

### DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR RUBRO DE CARGA Estación Km 29+700 (Poblado de Pichincha)

Rubro de carga	Porcentaje de carga
Vacío	56.90
Envases vacíos	8.62
Papa	1.72
Granos	1.72
Cerveza	1.72
Verdura	1.72
Material de construcción	12.08
Mercadería variada	5.18
Ganado	1.72
Gaseosa	3.45
Combustible	1.72
Otros	3.45

#### Antigüedad del parque automotor

El parque automotor tiene una antigüedad promedio de 15 años.

#### Origen - destino de la carga

Según el Origen - Destino de los camiones, se aprecia que el mayor movimiento se produce desde Asillo y San Gabán con el (27.58%) del total de vehículos, siguiendo Limbani, Sandía, Macusani y Azángaro. Ver cuadro N° 18

El peso seco promedio de los camiones es el siguiente:

2 ejes es	:	4.20 Tn
3 ejes es	:	7.20 "
2S2 ejes es	:	12.00 "

**CUADRO N° 18**

**ORIGEN Y DESTINO DE CARGA  
ESTACION Km 29+700 (Poblado de Pichincha)**

DESTINO ORIGEN	SAN GABAN	MACUSANI	LIMBANI	SANDIA	AZANGARO	ASILLO	AYAVIRI	PUCARA	JULIACA	SICUANI	CUSCO	AREQUIPA	TOTAL	%
San Gaban		1							6		1		8	27,58
Macusani	2												2	6,90
Limbani	2		1										3	10,34
Sandia	1		2										3	10,34
Azangaro	1		1										2	6,91
Asillo					1	2	1	1	2	1			8	27,58
Ayaviri													0	3,45
Pucara			1										1	3,45
Juliaca	1												1	3,45
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>100</b>



**CUADRO N° 19**

**HORAS DE PASO DEL MISMO VEHÍCULO POR LAS ESTACIONES  
DE CONTROL MEDIDOS EL SÁBADO 12SET98**

Hora	N° de vehiculos medidos	Tipo de vehiculo	Horas de paso		<u>Velocidad</u> media
			Km 29+700	Km 8+000	Km/hora
7 a 8	1	Ligero	7:07'	7:37'	43.4
8 a 9	1	Pesado	8:10'	8:50'	32.6
9 a 10	--	---	---	---	
10 a 11	1	Ligero	10:01'	10:29'	46.5
11 a 12	1	Pesado	11:15'	11:53'	34.26

Para el proyecto de rehabilitación de la carretera Lampa - Juliaca, se estima que la velocidad directriz sea 60 km/hora entre Juliaca y Lampa, y de 40 km/hora entre Lampa y Cara Cara, en mérito a que la carretera se desarrolla prácticamente en una altiplanicie con tangentes largas y pocos cambios de pendiente vertical, limitando la velocidad a esos valores por la altitud variable entre 3,820 y 3,862 msnm; en el caso del tramo Lampa - Cara Cara, se recomienda reducir la velocidad a 40 km/hora por la topografía montañosa con tangentes cortas, radios mínimos y altitud variable entre 3,862 y 4,140 msnm.

# DISEÑO DEL PAVIMENTO

## CONTENIDO

### 1. GENERALIDADES

- 1.1 Introducción
- 1.2 Objetivo
- 1.3 Ubicación del proyecto
- 1.4 Clima
- 1.5 Relieve
- 1.6 Vegetación y uso potencial de la tierra

### 2. CARACTERÍSTICAS DE LA VIA EXISTENTE

- 2.1 Tramo Juliaca (Km 8+000) – Lampa
- 2.2 Tramo Ciudad de Lampa
- 2.3 Tramo Lampa – Qda. Metara

### 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

- 3.1 Ensayos a las muestras de suelos
- 3.2 Ensayos a las muestras de canteras

### 4. CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS DE LA SUBRASANTE

- 4.1 Características del afirmado
- 4.2 Sub-tramos de variantes
- 4.3 Sub-tramos críticos
- 4.4 Sub-tramos de roca

### 5. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

- 5.1 Densidades de campo

## 6. EVALUACION DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

- 6.1 Introducción
- 6.2 Interpretación de resultados
- 6.3 Canteras localizadas
- 6.4 Fuentes de agua

## 7. DISEÑO DEL PAVIMENTO

- 7.1 Introducción
- 7.2 Métodos de diseño
- 7.3 Análisis del tránsito con fines de diseño del pavimento
- 7.4 Cálculo del EAL (Repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn)
- 7.5 Análisis estadístico de valores de CBR con fines de diseño del pavimento
- 7.6 Distribución de valores adoptados de capacidad de soporte de la subrasante por subtramos con fines de diseño del pavimento del tramo Juliaca - Lampa
- 7.7 Datos de diseño del pavimento
- 7.8 Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento
  - 7.8.1 Método del Instituto del Asfalto
  - 7.8.2 Método AASHTO
- 7.9 Espesores de pavimentos recomendados
- 7.10 Diseños de pavimento Lampa - Qda. Metara
  - 7.10.1 Método instituto de asfalto americano
  - 7.10.2 Método AASHTO
- 7.11 Diseño del Pavimento Ciudad de Lampa

## 8. BERMAS Y SOBREANCHOS

## 9. USO DE TELAS DE FIBRA SINTÉTICA (GEOTEXTILES)

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 10.1 Conclusiones
- 10.2 Recomendaciones

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

## RELACIÓN DE CUADROS

- Nº 1 : Coeficientes de equivalencia de espesor (AASHTO)
- Nº 2 : Clasificación vehicular IMD - Puente Unocolla
- Nº 3 : Clasificación vehicular IMD - Poblado Pichincha
- Nº 4 : Porcentaje del tránsito total de vehículos pesados en dos direcciones que deberá considerarse en el carril de diseño
- Nº 5 : Factores de corrección del NTI, para obtener el NTD
- Nº 6 : Factores de equivalencia entre capas convencionales y capas de concreto asfáltico, en cuanto a espesor
- Nº 7 : Espesores mínimos para carpetas de concreto asfáltico
- Nº 8 : Factor estructural "a" por tipo de capa
- Nº 9 : Sub-tramos donde se empleará membranas de fibra sintética

## RELACIÓN DE FIGURAS

- Nº 1 : Carta de Análisis de Tránsito, Método del Instituto Norteamericano del Asfalto
- Nº 2 : Nomograma del Instituto Norteamericano del asfalto para determinar el espesor de pavimentos flexibles con base en el valor de estabilidad de Hveem
- Nº 3 : Coeficiente de equivalencia de carta  $F_F$
- Nº 4 : Abaco para el cálculo del número estructural según tráfico equivalente ( $p = 2.0$ )

## ANEXO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

- Informe Nº 243-99 de GEO-SERV.S.A. (5 hojas)  
(Contiene ensayo de granulometría, límites de consistencia, clasificación de canteras Maravilla y Río Unocolla, y de mezclas al 80 y 20% respectivamente, con proctor modificado, CBR, Abrasión).

- Informe N° 244-99 de GEO-SERV.S.A. (4 hojas)  
(Contiene ensayo de granulometría de cantera Opocon Chupa, proctor, CBR y Abrasión).
  
- Informe N° 276-99 de GEO-SERV.S.A. (5 hojas)  
Contiene ensayos de granulometría de canteras Maravilla, Unocolla y Río Cabanillas, y de mezclas al 40, 50 y 10% respectivamente, con peso específico, intemperismo, adhesividad a los ácidos, límites, abrasión, diseño Marshall y contenido óptimo de concreto asfáltico.
  
- Informe N° 279-99 de GEO-SERV.S.A. (1 hoja)  
Contiene ensayos de granulometría, límites y clasificación de cantera río Cabanillas.

# DISEÑO DEL PAVIMENTO

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Introducción

Los suelos que forman la plataforma y la subrasante de la carretera existente Juliaca - Lampa - Qda. Metara (km 41+831), así como los materiales de las canteras y fuentes de agua presentan características físico - mecánicas y químicas que se han caracterizado mediante trabajos de campo, laboratorio y gabinete, identificando e interpretando los resultados, cuyo desarrollo y conclusiones se expone en el presente informe, conjuntamente con la propuesta de diseño del pavimento.

### 1.2 Objetivo

El objeto del presente estudio es diseñar un pavimento con una estructura resistente a la carga y tráfico, a las condiciones climáticas y altura de la zona, para permitir un adecuado servicio a los usuarios durante su período de vida, partiendo de las características geométricas, comportamiento del terreno natural y del afirmado de la carretera existente, del tránsito pasante actual y de las proyecciones de tránsito así como de los materiales de construcción disponibles y económicos.

### 1.3 Ubicación del proyecto

La zona del estudio se ubica en el departamento de Puno, ocupando parte de las provincias de San Román y Lampa. El tramo se inicia en el km 8+000 de la carretera Juliaca - Lampa, tras cruzar el Puente Unocolla, pasando por las inmediaciones de las localidades de Pulachupa, Pichincha y Lampa, finalizando en la quebrada Metara, camino a Cara Cara.

Geográficamente está ubicado en la región de la sierra, a una altura entre 3,800 a 4,100 msnm, entre las coordenadas 15°21' y 15°29' de latitud Sur, y 70°21' y 70°08' de longitud Oeste.

#### 1.4Clima

El clima de la zona es frío - templado - seco, con una temperatura media anual de 10°C para la zona de vida bosque húmedo - Montano subtropical (Bh-MS) que caracteriza la zona de la carretera cuando atraviesa altiplanicies hasta la ciudad de Lampa; y de 5.4°C para la zona de vida páramo muy húmedo - subalpino subtropical (Pmh-SaS) hasta el tramo final de la carretera en la Qda. Metara (km 41+831).

La diferencia entre la temperatura media mensual del mes más frío y el más caluroso sólo llega a 4°C; sin embargo, las oscilaciones normales de las temperaturas diarias son más significativas, alcanzando valores de hasta 26°C.

El área en que se ubica la carretera corresponde a una región con precipitaciones pluviales en épocas definidas, con lluvias abundantes entre los meses de diciembre y marzo y escasas lluvias entre los meses de abril y noviembre. En la zona de vida Bh-MS la precipitación anual varía entre 498 y 1,154 mm; y en la zona de vida Pmh-SaS, varía entre 513 y 1,088 mm.

En la zona se presentan dos estaciones climáticas:

- De abril a noviembre, con un periodo seco de clima frío principalmente por la noche, con descensos de temperatura muy fuertes que llegan hasta -12°C en forma normal.
- De diciembre a marzo, con fuertes precipitaciones pluviales, acompañadas de tempestades, nevadas y granizadas, con temperaturas de hasta 14°C.

La precipitación y temperatura en el ámbito del estudio ha tenido la siguiente variación:

AÑOS	PRECIPITACION ANUAL (mm)	PERIODO LIBRE DE HELADAS (días)	TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA (° C)
1964/8 Normal	703	130-165	- 2 a - 3
7			
1982/8 Sequía extrema	503	120-160	- 2 a - 4
3			
1985/8 Lluvia excesiva	1.270	145-180	0 a 1
6			
1987/8 Sequía, veranillas, Helados	797	125-150	- 1 a - 8
8			
1988/8 Lluvias normales	643	130-160	0 a - 1
9			
1989/9 Sequía, heladas	401	90-125	- 4 a - 6
0			

Fuente: Programa Interinstitucional de Waru Waru, 1992

La variación de la precipitación en mm del periodo 1990-1991, en la localidad de Sutuca de la provincia de Lampa, según los estudios del Programa Interinstitucional de Waru Waru, fue:

Precipitación (mm)	1990				1991					TOTAL
	SE T	OC T	NO V	DI C	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	
Lampa (Sutuca)	29.0	92.7	96.7	91.8	138.3	107.0	90.5	28.3	23.5	689



## **1.5 Relieve**

El relieve topográfico es predominantemente plano a ondulado, ya que el tramo más importante de la carretera existente se encuentra sobre las llanuras del altiplano, meseta del Collao, departamento de Puno; una parte menor, al final del tramo estudiado, se encuentra sobre las estribaciones de los andes donde el relieve topográfico es predominantemente ondulado.

## **1.6 Vegetación y uso potencial de la tierra**

La vegetación está constituida en su mayor parte por plantas de tallo corto, totorales al borde de lagunas y bofedales, por estar por encima de los 3,800 msnm, y pastos naturales como ichu, musgos y líquenes. Además existen zonas cultivadas.

## **2. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA EXISTENTE**

### **2.1 Tramo Juliaca (km 8+000) - Lampa**

La evaluación de campo ha permitido definir subtramos de carretera según el estado de la superficie de rodadura (a nivel de afirmado), drenaje y tipo de sección transversal. Los resultados son los siguientes:

#### **- Km 8+000 al 8+200 (200 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, presentando deformaciones y disgregaciones; tiene relleno y subrasante de material rocoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones, es decir, no hay peralte y el afirmado es irregular; y la cuneta del lado izquierdo al final del tramo (aprox. 20 m) requiere limpieza. El trazo transcurre por una sección en media ladera.

**- Km 8+200 al 8+920 (720 m)**

El afirmado se encuentra entre regular y malas condiciones, presentando deformaciones, disgregaciones y baches superficiales; tiene una sub-base y un relleno con una subrasante de arcilla arenosa. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; existen cunetas revestidas en el lado izquierdo, al inicio y final del tramo. El trazo transcurre por una sección en relleno.

**- Km 8+920 al 9+380 (460 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, presentando un pequeño relleno y una subrasante de material rocoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; existe cunetas en el lado izquierdo que requiere limpieza. El trazo transcurre por una sección a media ladera.

**- Km 9+380 al 10+500 (1,120 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con una sub-base y un gran relleno; la subrasante es suelo limo arcilloso, con rocas areniscas y limolitas. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; existe cunetas en ambos lados, que requieren limpieza. El trazo transcurre por una sección en relleno.

**- Km 10+500 al 10+660 (160 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con poco relleno y una subrasante de material rocoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones y las cunetas a ambos lados están llenas de desmonte. El trazo transcurre por una sección en corte cerrado.

**- Km 10+660 al 10+750 (90 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con un relleno y una subrasante de material coluvial, rocoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; existe cuneta en el lado derecho que requiere limpieza. El trazo transcurre en sección en media ladera hasta el 10+720 y en una sección en relleno hasta el 10+750.

**- Km 10+750 al 11+240 (490 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con un relleno y una subrasante de suelos aluviales en la primera parte y de material rocoso en la segunda. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; la cuneta del lado izquierdo se encuentra en buen estado requiriendo limpieza. El trazo transcurre por una sección en relleno hasta el km 11+120 y a media ladera hasta el 11+240.

**- Km 11+240 al 11+860 (620 m)**

El afirmado se encuentra entre regular y malas condiciones, presentando baches superficiales y una pequeña sub-base y un gran relleno con una subrasante de material limo arcillo arenoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; existe un pequeño tramo de cuneta en el lado derecho. El trazo transcurre por una sección en relleno hasta el 11+840, continuando en media ladera.

**- Km 11+860 al 12+400 (540 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con un pequeño relleno y una subrasante de material rocoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones y las cunetas en ambos lados se encuentran con desmonte, por lo que requiere limpieza. Es necesario proteger el talud izquierdo contra la erosión del río Lampa. El trazo

transcurre por una sección en media ladera hasta el 12+180 y en corte cerrado hasta el 12+300; continúa en media ladera.

**- Km 12+400 al 13+580 (1,180 m)**

El afirmado se encuentra entre regular y malas condiciones presentando baches superficiales con una sub-base y relleno, con una subrasante en materiales aluviales y coluviales. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; las cunetas en ambos lados se encuentran en buen estado pero requieren limpieza. El trazo transcurre por una sección en relleno.

**- Km 13+580 al 13+840 (260 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, en relleno con una subrasante de material rocoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; hay cunetas parciales en ambos lados, que requieren limpieza. El trazo transcurre por una sección en corte cerrado.

**- Km 13+840 al 13+960 (120 m)**

El afirmado se encuentra entre regular y malas condiciones, presentando una sub-base y un relleno con una subrasante de material orgánico. Mejorar el sistema de drenaje lateral y superficial de la carpeta de rodadura; limpiar las cunetas en ambos lados. El trazo transcurre por una sección en relleno.

**- Km 13+960 al 23+000 (9,040 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con una sub-base y material de relleno, con una subrasante de material arcillo arenoso limoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; existe un pequeño tramo entre 100 a 150 m de cunetas a ambos lados, que requiere limpieza. El trazo transcurre por una sección en relleno, salvo el tramo inicial muy pequeño que atraviesa en pequeño corte cerrado.

**- Km 23+000 al 25+700 (2,700 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con una sub-base y un relleno de 0.50 m, con una subrasante de material limo arcilloso arenoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; no hay cunetas. El trazo transcurre por una sección en relleno hasta el 24+800, continuando en pequeña media ladera hasta el 25+320; siguiendo en pequeño corte cerrado hasta el 25+600, terminando en relleno.

**- Km 25+700 al 26+010 (310 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con una sub-base y una subrasante de grava arenosa. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones. El trazo transcurre por una sección en relleno hasta el 25+735, con un pequeño tramo en corte cerrado y en media ladera hasta el 26+010.

**- Km 26+010 al 26+480 (470 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con un pequeño relleno y una subrasante de grava bien graduada con arcilla arenosa. Existe un derrumbe parcial sobre las cunetas en ambos lados. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones. El trazo transcurre por una sección en relleno hasta el 26+200; continúa en pequeño corte cerrado hasta el 26+480.

**- Km 26+480 al 26+880 (400 m)**

El afirmado se encuentra en malas condiciones, con una sub-base y relleno de 0.20 m y una subrasante de areno arcillo limoso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones. El talud izquierdo requiere protección contra la erosión del río Lampa. El trazo transcurre por una sección en media ladera hasta el 26+580; continúa en relleno hasta el 26+680; luego sigue en media ladera hasta el 26+880.

**- Km 26+880 al 27+460 (580 m)**

El afirmado se encuentra en malas condiciones, con un relleno y una subrasante de suelo areno limo arcilloso. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones; hay un pequeño tramo de cunetas en el lado derecho. El trazo transcurre por una sección en relleno hasta el 27+020; continúa en media ladera hasta el 27+240; sigue en relleno.

**- Km 27+460 al 27+920 (460 m)**

El afirmado se encuentra en condiciones regulares, con un relleno de 0.80 m; la subrasante está formada por una grava arenosa. El drenaje superficial está en malas condiciones; es necesario proteger el talud izquierdo de la erosión del río Lampa. El trazo transcurre por una sección en corte cerrado ligero hasta el 27+520; sigue en media ladera hasta el 27+920.

**- Km 27+920 al 28+040 (120 m)**

El afirmado se encuentra entre regular y malas condiciones, con una sub-base y relleno y una subrasante limo arenosa. El drenaje superficial está en malas condiciones; no hay cunetas. El trazo transcurre por una sección en media ladera ligera.

**- Km 28+040 al 29+300 (1,260 m)**

El afirmado se encuentra entre regular y malas condiciones, con una sub-base y un relleno de 0.70 m; la subrasante está formada por una arcilla limosa. El drenaje superficial está en malas condiciones; hay cunetas en ambos lados que requieren limpieza. El trazo transcurre por una sección en relleno hasta el 28+980; continúa en media ladera ligera hasta el 29+140; continúa al 29+300 en corte cerrado.

**- Km 29+300 al 29+500 (200 m)**

El afirmado se encuentra entre regular y malas condiciones, con una subrasante de arcilla inorgánica de alta plasticidad. Se considera como un tramo en observación en el diseño del pavimento. El drenaje superficial está en malas condiciones; hay cunetas que requieren limpieza. El trazo transcurre por una sección en corte ligero hasta el 29+320; continúa en relleno hasta el 29+400; sigue en media ladera hasta el 29+500.

**- Km 29+500 al 30+280 (780 m)**

El afirmado se encuentra entre regular y malas condiciones, con una sub-base y un relleno de 0.60 m y una subrasante de suelo areno limoso y areno arcilloso en el primer tramo de 200 m, y sobre depósitos aluviales en los últimos 580 m. El drenaje superficial está en malas condiciones; la cuneta del lado derecho se encuentra en buenas condiciones, requiriendo limpieza. El trazo transcurre por una sección en media ladera hasta el 29+760 y en relleno hasta el 30+280.

**- Km 30+280 al 30+700 (420 m)**

El afirmado se encuentra en malas condiciones, con una sub-base y un relleno de 0.80 m y una subrasante de una mezcla de suelos de arcilla y grava arenosa. El drenaje superficial está en malas condiciones; la alcantarilla de mampostería de piedra existente debe ser reemplazada, al igual que el muro de defensa del agua del río a la carretera debe reemplazarse por uno más largo, del 30+200 al 30+660 y a una altura mayor 30 cm de la capa de rodadura que se proyecte. El trazo transcurre por una sección en relleno de 1.5 m entre el 30+280 al 30+685, en la margen derecha se ubica la laguna Pichinchuane; en la margen izquierda, entre el 30+260 y el 30+600 se ubica el río Lampa, que se acerca al terraplén que tiene entre 1.7 a 2 m de altura.

**- Km 30+700 al 31+644.15 (944.15 m)**

El afirmado se encuentra en estado regular, con un relleno de 0.40 m y una subrasante de grava, arcilla y arena bien graduada, sobre rocas areniscas. El drenaje superficial está en malas condiciones; no hay cunetas. El trazo transcurre por una sección en relleno hasta el 30+940; continúa en media ladera hasta el 31+320; sigue en corte cerrado ligero hasta el 31+400; continúa en media ladera hasta el 31+520; sigue en relleno hasta el 31+644.15. Los tramos en corte son de hasta 15 m de alto y el talud inferior hasta 12 m de altura.

**2.2 Tramo Ciudad de Lampa (31+644.15 al 34+000)**

**- Km 31+644.15 al 33+400 (1,755.85 m)**

En la progresiva 31+644.15 se inicia el pavimento de concreto que atraviesa la ciudad de Lampa hasta el km 33+400; es una losa de 20 cm de espesor, con juntas longitudinales y transversales. La losa se encuentra fisurada.

El trazo al inicio transcurre en relleno, hasta el 31+900 donde continúa por la avenida Torres Belón de doble carril con berma central con jardín y árboles hasta el km 33+400; en la ciudad, desde el 31+900 hasta el 33+400 es plano. Al inicio de este sub-tramo y al final se observan bofedales a ambos lados de la vía, que requiere tratamiento.

**- Km 33+400 al 34+000 (600 m)**

En el km 33+400, concluye la Av. Torres Belón en el cruce con el Jr. La Mar. El trazo continúa prolongando la Av. Torres Belón sobre una planicie de depósitos aluviales de escaso espesor, muy húmedos, donde la subrasante debe levantarse con un relleno de material seleccionado y colocarse una alcantarilla en la zona más baja en el km 33+580 para el



desagüe del lado izquierdo de la carretera hacia el lado derecho que es el sentido de la pendiente transversal.

### **2.3 Tramo Lampa - Qda. Metara (km 41+831)**

Se trata de una trocha carrozable con muy bajo tráfico, cuyas características son:

**- Km 34+000 al 37+000 (3,000 m)**

El afirmado de grava es de escaso espesor (en promedio unos 10 cm); se encuentra en estado regular. El drenaje superficial está en malas condiciones porque la pendiente transversal no existe y tampoco las cunetas. El trazo transcurre por los terrenos planos finales del altiplano.

**- Km 37+000 al 40+000 (3,000 m)**

La vía sin afirmado se encuentra en malas condiciones, con una plataforma de ancho variable entre 2.5 a 3 m sobre arcillas y limos. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones por falta de mantenimiento de las alcantarillas existentes y de cunetas que aparecen sólo en pequeños tramos. El trazo transcurre en media ladera poco accidentada ascendente, que es el inicio de las estribaciones de la cadena de cerros.

**- Km 40+000 al 41+831 (1,831 m)**

Se observa un afirmado de grava de escaso espesor (5 a 10 cm), en regular condición. El drenaje superficial se encuentra en malas condiciones por falta de cunetas y alcantarillas sin mantenimiento. El trazo transcurre por una sección reducida variable entre 2.5 a 3 m, con una pendiente de 4% en bajada hasta la Qda. Metara.

### 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

En el estudio de geología y geotécnica se presenta los detalles del trabajo realizado. En esta parte se hace mención a los tipos de ensayos realizados sobre las muestras disturbadas extraídas en las investigaciones de campo, que fueron procesadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos empleando las normas ASTM vigentes.

El programa de ensayos comprendió la realización de ensayos a los suelos de cimentación de la carretera y taludes, y a las canteras.

#### 3.1 Ensayos a las muestras de suelos

- Contenido de humedad	ASTM D-2216
- Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422
- Límite líquido	ASTM D-423
- Límite plástico	ASTM D- 424
- Proctor modificado	ASTM D-1557
- Valor relativo de soporte (CBR)	ASTM D-1883
- Densidad natural	ASTM D-1556
- Clasificación SUCS	ASTM D-2435
- Clasificación AASHTO	

#### 3.2 Ensayos a las muestras de canteras

- Contenido de humedad natural	ASTM D-2216
- Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D-422
- Límite líquido	ASTM D-423
- Límite plástico	ASTM D-424
- Equivalente de arena	ASTM D-2419
- Gravedad específica y absorción (Agr. grueso)	ASTM C-127
- Gravedad específica y absorción (Agr. fino)	ASTM C-128
- Resistencia a la inalterabilidad (durabilidad)	ASTM C-88

- Proctor modificado ASTM D-1557
- Ensayos de abrasión (ensayo de los Angeles) ASTM D-2435
- Adhesividad a los finos (Indice Riedel Weber)
- Sales solubles totales

#### **4. CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS DE LA SUBRASANTE**

Basado en los resultados de laboratorio y de campo se obtuvo los valores de CBR para el diseño del pavimento. Para el tramo de Lampa a Qda. Metara de aproximadamente 8 km, se ha utilizado valores de CBR deducido de los análisis de laboratorio.

La distribución de valores adoptados de capacidad de soporte de la subrasante por subtramos con el fin de realizar el diseño del pavimento se presenta en el acápite 7.6.

##### **4.1 Características del afirmado**

La carretera se encuentra entre regular y malas condiciones, presentando deformaciones y disgregaciones, principalmente ahuellamientos y baches, sobre todo en las zonas críticas y de corte cerrado.

La capa de afirmado existente tiene un espesor representativo del tramo de 20 cm (valor estadístico promedio). Los suelos que forman la subrasante existente son variables, predominando la arcilla limosa de baja compresibilidad CL-ML (39.74%).

Según el perfil estratigráfico los suelos de la capa de afirmado o superficie de rodadura, base, sub-base, está formada por grava arenosa con escasos finos, subredondeados y superficies lisas.

## 4.2 Sub-tramos de variantes

En el presente estudio se ha realizado el mejoramiento del trazo de la carretera actual, mediante pequeñas variantes, sustancialmente transacciones de curvas.

## 4.3 Sub-tramos críticos

En la evaluación de campo se ha observado la existencia de los siguientes sub-tramos críticos debido principalmente a la presencia de suelos arcillosos y suelos saturados y a elementos nocivos que dañan la estructura actual del afirmado y en un futuro pueden dañar también el pavimento nuevo:

Tramo	Tipo de problema
12+100	Erosión de plataforma
26+200	Erosión de plataforma
29+800	Erosión de plataforma
30+280 - 30+680	Cruce de lagunas
11+000 - 11+400	Erosión de riberas
26+400 - 26+800	Erosión de riberas
30+300 - 30+600	Erosión de riberas
31+200 - 31+400	Erosión de riberas
26+480 - 26+880	Deslizamiento
27+480 - 27+980	Deslizamiento
31+644.15	- Pavimento rígido con concreto
33+400	fisurado

## 4.4 Sub-tramos de roca

La ubicación de los sub-tramos de roca se ha realizado apreciando los taludes existentes siguiendo el estacado del trazo.

Se debe mencionar que los sub-tramos de roca que se describen, no necesariamente coincide con el perfil estratigráfico del estudio de suelos, dado que la auscultación de los suelos se ha realizado hasta una profundidad de 1.20 m, siendo muy probable que a mayor profundidad se encuentre el manto rocoso.

Los sub-tramos de roca del trazo actual se presentan en:

Tramo	Longitud (m)
8+000 - 8+200	200
8+920 - 9+380	460
10+500 - 10+680	180
10+750 - 11+240	490
11+860 - 12+400	540
13+580 - 13+840	260
37+000 - 41+831.45	4,831.45

En el estudio de Geología y Geotécnia se aprecian las fotografías y resultados de los ensayos de laboratorio de los suelos de la subrasante.

## 5. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO ACTUAL (AFIRMADO)

### 5.1 Densidades de campo

Como complemento del estudio de suelos se ha evaluado la condición de consistencia y humedad en que se encuentra realmente la estructura de la actual plataforma a nivel de subrasante, realizando densidades "in situ", mediante el método tradicional del cono de arena - ASTM D-1556.

Se han realizado quince (15) ensayos cuya ubicación y características son las siguientes:

Ubicación	Explicación	Carril	Estado superficial	Clasific. SUCS	% humedad	Densidad seca	Proctor mod. Densidad máx.
8+780	Relleno	L. Izquierdo	Regular malo	Roca	10.62	1.34	1.91
10+000	Relleno	L. Izquierdo	Regular	CL	11.26	1.37	1.91
11+720	Relleno	L. Derecho	Regular malo	CL ML	12.53	1.62	1.91
13+540	Relleno	L. Derecho	Regular malo	ML	12.79	1.70	1.91
16+000	Relleno	L. Izquierdo	Regular	CL-ML	11.66	1.53	1.91
19+600	Relleno	L. Derecho	Regular	CL ML	10.99	1.64	1.91
14+600	Relleno	L. Derecho	Regular	CL ML	11.48	1.46	1.91
22+500	Relleno	L. Izquierdo	Regular	CL ML	10.78	1.51	1.91
25+500	Relleno	L. Izquierdo	Regular	CL SC	11.63	1.59	1.91
26+500	Media ladera	L. Derecho	Regular	GC CL	10.80	1.82	1.91
27+500	Media ladera	L. Izquierdo	Regular	GC	11.52	1.83	1.91
30+500	Relleno	L. Derecho	Malo	GC SM	10.45	1.40	1.91
31+500	Media ladera	L. Izquierdo	Regular	GC	10.33	1.73	1.91
33+500	Media ladera	L. Derecho	Terreno natural	(PT)	10.62	1.46	1.91
34+600	Media ladera	L. Derecho	Malo	(CL)	10.02	---	1.91

Los resultados de densidad de campo indican que el actual afirmado se encuentra con una compactación inadecuada, dado que los valores obtenidos se encuentran por debajo de lo especificado.

Para la colocación de la nueva estructura del pavimento se recomienda que se escarifique, conforme y compacte dicho afirmado hasta alcanzar una compactación de por lo menos 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado, en espesores de 15 cm.

## **6. EVALUACION DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA**

### **6.1 Introducción**

El estudio de canteras se ha realizado seleccionando aquellas cuyos materiales cumplen las especificaciones mínimas, a partir del análisis y evaluación de las canteras, sobre la base de aquellas definidas en otros estudios, efectuando el reconocimiento de campo a lo largo del tramo incluso las áreas de influencia cercanas, quebradas, cauces secos y todos los lugares que acusaban la existencia de materiales sedimentarios en el subsuelo y zonas que geológicamente aparecían como fuentes de roca en descomposición o de materiales granulares aparentes para construcción de las capas del pavimento y obras de concreto.

Luego del reconocimiento y auscultación de las canteras se definieron los accesos y distancias, para seleccionar aquellas con fácil acceso, fácil explotación y mínima distancia de acarreo a la obra.

Los tipos de obras a ejecutar en el Proyecto se basan principalmente en mezclas asfálticas, mezclas de concreto con cemento Portland y capas granulares del pavimento, por lo que el análisis de laboratorio de los materiales auscultados se ha realizado dentro de ese contexto.

Las calicatas de prospección se realizaron a cielo abierto hasta una profundidad promedio de 1.50 m.

La evaluación de los volúmenes se realizó en el campo, mapeando la cobertura utilizable y su profundidad mediante excavaciones expeditivas de confirmación.

### **6.2 Interpretación de resultados**

En base a la evaluación de campo e interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio, se ha descrito las características físico - mecánicas

de los materiales granulares (agregados) de las canteras, recomendando su utilización o descartando de acuerdo a su calidad para cada una de las diferentes obras propuestas en el presente estudio.

### 6.3 Canteras localizadas

En los estudios de geología y geotécnica se ha evaluado las canteras existentes y nuevas, cuya descripción resumida de las seleccionadas se expone a continuación.

#### 6.3.1 Cantera: Unocolla (2000)

- Ubicación : A la altura del km 7+700 de la carretera Juliaca - Lampa, hacia el lado derecho, a 2000 m del Puente Unocolla, en el lecho del río Juliaca
- Potencia : Estimada en 200,000 m<sup>3</sup>
- Explotación: En época de estiaje, con cargador frontal y/o tractor
- Material : Bancos de arena y gravas finas, de buena calidad del lecho del río Juliaca

Usos	Rendimiento
Capas anticontaminante	74%
Mezcla Sub-base A y mezcla base B	94%
Mezclas asfálticas	60%

Recomendaciones:

- Eliminar 15 cm de las capas superiores de material orgánico antes de su explotación.
- Coordinar con el Batallón de Ing. Com. "Tte. Crl. La Rosa Nº 4" para su explotación.



### 6.3.2 Cantera : Unocolla (700)

- Ubicación : A la altura del km 7+700 de la carretera Juliaca - Lampa, hacia el lado izquierdo, a 700 m del Puente Unocolla, en el lecho del río Cabanillas.
- Potencia : Estimado en 30,000 m<sup>3</sup>
- Explotación: En época de estiaje, con cargador frontal y/o tractor.
- Material : Barros de fino-limo, buena calidad en el lecho del río en ambos lados.

Usos	Rendimiento
Mezcla asfáltica C	50%

Recomendaciones:

- Eliminar 10 a 20 cm de las capas superiores de material orgánico antes de su explotación.
- Limpiar las impurezas orgánicas.

### 6.3.3 Cantera: Pucará

- Ubicación : Km 27+940 de la carretera Juliaca - Lampa, en el lado derecho, a 100 m del cerro Pucará
- Potencia : Estimada en 200,000 m<sup>3</sup>
- Explotación: Con tractor oruga y cargador frontal.
- Material : Mezcla de arena gruesa sin fino ligante bien graduada.

Usos	Rendimiento
Mezcla sub-base	41%

Recomendaciones:

- Eliminar 0.30 m de material orgánico antes de su explotación.

#### 6.3.4. Cantera: Maravillas

Ubicación : Km 8+500  
Acceso : Lado derecho del eje de la vía a 6500 m cerro Maravillas.  
Potencia : Estimada en 300,000 m<sup>3</sup>  
Explotación: Se utilizará explosivos y tractor oruga.  
Material : Areniscas masivas fracturadas.

Usos	Rendimiento
Mezcla base B	90%
Mezcla asfáltica C	90%
Agregado de concreto	40%

Recomendaciones:

- Eliminar 0.30 cm de material orgánico antes de su explotación.
- Coordinar con el batallón de ingeniería para su explotación.

#### 6.3.5 Cantera: "Río Lampa"

Ubicación : Km 28+000  
Acceso : Lado izquierdo del eje a 100 m  
Potencia : Estimada en 20,000 m<sup>3</sup>  
Explotación: En época de estiaje, con cargador frontal y/o tractor  
Material : Piedra y arena del río Lampa

Usos	Rendimiento
Mezcla Sub-base A	100%
Relleno	100%
Agregado de concreto	60%

Recomendaciones:

- a. Puede extraerse agregados para concreto de las playas estacionales del río, principalmente de zonas cercanas de fácil acceso.
- b. El agua del río puede usarse como fuente de agua.

## 6.4 Fuentes de agua

Con el propósito de certificar la buena calidad de las aguas a utilizar en los diferentes trabajos recomendados en el estudio, se ha ubicado puntos de agua representativos para su muestreo y análisis.

Las muestras de agua obtenidas se han analizado en el laboratorio para determinar la existencia de sales solubles y sulfatos o sustancias nocivas que puedan atacar la estructura del pavimento o las obras de concreto, cuyos resultados son:

Parámetro	Unidad	M1	M2	M3
Cloruros	mg/lit Cl	348.91	26.88	15.09
pH		8.66	8.36	8.83
Sales solubles totales	mg/lit	856.00	138.00	94.00
Sulfatos	mg/litSO <sub>4</sub>	62.40	8.48	9.44

PROCEDENCIA:

M1 : km 8+000, Río Juliaca, Puno

M2 : km 26+500, Río Lampa, Puno

M3 : km 31+500, Laguna Colorada, Puno

Los puntos de agua utilizables son:

#### **a. Río Unocolla, km 8+000 (Puente Unocolla)**

El puente Unocolla emplazado en el río del mismo nombre, está ubicado en el km 8+000 de la carretera Juliaca - Lampa. De acuerdo a los resultados de los análisis físico químicos, las aguas de este río pueden usarse en la construcción, excepto para la preparación de concreto debido a la presencia de cloruros.

#### **b. Río Lampa, km 26+500**

Es un curso de agua permanente que discurre a lo largo de la carretera Juliaca - Lampa. La muestra de agua se obtuvo a la altura del km 26+500 del nuevo trazo. Las aguas de este río se pueden utilizar como fuente tanto en la pavimentación como en la preparación del concreto hidráulico de cemento Portland, porque cumple los requerimientos exigidos.

#### **c. Laguna Colorada, km 31+500**

La laguna Colorada está ubicada a la altura del km 31+500, muy cerca de la carretera. Los resultados del análisis de laboratorio indican que el agua puede ser utilizada en la construcción de la carretera, tanto en la pavimentación como en la preparación del concreto hidráulico de cemento Portland.

Las fuentes de agua fueron analizadas químicamente, y los resultados indican que cumplen con los requerimientos para emplearlas en obras de Concreto, según la Norma Técnica ITINTEC 339.088.

La ubicación de las fuentes de agua se esquematiza en la Lámina N° 2 del Apéndice 5.

## **7. DISEÑO DEL PAVIMENTO**

### **7.1 Introducción**

La carretera Juliaca (km 8+000) - Lampa - Qda. Metara, primer tramo entre el km 8+000 al 31+620, será dotada de un pavimento flexible a nivel de Mezclas Asfálticas para un período de diseño de 10 años; en el segundo tramo Lampa - Qda. Metara será dotada con una sub-base al haberse clasificado como un camino carrozable.

### **7.2 Métodos de diseño**

En el presente estudio, se hace mención de dos métodos disponibles para el diseño de la estructura del pavimento incluyendo el solicitado en los Términos de Referencia:

- Método ideado por el Comité de Diseño de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).
- Método del Instituto del Asfalto.

Estos métodos usan diversos parámetros para determinar el Número Estructural, el cual es traducido a capas granulares y superficies de rodadura de acuerdo a la calidad de las capas.

A continuación se hace una exposición de los métodos a utilizar en el presente estudio:

#### **Método del Instituto del Asfalto**

El método ideado por el Instituto del Asfalto, determina el espesor de la estructura del pavimento en función del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn. (EAL) y el módulo de resistencia de la subrasante (Mr).

El módulo de resistencia de la subrasante se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$Mr \text{ (psi)} = 1,500 \times \text{CBR}$$

Los espesores del Pavimento se determinan según el Abaco Fig. N° 2, del Instituto del Asfalto, que da espesores de Concreto Asfáltico y Base Granular en pulgadas.

### **Método AASHTO**

El método AASHTO, ideado por el Comité de Diseño de la American Association of State Highway and Transportation Officials, utiliza para la determinación de los espesores los siguientes valores:

- El volumen y peso del tránsito durante el período de diseño, obtenido en el presente estudio.
- La capacidad de soporte promedio de la subrasante, obtenido con la siguiente fórmula:  
$$S = 4.4 * \log \text{CBR} + 1.2$$
- Las características propias de la región (Factor regional).
- El índice de servicialidad (pt.).

Por otro lado, en el procedimiento de la AASHTO, haciendo uso de factores o coeficientes que están de acuerdo a la calidad del agregado, se puede recomendar un mínimo CBR para la capa de Base Granular de 80%, y Sub-Base Granular un mínimo CBR de 25%. Ver cuadro N° 1.

## COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DE ESPESOR (AASHTO)

Componente del Pavimento	CBR	Coeficiente
<b>CAPA SUPERIOR</b>		
- Carpeta concreto asfáltico tipo superior	Baja Estabilidad	0,17 / cm
- Mezcla asfáltica en frío en camino		0,08 / cm
- Tratamiento superficial bituminosa tipo de doble/triple		0,25 - 0,40*
- Sello asfáltico (con agregado)		0,08*
<b>BASES</b>		
- Bases tipo concreto asfáltico		0,17 / cm
- Bases granulares: grava arenosa	CBR = 40%	0,04 / cm
	CBR = 60%	0,05 / cm
	CBR = 80%	0,06 / cm
Agregado pétreo trituración	CBR > 100%	0,07 / cm
- Bases granular tratado con asfalto		0,135 / cm
- Bases granular tratada con cemento		0,12 / cm
- Bases granular tratada con cal		0,006 - 0,12 / cm
<b>SUB BASES</b>		
- Arena: arcilla arenosa	CBR = 10%	0,03 / cm
	CBR = 25%	0,04 / cm
- Grava arenosa	CBR = 40%	0,045 / cm
	CBR = 60%	0,05 / cm

\* Globales, no se considera el espesor.

### 7.3 Análisis del tránsito con fines de diseño del pavimento

Para establecer un tránsito actualizado del tramo en estudio, se ha efectuado conteos de tránsito en dos estaciones:

Estación : Puente Unocolla – Juliaca  
Ubicación : Puente Unocolla (Km 8+000)

Estación : Pichincha – Lampa  
Ubicación : (Km 29+700) Poblado de Pichincha

En dichas estaciones se ha determinado el volumen, clasificación vehicular y el control de carga (pesos por eje), datos que se encuentran descritos con mayor amplitud en el informe de tránsito.

El volumen del tránsito expresado como Índice Medio Diario (I.M.D.) es el siguiente:

**Estación: km 8+000 - (Puente Unocolla)**

- Tránsito 1998

Vehículos	IMD	%
Autos	22	8.09
Combis	65	23.90
Camioneta	87	31.98
Omnibuses	62	22.79
C-2 Ejes	14	5.15
C-3 Ejes	18	6.62
2S2	3	1.10
3S2	1	0.37
<b>TOTALES</b>	<b>272</b>	<b>100.00</b>

Del que se tiene:

Ligeros : 63.97%  
Pesados : 36.03%



## Estación: km 29+700 - (Poblado De Pichincha)

- Tránsito 1998

Vehículos	IMD	%
Autos	6	2.70
Combis	30	13.51
Camioneta	95	42.79
Omñibuses	66	29.73
C-2 Ejes	13	5.86
C-3 Ejes	12	5.41
<b>TOTALES</b>	<b>222</b>	<b>100.00</b>

Del que se tiene:

Ligeros	:	59.00%
Pesados	:	41.00%

Como los IMD de los conteos vehiculares obtenidos no representan el volumen de tránsito con la carretera rehabilitada y mejorada, se proyectó el tránsito para un período de 10 años hallando un IMD de 1,281 vehículos por día como mínimo de acuerdo a las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras; la distribución por tipo de vehículo se realiza de acuerdo a los porcentajes obtenidos en la Estación Km 8+000 (Puente Unocolla).

La distribución del tránsito pasante con fines de diseño del pavimento es la siguiente:

<b>Vehículos</b>	<b>IMD</b>	<b>%</b>
Autos	116	9.05
Combis	337	26.31
Camioneta	453	35.36
Omnibuses	237	18.50
C-2 Ejes	54	4.22
C-3 Ejes	68	5.31
2S2	12	0.94
3S2	4	0.31
<b>TOTALES</b>	<b>1,281</b>	<b>100.00</b>

Del que se tiene:

Ligeros	:	70.72%
Pesados	:	29.28%

Para el IMD se optó por un valor de mínimo 1281 vehículos/día cuando la carretera Juliaca - Lampa - Cara Cara se encuentre asfaltada por lo que será considerara una carretera de 2da. clase.

Para determinar las repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn se ha utilizado los factores destructivos por tipo de vehículo elaborados en el actual estudio, para las condiciones sin control de carga:

<b>Factor de Carga Equivalente</b>	
<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Factor de carga</b>
Camión 2 Ejes	0.7
Camión 3 Ejes	8.4
Semitrayler	24.0
Trayler	24.0

#### 7.4 Cálculo del EAL (Repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn.)

Para el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 Tn. (EAL), se está considerando los siguientes factores:

- La distribución de vehículos y el factor camión en zona de sierra.
- Tasa de crecimiento anual de tránsito 6%
- Período de diseño de 10 años, pasado el cual se deberá efectuar los correspondientes trabajos de Rehabilitación y/o Mejoramiento.

Durante los años de vida (diseño), se deberá realizar el mantenimiento rutinario y/o el mantenimiento periódico de la carretera.

$$\text{IMD} = 1,281$$

$$\text{EAL} = 1054500 \text{ repeticiones}$$

$$\text{EAL} = 1.05 \times 10^6 \text{ repeticiones}$$

#### 7.5 Análisis estadístico de valores de CBR con fines de diseño del pavimento

A continuación se describen los resultados de los análisis estadísticos de valores relativos de soporte (CBR) de la subrasante de los subtramos homogéneos:

$$\text{Mr (p.s.i)} = 1,500 \times \text{CBR}$$

$$\text{Mr (p.s.i)} = 1,500 \times 30 = 4.5 \times 10^4$$

$$\text{Mr (p.s.i)} = 1,500 \times 5 = 7.5 \times 10^3$$

#### Grava bien graduada (GP)

Km 8+013 – 29+100

Km 29+600 - 31+620

$$\text{CBR} = 30\%$$

## Arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH)

Km 29.100 – 29.600

CBR = 5%

### 7.6 Distribución de valores adoptados de capacidad de soporte de la subrasante por subtramos con fines de diseño del pavimento del tramo Juliaca (km 8+000) - Lampa

SUBTRAMO		CBR %
Km	8+000 29+100	30
-		
Km	29+100 29+600	5
-		
Km	29+600 31+620	30
-		

### 7.7 Datos de diseño del pavimento

- Período de diseño de 10 años
- Tasa de crecimiento anual de tránsito de 6%
- Factores de carga equivalente para zona de sierra
- Índice medio diario (IMD) de 1,281 vehículos
- Repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas de  $1.05 \times 10^6$
- Factor regional de 1.80
- Índice de servicialidad final de 2
- Valores relativos de soporte (CBR) para cada subtramo

## 7.8 Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento

### 7.8.1 Método del Instituto del Asfalto

La información de tránsito proyectada para el año 10 deducido en los cuadros N° 2 y 3, es la siguiente:

<b>Análisis de Tránsito</b>			
<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Volumen Promedio Diario</b>	<b>N° de Ejes Simples</b>	<b>Total de N° de Ejes Simples</b>
Autos	116	2	232
Combis	337	2	674
Camioneta	453	2	906
B	237	2	474
C-2	54	2	108
C-3	68	3	204
2S2	12	4	48
3S2	4	5	20
<b>TOTAL</b>	<b>1,281</b>		<b>2,666</b>

IMD = 1,281 Vehículos/día  
Período = 10 años

## A. Evaluación del tránsito de vehículos

El procedimiento consiste en calcular el número de tránsito de diseño (N.T.D) el cual se obtiene a partir del volumen de tránsito mezclado transformado a cargas equivalentes de 8.2 Tn (18,000 lb) por eje sencillo, según factores proporcionados por el propio método.

El volumen de tránsito diario promedio anual inicial (TDpA)<sub>i</sub> es igual a 272 vehículos según el aforo descrito en el estudio de tránsito.

El número de camiones pesados en el carril de diseño se calcula mediante la fórmula:

$$N = \text{TDI} \times \frac{A}{100} \times \frac{B}{100}, \quad \text{donde:}$$

A = Porcentaje de camiones pesados en dos direcciones

B = Porcentaje de camiones pesados en el carril de diseño.

Los vehículos pesados suman 375 vehículos, por lo tanto:

$$A = 29.27\%$$

El cuadro N° 4 permite calcular el factor B; si se considera que el problema se refiere a una carretera de dos carriles, el valor es:

$$B = 50\%$$

Introduciendo los factores a la fórmula se obtiene:

$$N = 272 \times \frac{29.27}{100} \times \frac{50}{100} = 39.81 = 40$$

Con este valor se ingresa al nomograma de la Fig. N° 1 para obtener N.T.I. = 30 (corresponde a tránsito medio), con el peso medio de los camiones pesados de 20.10 Tn, para carga límite de eje simple de 8.5 Tn (18,700 libras).

Período de diseño = 10 años

Tasa de crecimiento anual del tránsito 6%

Factor de ajuste del tránsito inicial = 0.66 (según el cuadro N° 5)

$$N.T.D. = N.T.I. \times 0.66 = 30 \times 0.66 = 20$$

N.T.D. = 20 (número de tránsito de diseño)

## B. Análisis estructural del pavimento

Para el diseño del espesor total se considera:

-  $E.A.L = 1.05 \times 10^6$ ,  $M_r$  (p.s.i) =  $4.5 \times 10^4$

CBR = 30 (Fig. N° 2)

Espesor Total = 7 pulg. (en concreto asfáltico)

Se empleará una base hidráulica constituida por material triturado de alta calidad.

Con la Fig. N° 2 se obtiene el espesor mínimo de carpeta asfáltica requerido por una base hidráulica de alta calidad, el cual caso arrojó el resultado siguiente:

$7 - 3 = 4$  cm (En concreto asfáltico)

El factor de equivalencia correspondiente a base granular de alta calidad se obtiene mediante el uso del cuadro N° 6 y es de 2.0.

$4 \times 2 = 8$  cm.

Espesor real de la base es de 20 cm.

Según el cuadro N° 7 el espesor mínimo para carpetas para un tránsito medio es 7 cm (3").

* Carpeta de concreto asfáltico	7.5 cm (3")
* Base	<u>20.0 cm</u>
<b>Total</b>	<b>27.5 cm</b>



Nomograma del Instituto Norteamericano del asfalto para determinar el espesor de pavimentos flexibles con base en el valor de estabilidad de Hveem

$$E.A.L = 1.05 \times 10^6, Mr (p.s.i) = 7.5 \times 10^3$$

$$R = 5 \text{ (Fig. N}^\circ \text{ 2)}$$

$$\text{Espesor total} = 9''$$

$$9'' - 3'' = 6'' \quad \longrightarrow \quad 6'' \times 2 = 12''$$

Carpeta de concreto asfáltico	7.5 cm, mínimo (3")	3"
Base	37 cm	<u>12"</u>
<b>Total</b>	<b>44.5 cm</b>	<b>15"</b>

### C. Resultados de los espesores de la estructura del pavimento

#### a. Subtramo

Km 8.013,533 – 29.100	Carpeta de concreto
asfáltico	7.5 cm, mínimo (3")
Base	<u>20.0</u> cm
<b>Total</b>	<b>27.5</b> cm

Km 29.600 – 31.620

CBR = 30%

## b. Subtramo

Km 29.100– 29.600		Carpeta de concreto
asfáltico	7.5cm, mínimo (3")	
	Base	15.0 cm
	Sub-Base	<u>20.0</u> cm
CBR = 5%	<b>Total</b>	<b>44.5 cm</b>

### 7.8.2 Método AASHTO

En base a los valores obtenidos para cada una de las variables y haciendo uso de la metodología ideada por la AASHTO, se ha determinado los espesores de las estructuras del pavimento.

El período de diseño será de 10 años; sin embargo se estudiará y analizará un diseño para 20 años.

El índice de servicialidad inicial será de 4.3 y el final será igual a 2, cuyas calificaciones son:

INDICE DE SERVICIALIDAD	CALIFICACION
0 a 1	Muy mala
1 a 2	Mala
2 a 3	Regular
3 a 4	Buena
4 a 5	Muy Buena

Para determinar el índice de servicialidad se desarrolló la siguiente fórmula.

$$p = 5.03 - 1.91 \log(1 + Sv) - 0.01 \square C+P - \frac{1.38 RD^2}{(2.54)^2}$$

donde  $p$  es el Índice de servicialidad.

$S_v$  = Promedio de la variación de las mediciones de la inclinación de ambas huellas del pavimento con respecto a la rasante inicial.

$C$  = Es el área en  $m^2$  de pavimento con grietas visibles por cada 1000  $m^2$  de superficie de pavimento.

$p$  = Es la superficie de parches en  $m^2$  por cada 1000  $m^2$  de pavimento.

$RD$  = Es el promedio de la depresión en ambas huellas, medidas colocando una regla de 1.20 m de largo, se calcula tomando medida cada 7.5 m en el sentido longitudinal en cm.

$p_{\text{inicial}} = 4.3$

$p_{\text{final}} = 2.0$

- Coeficiente de equivalencia de carga  $FL$  para ejes simples, según figura N° 3.

## TRAFICO PARA 20 AÑOS

(en miles)

Ejes Simples	N (20 años)	Coeficiente de Equivalencia FL	Tráfico Equivalente (18,000 lbs) M <sub>18</sub>
1 Tn	256	0.001	0.256
1 – 3 Tn	748	0.002	1.496
2 – 5 Tn	1,006	0.05	50.3
4 – 8 Tn	406	0.95	385.70
2 – 6 Tn	93	0.27	25.11
3 – 7 Tn	116	0.27	31.32
4 – 9 Tn	21	2.65	55.65
4 – 13 Tn	6	6.00	36.00
<b>Total</b>			<b>585.83 x 10<sup>3</sup></b>

**El factor regional deducido de:**

### Valores de V (\*) influencia del clima en el suelo

Suelo helado	0.2 < V <sub>1</sub> <
1.0	
Suelo seco	0.3 < V <sub>2</sub> <
1.5	
Suelo muy húmedo	1.5 < V <sub>3</sub> <
3.0	
Deshielo y saturación total	4 < V <sub>4</sub> < 5

Coeficiente de Equivalencia de carga  $F_L$  (Para Índice de Viabilidad = 2.0)

Meses helados	$V1 = 0.5$	$3 \times 0.5 =$	1.50
Meses secos	$V2 = 0.9$	$2 \times 0.9 =$	1.80
Meses húmedos	$V3 = 2.0$	$3 \times 2 =$	6.00
Meses muy húmedos (suelos saturados)	$V4 = 3.0$	$4 \times 3 =$	
		<u>12.00</u>	
		12	21.30

$$\text{Factor Regional } R = \frac{21.30}{12} = 1.80$$

**Tráfico ponderado  $N'_{18} = N_{18} \times R$**

$$N'_{18} = 585.83 \times 10^3 \times 1.80$$

$$N'_{18} = 1054.50 \times 10^3$$

$$N'_{18} = 1.054 \times 10^6$$

**Valor Soporte del Suelo "S":**

$$S = 4.4 \log_{10} \text{CBR} + 1.2 = 4.4 \log_{10} 30 + 1.2$$

Según la figura N° 4, el número estructural en cm, para los valores de soporte del suelo son:

S	Número Estruct. (N.E.) cm	CBR (%)
7.70	3.25	30
4.30	5.25	5

Abaco para el cálculo del número estructural según tráfico equivalente ( $p = 2.0$ )

---

**Valor soporte del suelo "S" (1-10)**

$S = 4.4 \log_{10} \text{CBR} + 1.2$  (para valor del CBR entre 1.6 y 100%)

$S = 6.18 - 0.18 \text{IG}$  (para valores de IG entre 1 y 19)

IG = Índice de grupo.

$\text{N.E.} = a_1 d_1 + a_2 d_2 + a_3 d_3 + \dots \text{ cm}$

$d_1, d_2, d_3, \dots$  corresponden al espesor en cm de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento.

$a_1, a_2, a_3, \dots$  factores estructurales o de ponderación.

---

**a. Factor Estructural y Tipos de Capas**

**Tipo de Capa**

**Factor Estructural "a"**

Capa de Rodado

Concreto Asfáltico

0.44

Arena asfalto (en caliente)

0.40

Mezcla en sitio (baja estabilidad)

0.20

### Base

Chancado	0.14
Grava - arena	0.12
Agregado grueso ligado con Bitumen	0.30
Arena – asfalto	0.25
Base tratada con cemento	0.15 – 0.23

### Sub Base

Grava - arenosa	0.11
Arena o arena - arcilla	0.07

- N.E. = 3.25 =  $a_1 d_1 + a_2 d_2 + a_3 d_3$   
 $a_1; a_2; a_3 = 0.44; 0.14; 0.11$        $d_1 = 3"; d_2 = 6"; d_3 = 8"$
- N.E. = 2.08  
 $a_1; a_2 = 0.44; 0.14$   
mínimo     $d_1 = 7.5 \text{ m} = 3"; d_2 = 15 \text{ cm} = 6"$

---

### TIPO DE CAPA ESTRUCTURAL

### FACTOR

“a”

---

### Capa de Rodado

Concreto asfáltico	0.44
Arena asfalto (en caliente)	0.40
Mezcla en sitio (baja estabilidad)	0.20

### Base

Chancado	0.14
Grava – Arena	0.12
Agregado grueso ligado con Bitumen	0.30
Arena – Asfalto	0.25
Base tratada con cemento	0.15 – 0.23

### Sub-Base

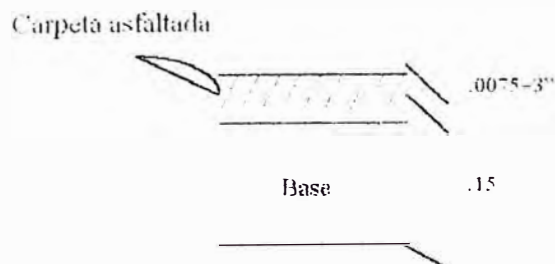
Grava arenosa	0.11
Arena ó arena – arcilla	0.07

## 7.9 Espesores de pavimentos recomendados

De los dos métodos se ha escogido, el método AASHTO para el diseño del pavimento definitivo.

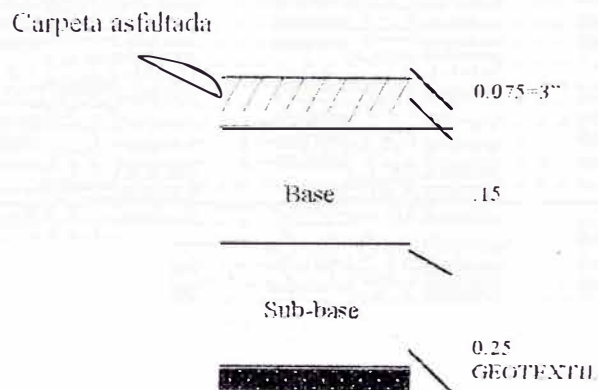
Los espesores de pavimentos recomendados son los siguientes:

- a. Km 8.013.53 - 29.100 N.E. = 2.08  
Km 29.600 - 31.644,15





b. Km 29.100 - 29.600 N.E. = 3.25



pavimento Lampa - Qda. Metara (km 41+831)

### 7.10.1 Método instituto de asfalto americano

Distribución de valores adoptados de capacidad de soporte de la subrasante por subtramo con fines de diseño del pavimento del tramo Lampa - Qda. Metara.

SUB-TRAMO	CB R%
Km 34+000 – 37+000	10
Km 37+000 – 41+831	30

#### a. Análisis estructural del pavimento

Para el diseño del espesor total se considera:

$$Mr \text{ (p.s.i)} = 1,500 \times \text{CBR}$$

$$Mr \text{ (p.s.i)} = 1,500 \times 10 = 1.5 \times 10^4$$

$$Mr \text{ (p.s.i)} = 1,500 \times 30 = 4.5 \times 10^4$$

- Para este tramo se considera un IMD promedio de 5% del IMD del tramo Juliaca – Lampa, como medida de seguridad ya que el tráfico actual es menos de 1 vehículo ligero por día.

$$\text{IMD} = 1281 \times 0.05 = 64.05$$

$$\text{EAL} = 64.05 \times 365 \times 2 = 4.7 \times 10^4$$

- Para el tramo Lampa – km 37+000

$$\text{CBR} = 10\%$$

$$\text{Mr (p.s.i)} = 1.5 \times 10^4$$

$$\text{EAL} = 4.7 \times 10^4$$

Espesor total de pavimento: 6" (en concreto asfáltico). ( Figura N° 2).

$$\text{Equivalencia : 1" (C.A.)} = 2.7 \text{ (5.B)}$$

$$\text{Sub-base} = 6" \times 2.7 = 16"$$

$$\text{Sub-base} = 16 \times 2.54 = 41.15 = 40 \text{ cm}$$

- Para el tramo km 37+000 – Qda. Metara

$$\text{CBR} = 30\%$$

$$\text{Mr (p.s.i)} = 4.5 \times 10^4$$

$$\text{EAL} = 4.7 \times 10^4$$

Espesor total del pavimento = 4" (Figura N° 2)

$$\text{Sub-base} = 4" \times 2.7 = 10.8"$$

$$\text{Sub-base} = 10.8 \times 2.54 = 27 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

### 7.10.2 Método AASHTO

Se considera el 5% del tráfico equivalente:

$$585.83 \times 10^3 \times 0.05 = 29.29 \times 10^3$$

Aplicaciones diarios ejes de 18000 lb.

$$29.29 \times 10^3 / 20 \times 365 = 4$$

Valor soporte de suelo "S"

$$S_c = 4.4 \log_{10} \text{CBR} + 1.2$$

S	NÚMERO ESTRUCTURAL N.E. (cm)	CBR %
5.6	1.65	10
7.7	1.16	30

\* Cálculo de sub-base (Lampa – km 37+000)

$$\text{N.E.} = 1.65$$

$$1.65 = 0.11d_3$$

$$d_3 = \frac{1.65}{0.11} = 15 \times 2.54 = 38.1 = 40 \text{ cm}$$

$$0.11$$

**\* Cálculo de sub-base km 37+000 - Qda. Metara**

$$N_{IE} = 1.16$$

$$1.16 = 0.11d^3 \Rightarrow d^3 = \frac{1.16}{0.11} = 10.55 \times 2.54 = 26.78 = 30 \text{ cm}$$

$$0.11$$

### **7.11 Diseño del Pavimento Ciudad de Lampa**

El pavimento de la ciudad de Lampa se inicia en el km 31+644.15 hasta el km 34+000, que se divide en dos sub-tramos:

- Del 31+644.15 hasta 33+402.60, de 1,758.45 m de longitud, donde existe un pavimento rígido de 0.20 m de espesor medio.
- Del 33+402.60 al 34+000, de 597.4 m de longitud, donde existe terreno natural sin ningún tipo de relleno.

El primer subtramo requiere un mejoramiento que se logrará con un geotextil y una capa asfáltica mínima de 2". El geotextil trabajará estructuralmente para evitar el transporte de las fisuras del pavimento rígido hacia la capa asfáltica. Este tratamiento mejorará las condiciones de tránsito en la ciudad y dará continuidad a la vía desde Juliaca.

El segundo tramo requiere de una sub-base de 40 cm, semejante al del tramo siguiente hasta el km 37+000.

## **8. BERMAS Y SOBREANCHOS**

Las bermas y sobreanchos están constituidos superficialmente por un tratamiento asfáltico Bicapa; en cada sección transversal se ha colocado las bermas y sobreanchos correspondientes.

El resumen de las estructuras del pavimento recomendadas se pueden apreciar en los acápites 7.9 de pavimentos recomendados para el tramo Juliaca km 8+000 a Lampa y 7.10.2 de cálculo de sub-base para el tramo Lampa - Qda. Metara; asimismo en el acápite 7.11 para el pavimento en la ciudad de Lampa.

Ver gráfico de secciones típicas y perfil del pavimento proyectado.

## **9. USO DE TELAS DE FIBRA SINTÉTICA (GEOTEXTILES)**

Actualmente existen diversas alternativas para solucionar problemas que se dan en cada una de las carreteras (estructurales, drenaje, malos suelos y desfavorables, cambios bruscos de temperatura debido a la gradiente térmica, tránsito variable, etc.), que afectan directa o indirectamente al sistema subrasante – pavimento.

Dentro de las soluciones investigadas y experimentadas, se encuentran los geotextiles. En Sudamérica, países como Argentina, Brasil y Chile utilizan los geotextiles desde hace muchos años atrás en obras de rehabilitación y carreteras nuevas.

En el Perú se viene difundiendo actualmente con cierta intensidad, al punto de haber experimentado en algunos tramos carreteros a nivel de asfaltado (caso de la Carretera Central, zona de Ticlio), cuyos resultados de esta experiencia han sido expuestos en Congresos.

En tramos con suelos inadecuados, se está recomendando la utilización de una tela sintética (geotextil), en subtramos definidos básicamente para el tratamiento de los siguientes problemas:

- Drenaje (ascenso capilar, filtraciones, etc.).
- Contaminación de las capas granulares con suelos finos desfavorables.

La función en este caso de los geotextiles es la de proteger la estructura del pavimento, controlando mejor las capas granulares y actuando como filtro, dándole una mejor resistencia.

PLANO

PLANO

La colocación de los geotextiles se hará en cada uno de los subtramos críticos indicados en el cuadro N° 9, teniendo en cuenta las Especificaciones Técnicas Especiales de Geotextiles.

**SUB-TRAMOS DONDE SE EMPLEARÁ MEMBRANAS  
DE FIBRA SINTÉTICA**

SUELOS INADECUADOS			FILTRACIONES		
Del km	Al km	Longitud (m)	Del km	Al km	Longitud (m)
29+100	29+600	500	30+200	30+800	600
<b>TOTAL</b>					<b>1100</b>

Se colocará una membrana de fibra sintética para evitar los posibles problemas de drenaje y contaminación de las capas granulares del pavimento con suelos finos desfavorables.

Para el caso especial del tramo Ciudad de Lampa, primer subtramo entre la progresiva 31+644.15 y 33+402.60, se colocará geotextil sobre el pavimento rígido con función estructural.

En total, la longitud de geotextil a utilizarse en el Proyecto es:

- Suelos inadecuados	500.00 m
- Filtraciones	600.00 m
- Sobre pavimento rígido	<u>1,758.45 m</u>
<b>Total</b>	<b>2,858.45 m</b>



## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1 Conclusiones

- Las características principales del terreno de fundación son variables, dada la existencia de suelos finos, suelos granulares y subtramos de roca, predominando las rocas, las arenas arcillosas, las arcillas de baja compresibilidad y las arcillas inorgánicas de alta plasticidad (CH).
- La napa freática se encontró en la zona del estudio, donde se presentaban lagunas adyacentes a la carretera.
- La carretera actual, se encuentra entre regulares y malas condiciones, presentando deformaciones y disgregaciones, principalmente ahuellamientos y baches, sobre todo en las zonas críticas y de corte cerrado.
- La capa de afirmado existente, tiene un espesor promedio de 0.30 m en el tramo del km 8+000 a Lampa; 0.20 m en promedio entre Lampa y el km 37; del km 37 a la Qda. Metara una delgada capa de afirmado está sobre terreno natural que se apoya sobre roca.
- Las capas que forman la subrasante son variables, predominando la arcilla limosa de baja compresibilidad (CL-ML) en un 39.74%.
- Los suelos que forman la capa del afirmado existente son variables, predominando la grava arenosa con escasos finos.
- Los resultados de densidad de campo indican que el terreno natural bajo el afirmado actual se encuentra con una compactación inadecuada.
- Para la colocación de la nueva estructura del pavimento se recomienda que se escarifique, conforme y compacte el afirmado existente hasta

alcanzar una compactación de por lo menos del 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado.

- La existencia de subtramos llamados críticos y que requieren un tratamiento especial, se debe a lo siguiente:

\* Presencia de suelos desfavorables que pueden ocasionar problemas de asentamientos y/o contaminaciones de las capas granulares del pavimento a colocar.

\* Problemas de drenaje, se dan en varios subtramos de la carretera, notándose falta de cunetas, filtraciones principalmente en los taludes que perjudican la estructura del actual pavimento.

- Las canteras que por su calidad, potencia, usos e importancia de su ubicación dentro del proyecto, son las siguientes:

\* Cantera "Unocolla" 700 y Unocolla 2000

\* Cantera Maravillas, km 6+500 carretera Juliaca - Pucará - Cuzco

\* Cantera "Río Lampa", km 28+000

\* Cantera Pucará, km 27+940 carretera Juliaca - Lampa

- Los ensayos de Riedel Weber adicionando aditivo mejorador de adherencia se han realizado sólo en muestras de canteras cuyo resultado al natural dan un grado de 3; en las canteras con grados inferiores sólo se está recomendando el uso de los agregados gruesos para mezclas asfálticas en caliente.

Los resultados de los ensayos de laboratorio en donde se establece la mejora de la adherencia del asfalto - arena usando aditivo AR-RED-RADICOTE y los ensayos de límite líquido e índice de plasticidad del material que pasa la malla N° 200, se adjuntan en el estudio de geología y geotécnica.

Como conclusión de lo mencionado anteriormente y del estudio de canteras se ha establecido lo siguiente:

- Las canteras que aportarán agregados en la fabricación de mezclas asfálticas en caliente de superficie son las siguientes:
  - \* Unocolla 2000
  - \* Maravillas
  - \* Río Lampa
  
- La cantera que aportará sólo agregados finos para la fabricación de concreto asfáltico es:
  - \* Unocolla 700
  
- Las canteras que aportarán materiales para base mezclada son:
  - \* Unocolla 2000
  - \* Maravilla
  
- Las canteras que aportarán materiales para sub-base mezclada son:
  - \* Unocolla 2000
  - \* Pucará
  - \* Río Lampa
  
- Las canteras que aportarán materiales para rellenos serán:
  - \* Unocolla 2000
  - \* Río Lampa
  
- Las fuentes de agua descritas en el Apéndice 5 de Geología y Geotécnica fueron analizadas químicamente, los resultados indican que cumplen con los requerimientos para su empleo en las obras.
  
- En el estudio definitivo se ha concluido que los espesores de pavimento son los obtenidos mediante el método AASHTO.
  
- Las bermas estarán constituidas superficialmente por un tratamiento asfáltico Bicapa.

- Se está recomendando la utilización de una tela sintética (geotextil), en subtramos definidos básicamente para el tratamiento de los siguientes problemas:
  - \* Drenaje (ascenso capilar, filtraciones, etc.)
  - \* Contaminación de las capas granulares con suelos finos desfavorables.

La función en este caso de los geotextiles sería la de proteger la estructura del pavimento, controlando mejor las capas granulares y actuando como filtro, dándole una mejor resistencia, ver cuadro N° 9.

## 10.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el acopio de los materiales se efectúe con la debida anticipación, preferentemente en épocas de estiaje.
- En todas las canteras localizadas, deberá eliminarse el material orgánico superficial (vegetación y materiales inadecuados), en un espesor de acuerdo a cada caso.
- En el caso de mezclas de concreto con cemento, se recomienda fabricar probetas o testigos con diferentes relaciones de agua - cemento, a fin de elegir la dosificación adecuada.
- Para incrementar el rendimiento de las canteras y el agregado resultante cuente con las características idóneas, deberá triturarse el agregado grueso, previamente zarandeado, separado de la arena, para cada uno de los usos y tratamientos recomendados.
- Las canteras con contenidos de finos superiores a lo especificado, deberán ser tratados mediante Lavado, con la finalidad de reducir la cantidad de finos pasante la malla N°200 y elevar el valor del equivalente de arena según sea el caso.

- En las canteras recomendadas para el uso en mezclas asfálticas en caliente, se deberá tener en cuenta el tratamiento mediante secado, cuando el agregado sea lavado y cuando provenga de canteras de lecho del río.
- Las mezclas destinadas a carpetas asfálticas en caliente, concreto con cemento Portland y capas granulares, se realizarán de acuerdo a las granulometrías solicitadas en las especificaciones técnicas y al resultado de la trituración del agregado grueso.
- La cantidad de polvo del material en la planta de asfalto será controlada por medio de un recuperador de polvo de los agregados en los casos que sean necesarios.
- A fin de obtener la apropiada estabilidad y durabilidad de la mezcla para el pavimento, la grava y la arena serán producidos de partículas trituradas, recomendándose que las partículas gruesas sean obtenidas de la trituración del material > 1" a 2" y el agregado fino de la trituración entre 1/4" a 3/8".
- En el control de producción de mezcla asfáltica en caliente se deberá tener presente la siguiente recomendación:
  - \* La razón de establecer la diferencia que existe entre el contenido de asfalto suministrado y el contenido de asfalto determinado por extracción es la de ver en que medida influye la cantidad de material fino que se elimina por efecto del centrifugado y que vendría a formar parte de un aparente contenido de cemento asfáltico superior al suministrado. Tal diferencia deberá tomarse en cuenta en los controles de producción de la mezcla asfáltica en caliente.
- La utilización de las canteras se realizará de acuerdo a las recomendaciones, usos y tratamientos especificados en la Memoria del Estudio Definitivo y además se tendrá en cuenta lo siguiente:

## CUADRO

### COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DE ESPESOR (AASHTO)

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	CBR	COEFICIENTE
<b>CAPA SUPERIOR</b> - Carpeta concreto asfáltico tipo superior - Mezcla asfáltica en frío en camino - Tratamiento superficial bituminosa tipo de doble/triple - Sello asfáltico (con agregado)	Baja Estabilidad	0,17 / cm 0,08 / cm 0,25 - 0,40* 0,08*
<b>BASES</b> - Bases tipo concreto asfáltico - Bases granuales : grava arenosa  <p style="text-align: center;">Agregado petreo trituración</p> - Bases granular tratado con asfalto - Bases granular tratada con cemento - Bases granular tratada con cal	CBR = 40% CBR = 60% CBR = 80% CBR > 100%	0,17 / cm 0,04 / cm 0,05 / cm 0,06 / cm 0,07 / cm 0,135 / cm 0,12 / cm 0,006 - 0,12 / cm
<b>SUB BASES</b> - Arena : arcilla arenosa  - Grava arenosa	CBR = 10% CBR = 25% CBR = 40% CBR = 60%	0,03 / cm 0,04 / cm 0,045 / cm 0,05 / cm

\* Globales, no se considera el espesor.

- \* Verificación del diseño de mezcla asfáltica en caliente (Método Marshall) con la prueba de estabilidad retenida (24 horas en agua a 60° C).
- \* Verificación de la necesidad de la utilización del filler, para mejorar entre otras características, la prueba de Estabilidad Retenida.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Estudio de rehabilitación de carreteras en el Perú, Volumen C – Conreval MTC 1983 – Perú.
- Tránsito 1985 – Dirección General de Caminos MTC - PERU.
- Especificaciones Técnicas para Construcción de Carreteras MTC – Perú.
- Diagramas viales de los Departamentos de Puno y Cuzco MTC – DGC – UP – 1987 – Perú.
- Fundamentos del Análisis de Pavimentos en Caminos de Bajo Volumen de Tránsito J.L. Irigoyen y J.R. Melgar 1983 – Perú.
- Manual del Ingeniero Civil – Federick S. Merrit, Tercera Edición, Tomo III.
- La Ingeniería de Suelos en las Vías de Transporte - Rico y del Castillo - México.
- Mecánica de Suelos – Lambe – Whiterman – USA.
- Modos Operativos de Ensayos de Materiales D.E.E – MTC -- 1983 – Perú.
- Normas ASTM Parte C y D – USA.
- Apolice of Geometric Desing – AASHTO – 1995 USA.
- Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras – MTC PERU 1992
- Diseño y Construcción de Pavimentos, German Vivar Romero – Colección del Ing. Civil.
- Diseño Geométrico de Vías, James Cárdenas Grisales.
- Geosintéticos – 2do Simposio Brasileño sobre Aplicaciones de Geosintéticos – Sao Paulo – Junio de 1995.
- Mecánica de Suelos en la Ingeniería Vial; Dusan Dujisim Q., Jorge Rutllant F., Santiago, Chile 1974.

# HIDROLOGIA Y DRENAJE

## CONTENIDO

### 1. INTRODUCCION

### 2. ESTUDIOS HIDROLOGICOS

#### 2.1 Objetivos

#### 2.2 Ubicación y Características de la Zona de Estudio

#### 2.3 Recopilación de Información Básica

##### 2.3.1 Cartografía

##### 2.3.2 Información hidrométrica

##### 2.3.3 Información pluviométrica

#### 2.4 Hidrografía y Fisiografía

##### 2.4.1 Hidrografía

##### 2.4.2 Características fisiográficas

##### 2.4.3 Parámetros hidrofisiográficos

#### 2.5 Climatología

#### 2.6 Hidrometría

##### 2.6.1 Información básica

##### 2.6.2 Máximas avenidas

###### a. Análisis regional

###### b. Método regional particularizado

###### c. Conclusiones

### 3. ESTUDIO DE DRENAJE

#### 3.1 Objetivo

#### 3.2 Escurrimiento en Secciones del Río Lampa y en Quebradas que Cruzan la Vía.

#### 3.3 Escurrimiento en Cunetas

#### 3.4 Evaluación de Alcantarillas Existentes y Proyecto de Nuevas

#### 3.5 Evaluación de Cunetas Existentes y Proyecto de Nuevas

#### 3.6 Aliviaderos y Zanjias Proyectadas

#### 3.7 Muro de Contención



## RELACION DE CUADROS

- Nº 1 : Relación de Estaciones Hidrométricas Involucradas en el Estudio
- Nº 2 : Relación de Estaciones Pluviométricas Involucradas en el Estudio
- Nº 3 : Parámetros Hidrofisiográficos en los Sitios de Interés del Estudio Hidrológico
- Nº 4 : Caudales Medios Mensuales (m<sup>3</sup>/s) en la Estación Hidrométrica Puente Maravilla (1941-1975)
- Nº 5 : Caudales Medios Mensuales (m<sup>3</sup>/s) en la Estación Hidrométrica Puente Carretera (1941-1975)
- Nº 6 : Caudales Máximos Instantáneos para Diferentes Periodos de Retorno Método de Análisis Regional
- Nº 7 : Caudales Máximos Instantáneos para Diferentes Periodos de Retorno Método de Análisis Regional
- Nº 8 : Características de las Estaciones Hidrométricas en la Zona del Estudio
- Nº 9 : Caudales de Máximas Avenidas para Diferentes Periodos de Retorno según Método Regional Particularizado
- Nº 10 : Caudales de Máximas Avenidas Instantáneas para Diferentes Periodos de Retorno según Método Regional Particularizado
- Nº 11 : Alcantarillas Existentes Circulares de Acero Corrugado TMC en Buenas Condiciones. Tramo Juliaca (km 8+000) - Lampa
- Nº 12 : Alcantarillas Proyectadas. Tramo Juliaca (km 8+000) - Lampa
- Nº 13 : Alcantarillas Existentes de Mampostería de Piedra en Buenas Condiciones Tramo Lampa – Qda. Metara
- Nº 14 : Alcantarillas Proyectadas en Concreto Reforzado Tramo Lampa – Qda. Metara
- Nº 15 : Cunetas Revestidas Existentes. Tramo Juliaca (km 8+000) - Lampa
- Nº 16 : Cunetas Revestidas Proyectadas. Tramo Juliaca (km 8+000) - Lampa
- Nº 17 : Cunetas sin Revestir Existentes. Tramo Lampa – Qda. Metara
- Nº 18 : Cunetas sin Revestir Proyectadas. Tramo Lampa – Qda. Metara
- Nº 19 : Aliviadero Proyectados. Tramo Juliaca – Lampa
- Nº 20 : Aliviadero Proyectados. Tramo Lampa – Qda. Metara
- Nº 21 : Ubicación de Zanjas Proyectadas. Tramo Juliaca - Lampa
- Nº 22 : Ubicación de Zanjas Proyectadas. Tramo Lampa – Qda. Metara
- Nº 23 : Muro de Contención. Juliaca - Lampa - Qda. Metara

# HIDROLOGIA Y DRENAJE

## 1. INTRODUCCIÓN

Según los términos de referencia, acápite 2.3.6, el Consultor efectuará los estudios hidrológicos, determinará el régimen fluvial de la zona y las características físicas de las cuencas, para estimar en forma racional las descargas picos y dimensionar las obras de arte mayores y menores necesarias para el proyecto.

Adicionalmente, se verificará las obras de drenaje existentes y se resolverá con nuevos diseños los problemas originados por deficiencias hidráulicas, dimensionamiento y/o estructurales de cunetas, alcantarillas, muros, defensas y pinturas existente.

Se diseñará para cada tramo un sistema de drenaje cuyo funcionamiento debe ser integral y eficiente, considerando todas las obras de drenaje y subdrenaje.

Asimismo, según el acápite 2.3.7 de los términos de referencia, se propondrá y diseñará las obras de arte requeridas para cada tramo, como cunetas, zanjas, subdrenes, obras para el control de la erosión o socavación de la plataforma, badenes, alcantarillas, pinturas, muros, etc., según corresponda.

En base a la evaluación se efectuará el diseño definitivo de todas las obras de drenaje, observando que en caso se considere conveniente mantener alguna obra de drenaje existente por su estado y condición estructural, proponer los trabajos de mantenimiento, como limpieza, pintado u otra recomendación.

En lo que sigue se presenta los resultados del estudio; primero los de hidrología, referidos a 7 puntos importantes previamente identificados a lo largo de la carretera Juliaca - Lampa durante los trabajos de reconocimiento y topográficos. Luego se presenta los estudios de drenaje propiamente dicho, esto es, la evaluación del funcionamiento hidráulico de las alcantarillas existentes,

identificados en el diagnóstico, donde se encontró que su estado estructural es bueno, requiriéndose limpieza.

Finalmente se plantean las medidas de drenaje de cunetas y las obras para el tramo Lampa – Qda Metara.

## **2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS**

### **2.1 Objetivo**

El estudio hidrológico ha tenido como objetivo estimar en forma racional las máximas avenidas en el río Lampa en la sección del puente Unocolla, en 04 quebradas en lugar de su cruce con la carretera Juliaca - Lampa y en dos secciones en los que el río Lampa se acerca a dicha vía. El fin es conocer los niveles máximos del agua que cause inundación y/o erosión lateral en el caso de las quebradas que atraviesan la carretera; o evaluar la capacidad de las alcantarillas existentes que se han observado en buen estado estructural para recomendar su limpieza, mantenimiento o modificación si se comprobase una capacidad insuficiente o una cota o nivel inadecuado, entre otros.

### **2.2 Ubicación y Características de la Zona de Estudio**

La zona en estudio se encuentra ubicada dentro de la cuenca del río Lampa, tributario de la Cuenca Hidrográfica de la Hoya del Titicaca, siendo las quebradas en estudio afluentes del río Lampa.

La sub-cuenca del río Lampa es afluente por la margen derecha del río Coata que descarga sus aguas en el lago Titicaca.

Geográficamente, la sub-cuenca del río Lampa se encuentra en la Región José Carlos Mariátegui, en el departamento de Puno, en las coordenadas geográficas: 15°15'00" al 16°00'00" de Latitud Sur y 71°00'00" al 70°00'00" Longitud Oeste, con una altitud entre los 3,800 hasta los 5,000 a 6,000

msnm, en los nevados Quilca, Huayquera y Yanahuara.

La sub-cuenca del río Lampa limita por el norte con la sub-cuenca del río Pucará, afluente del río Ramis; por el este con el Lago Titicaca; por el sur con la sub-cuenca del río Cabanillas, afluente del río Coata; y por el oeste con las cuencas de los ríos Ocuvi, afluente del río Pucará, y del río Alicata, afluente del río subsistema Lagunillas, afluente del río Cabanillas.

El río Lampa es de régimen irregular y torrencioso, definido por una estación de avenidas que ocurre comúnmente durante los meses de enero - abril y una época de sequía total durante el resto del año.

El clima en la zona del estudio es frío y húmedo, con una temperatura media anual de 7.7°C.

El origen principal de las descargas son las precipitaciones que se producen en las subcuencas que la forman. Entre los meses de enero a marzo, las precipitaciones varían en un rango de 11.7 a 236.6 mm; en la cuenca alta y baja de la zona en estudio existen lagunas que favorecen las descargas en el periodo de estiaje, y otras lagunas secas durante la mayor parte del año, que atraviesan la carretera; asimismo, mojadales y/o zonas hidromórficas que mantienen un ambiente ecológico especial.

## **2.3 Recopilación de Información Básica**

### **2.3.1 Cartografía**

La información cartográfica recopilada para el desarrollo del estudio hidrológico es la siguiente:

- \* Plano departamental de Puno 1:250,000
- \* Carta Nacional Juliaca, serie J632, hoja 2840
- \* Carta Nacional Puno, serie J632, hoja 2839
- \* Planos Nacionales del Ministerio de Agricultura, escala 1/25,000

### 2.3.2 Información hidrométrica

La información hidrométrica registrada en la zona del estudio se puede obtener de las siguientes estaciones que se encuentran sobre y bajo la zona de estudio:

ESTACIÓN	RÍO	UBICACIÓN
Puente Maravilla	Coata	Cuenca Baja
Lagunillas	Coata	Cuenca Alta
Río Verde	Coata	Cuenca Alta
Lag. Saracocha	Coata	Cuenca Alta
Pte. Carretera	Ramis	Cuenca Baja

En la figura N° 1 se presenta la ubicación de las estaciones hidrométricas; en el cuadro N° 1 las características principales. Se observa que los caudales varían con el área de la cuenca, desde 0.16 m<sup>3</sup>/s en la laguna Saracocha, en la cuenca alta, hasta 78.64 m<sup>3</sup>/s en la estación Puente Carretera, en la cuenca baja, a unos 6 km aguas abajo del Puente Unocolla, lugar donde se inicia el tramo carretera Juliaca - Lampa. En el gráfico N° 1 se presenta la correlación del caudal medio multianual versus las áreas de las cuencas.

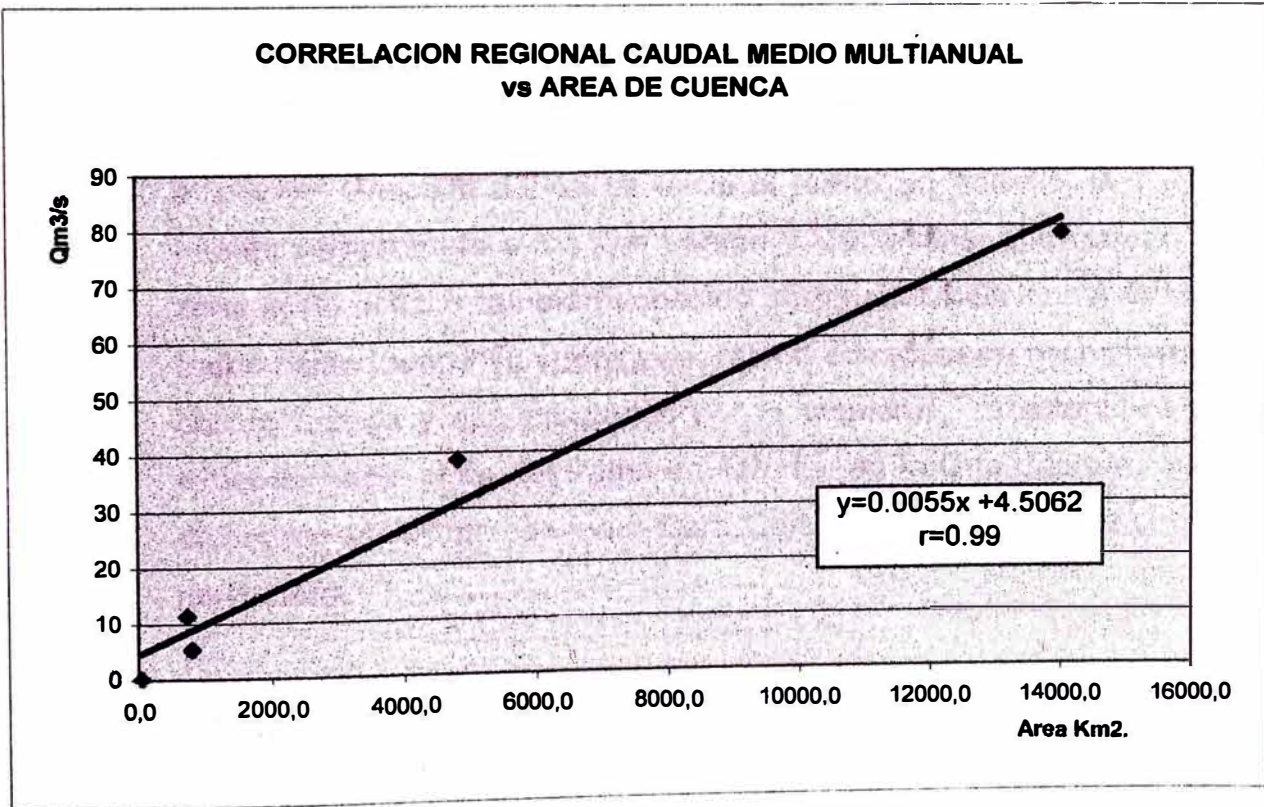
## CUADRO N° 1

### RELACION DE ESTACIONES HIDROMETRICAS INVOLUCRADAS EN EL ESTUDIO

N°	Estación	Cuenca	Altitud (m.s.n.m.)	Latitud	Longitud	Area de Captación Km2	Caudal (m3/s)	Periodo de Registros
1	Lag. Saracocha	Río Saracocha	4150	15°43'00"	70°34'0"	50,0	0,16	1961-1972
2	Río Verde	Río Verde	729	15°34'00"	70°43'0"	729,0	11,43	1941-1975
3	Lagunillas	Río Lagunillas	802	15°43'00"	70°42'0"	802,0	5,38	1955-1976
4	Puente Maravilla	Río Coata	4800	15°43'00"	70°34'0"	4800,0	38,66	1941-1975
5	Puente Carretera	Río Ramis	3812	15°26'00"	70°08'0"	14000,0	78,64	1941-1975

**GRAFICO N° 1**

N°	Estaciones	Km2	Qm3/s
1	Lag. Saracocha	50,00	0,16
2	Río Verde	729,00	11,43
3	Lagunillas	802,00	5,38
4	Puente Maravilla	4800,00	38,66
5	Puente Carretera	14000,00	78,64



**NOTA:**

Los valores de caudales utilizados fueron tomados del estudio de evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional donde se consideran períodos de registros similares.

### **2.3.3 Información pluviométrica**

En el cuadro N° 2 se presenta la relación de estaciones pluviométricas involucradas en el estudio. Se observa que la precipitación anual varía con la altitud desde Juliaca (567.7 mm) hasta Peratía (921.7 mm).

En el gráfico N° 2 se presenta la correlación altitud versus precipitación.

## **2.4 Hidrografía y Fisiografía**

### **2.4.1 Hidrografía**

La cuenca de interés para el presente proyecto corresponde al río Lampa que pertenece a la Cuenca de la Hoya del Lago Titicaca. Hasta el puente Unocolla donde se inicia el tramo en estudio, la cuenca de interés compromete a los ríos Lampa y Cabanillas, que forman en esa zona el río Juliaca también conocido como río Unocolla. A lo largo del tramo hacia Lampa, la cuenca de interés corresponde exclusivamente al del río Lampa y sus tributarios por la izquierda, característica que se extiende hasta el fin del tramo en estudio, en la Qda. Metara, antes del divorsium acuarium, camino a Cara Cara, que se sitúa en la cuenca del río Pucará.

### **2.4.2 Características fisiográficas**

La fisiografía de la cuenca es la que caracteriza a la mayoría de los ríos de la región de sierra del Perú: topografía abrupta y quebradas con fuertes pendientes en las zonas altas; topografía muy plana y ríos con cauces no definidos que ocupan franjas anchas de terreno, en la zona del altiplano, en al que se encuentra la carretera Juliaca - Lampa, entre los 3,825 y 3,856 msnm; y entre 3,856 y 4,088 en el tramo Lampa - Qda. Metara. Los terrenos planos de la alta planicie se encuentran en lomadas y cerros pequeños, en el tramo entre Juliaca y Lampa; hacia Cara Cara la fisiografía es otra, donde los cerros y una pequeña



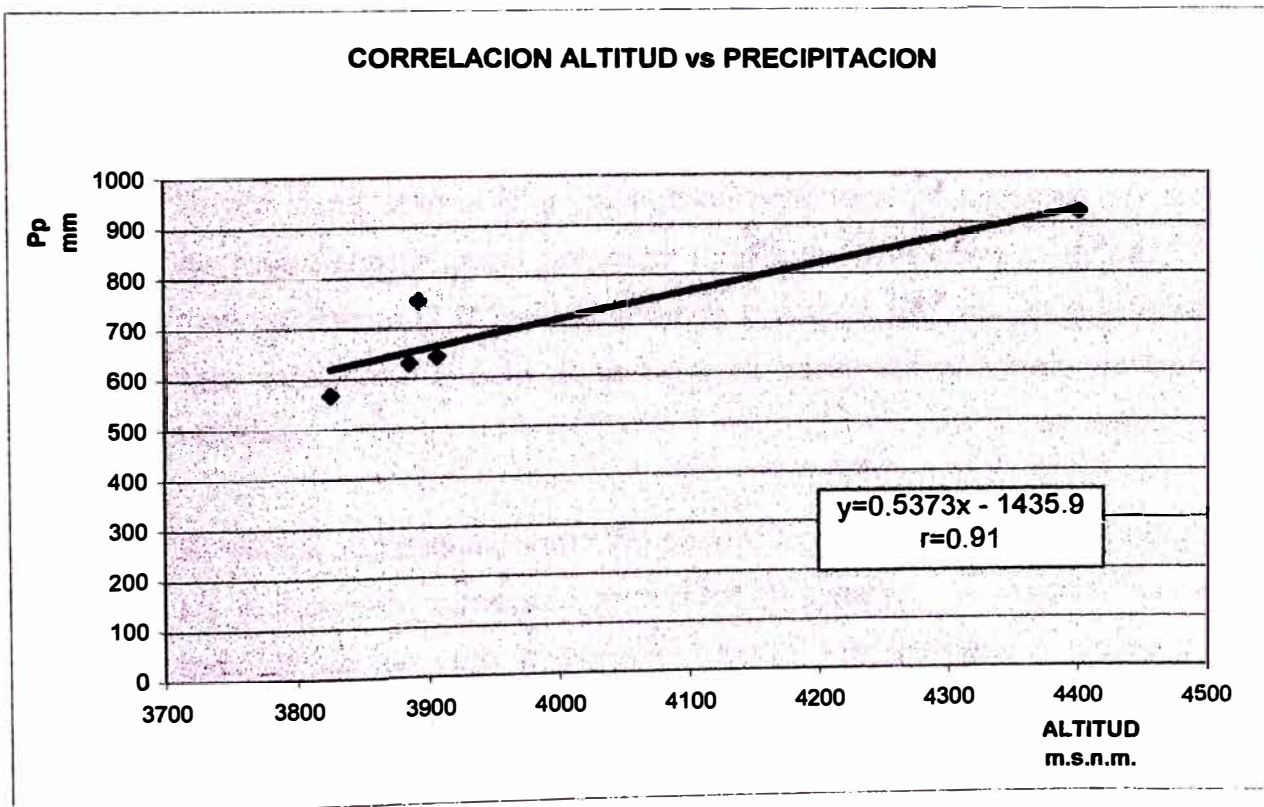
## CUADRO N° 2

### RELACION DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS INVOLUCRADAS EN EL ESTUDIO

N°	Estación	Cuenca	Altitud	Latitud	Longitud	Area de Captación Km2	Precipitación mm	Periodo de Registros
1	Juliaca	Río Coata	3825,0	15°29'00"	70°08'0"	50,0	567,9	1962-1973
2	Lampa	Río Coata	3892,0	15°22'00"	70°22'0"	729,0	754,3	1957-1973
3	Cabanillas	Río Coata	3885,0	15°38'00"	70°21'0"	802,0	630,6	1964-1975
4	Ayaviri	Río Ramis	3906,0	14°53'00"	70°35'0"	4800,0	642,5	1964-1973
5	Paratia	Río Coata	4400,0	15°27'00"	70°36'0"	14000,0	921,7	1941-1975

**GRAFICO N° 2**

N°	Estaciones	Altitud m.s.n.m.	Precipitacion m.m./año
1	Juliaca	3825,00	567,90
2	Lampa	3892,00	754,30
3	Cabanilla	3885,00	630,60
4	Ayaviri	3906,00	642,50
5	Paratia	4400,00	921,70



**NOTA:** Los valores de caudales utilizados fueron tomados del estudio de evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional donde se consideran períodos de registros similares.

“cordillera”, son la característica principal.

Para la clasificación de las zonas de vida se utilizó el Mapa Ecológico del Perú, basado en el Sistema de Clasificación del Dr. Leslie R. Holdridge, que enmarcado en todo el país muestra la interrelación de los múltiples y complejos ecosistemas existentes en el territorio nacional.

En el área del estudio, se ha identificado la zona de vida Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh-MS), que se distribuye en la región latitudinal subtropical con una superficie de 43,155 km<sup>2</sup>; geográficamente se ubica en la cordillera de Norte a Sur, entre los 2,800 a 4,000 msnm; la biotemperatura media anual máxima es 12.9°C y la media anual mínima 6.5°; la precipitación anual máxima es de 1,119 mm y la mínima 410 mm.

Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge se presenta un promedio de evapotranspiración potencial total que varía entre la mitad (0.5) y el cien por ciento (1.0) del volumen de precipitación promedio total por año, que categoriza a esta zona de vida como de provincia de humedad: Húmedo.

El relieve topográfico varía de severo a suave; en el ámbito edafológico los suelos presentes son profundos, arcillosos, de reacción ácida, con tonalidades de rojo a pardos. Entre los elementos litológicos que predominan se encuentra a los Phaeozems, Litosoles, Kastanozems, Rendzinas y Cambisoles.

#### **2.4.3 Parámetros hidrofisiográficos**

La compleja función hidrológica de una sub-cuenca o quebrada depende de sus características físicas y climáticas que ejercen efectos determinantes en su comportamiento.

Para plantear los parámetros hidrofisiográficos, se definió siete secciones de control, tres en el río Lampa: Puente Unocolla, al inicio del tramo de carretera en estudio; dos puntos críticos, denominados así porque el cauce del río Lampa se acerca al trazo de la carretera existente; y cuatro en otros tantos afluentes del río Lampa, en sitios que la carretera atraviesa las quebradas con alcantarillas.

En el cuadro N° 3 se presenta los principales parámetros hidrofisiográficos en los puntos de interés para el estudio, indicando su influencia en el régimen hidrológico, definiendo enseguida cada parámetro.

### **(1) Perímetro ( $P$ )**

Esta característica influye en el tiempo de concentración de una cuenca, el mismo que será menor cuando el perímetro se aproxime a una forma circular.

### CUADRO N° 3

#### PARÁMETROS HIDROFISIOGRÁFICOS EN LOS SITIOS DE INTERES DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

N°	Nombre de la Quebrada/Zona Crítica	PROGRESIVA (Km)	AREA DE LA CUENCA O SUBCUENCA (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km) P	Longitud (Km) L	Forma de la Cuenca W	Coefficiente de Compac. Kc	Factor de Forma	Densidad Drenaje Dd
1	Río Juliaca, Puente Unocolla	8+000	2590,93	437	140,00	18,51	2,42	0,13	0,26
2	Río Lampa, Zona Crítica I	11+100 al 12+500	1002,53		30,00	33,42		1,11	0,23
3	Río Lampa, Zona Crítica II	27+700 al 30+200	212,19	83,5	22,00	9,65	1,62	0,44	0,53
4	Qda. S/N, Alcantarilla Pichinchuane	30+066	25,83	25	11,50	2,25	1,39	0,20	
5	Qda. S/N, Alcantarilla Pucachupa	13+920	57,89	34	17,00	3,41	1,26	0,20	0,47
6	Qda. S/N, Alcantarilla Chosecane	22+009	1,49	6	2,50	0,60	1,39	0,24	
7	Qda. S/N, Alcantarilla Tacune	24+308	8,78	13	4,00	2,20	1,24	0,55	0,80

- Notas: - La denominación de las alcantarillas se realizó utilizando el nombre más común en el área de la sección de control hidrofisiográfico.  
 - El puente Unocolla atraviesa el río Juliaca, que algunos metros antes se forma con el encuentro de los ríos Cabanillas y Lampa.  
 - La diferencia de área entre el punto 1 y 2 se explica porque el punto 1 considera el área de los ríos Cabanillas y Lampa; el punto 2 sólo del río Lampa, en la sección de control.

## 2) Forma de la sub-cuenca (W)

Esta característica influye en el reparto de la escorrentía superficial a lo largo de los cursos de agua principales, siendo la "responsable" del comportamiento y magnitud de las avenidas que se presentan en la sub-cuenca.

$$W = \frac{A}{L}$$

donde:

A : Area de la cuenca, en Km<sup>2</sup>.

L : Longitud del curso más bajo en Km.

## (3) Factor de Forma (Ff)

El comportamiento de la tendencia mayor o menor de las avenidas extraordinarias en una cuenca es representado por la relación entre el ancho medio de la cuenca y la longitud del curso de agua más largo.

$$Ff = \frac{W}{L} = \frac{\frac{A}{L}}{L} = \frac{A}{L^2}$$

donde:

Ff = Factor de forma [adimensional]

A = Area de la cuenca, en km<sup>2</sup>

L = Longitud del curso más largo en km

Los valores que se aproximen a la unidad reflejarán la mayor tendencia de la cuenca a la presencia de avenidas extraordinarias de mayor magnitud; sin embargo, un valor bajo en el factor indicará menos oportunidad de crecientes que una cuenca del mismo tamaño

pero con un factor de valoración mayor. La cuenca tiene pocas posibilidades de ser cubierta simultáneamente por una tormenta intensa.

#### (4) Coeficiente de Compacidad (Kc)

Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que la de la cuenca en estudio.

$$K_c = \frac{P}{2 \sqrt{\pi \times A}}$$

Siendo:

Kc = Coeficiente de compacidad [adimensional]

P = Perímetro de la sub-cuenca en km

A = Área de la sub-cuenca, en km<sup>2</sup>

Si el valor de Kc es igual a la unidad, indica que la cuenca tiene forma circular que permite mayor oportunidad de crecientes, porque los tiempos de concentración serán iguales desde todos los puntos.

Si por el contrario el valor de Kc supera la unidad, se tratará de una cuenca que tiende a ser alargada, caso del presente estudio.

La tendencia a mayores caudales de avenida es más acentuada cuanto más próximo a la unidad real es el valor de Kc.

#### (5) Densidad de Drenaje (Dd)

En una cuenca el sistema de drenaje está constituido por el curso principal y sus tributarios; esta característica es expresada

principalmente por la Densidad de Drenaje (Dd). Este parámetro representa la capacidad de la cuenca para drenar las aguas de escorrentía.

Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua perennes e intermitentes de una cuenca y el área de la misma. Su fórmula es:

$$Dd = \frac{\sum Li}{A}$$

Siendo:

Dd = Densidad de drenaje  
 $\sum Li$  = Suma de longitudes de los cursos de agua, en km  
A = Área de la cuenca, en km<sup>2</sup>

#### (6) Pendiente del curso principal

Se debe diferenciar la pendiente del curso principal y la pendiente de la superficie de la cuenca.

Se determina considerando el desnivel entre el punto más alto del río y el más bajo (punto de afluente), dividido entre la longitud de dicho tramo. Entonces:

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Donde:

S = Pendiente  
 $\Delta H$  = Desnivel total, en m  
L = Longitud del río, en m



## **2.5 Climatología**

El clima de las quebradas en la zona de estudio y del conjunto de la cuenca del río Lampa, está influenciado por la altitud y por otros fenómenos meteorológicos regionales propios de la zona del Altiplano circunlacustre.

Por encontrarse el Perú en la zona de convergencia intertropical, las masas de viento convergen desde las direcciones noreste, produciendo abundantes precipitaciones estacionalmente. Los vientos que provienen del noreste, conteniendo abundante humedad, al llegar a la Cordillera de los Andes se elevan ocasionando alta pluviosidad en la vertiente oriental. Al sobrepasar la Cordillera de los Andes con un menor contenido de humedad, las precipitaciones disminuyen; al llegar a la Costa su porcentaje de humedad es escaso lo que hace que disminuya sensiblemente la frecuencia e intensidad de las precipitaciones.

Los vientos tienen un mayor contenido de humedad en los meses de diciembre a abril, aumentando en esta época considerablemente las precipitaciones en la Sierra.

Los fenómenos mencionados hacen que en las quebradas de interés se presenten cuatro periodos diferenciados: el verano, otoño, invierno y primavera, destacando de manera especial el invierno (Enero - Abril), donde se produce las mayores precipitaciones.

## **2.6 Hidrometría**

### **2.6.1 Información básica**

La información básica utilizada para el análisis de máximas avenidas fue obtenida de los registros de caudales medios de las estaciones hidrométricas: Puente Maravilla en el río Coata y Puente Carretera en el río Ramis, antes del ingreso de estación al lago Titicaca.

La información básica fue utilizada para establecer los estimados de caudales máximos instantáneos en los puntos de interés para el estudio.

En los cuadros N° 4 y 5 se presentan los caudales medios mensuales para las dos estaciones, cuyos valores representativos para 35 años de medición, son:

Estación	Caudales (m <sup>3</sup> /s)				
	Promedi o	Máximo	Mínimo	Max. Maxi.	Min. Mini
Puente	36.61	72.63	4.82	388.6	0.8
Maravilla Puente Carretera	80.29	121.28	37.08	434.2	6.0

### 2.6.2 Máximas Avenidas

Para diseñar la rehabilitación y mejoramiento de la vía, se requiere determinar las máximas avenidas que se tendrán que manejar o se presenten en condiciones extraordinarias como las actuales en las secciones o puntos de interés del estudio.

Para la determinación de las máximas avenidas de las 5 quebradas y 2 zonas críticas, se utilizó el Método del Análisis Regional; finalmente se adoptó los resultados determinados por el Método Regional Particularizado.

## **a. Análisis regional**

Para el cálculo de las máximas avenidas se empleó el método de la Avenida Índice, elaborado para el Estudio de la Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional, formulado por el convenio de las instituciones como Electroperú, G.T.Z., Lahmeyer - Salzzgitter, que se basa en criterios de regionalización. Este método se usa en diversos proyectos a nivel nacional.

Para ello se utilizó el gráfico N° 3, donde basados en el área de diversas cuencas en la Región de Avenidas 6, en la que se encuentra el río Juliaca, y caudales de los ríos de esas diversas cuencas, es posible determinar la Avenida Índice para el río Lampa, quebradas y puntos críticos señalados.

Utilizando el gráfico N° 4 se obtiene el caudal de máximas avenidas para distintos tiempos de retorno para los 7 puntos; en el cuadro N° 6 se presenta los resultados.

Para obtener los caudales máximos instantáneos en los 7 puntos, los valores de máximas avenidas hallados se ajustan con la constante 1.3 obtenida de los trabajos de Electroperú para diversas cuencas (donde se determinó que la relación de caudales máximos instantáneos con los caudales máximos es 1.2 a 1.3 para cuencas de sierra). En el cuadro N° 7 se presenta los valores obtenidos.

## **b. Método regional particularizado**

Los caudales de máximas avenidas y máximas instantáneas mediante el análisis regional, han permitido extrapolar los valores hasta los puntos de interés; sin embargo, los resultados requieren "particularizarse" a las condiciones de cada cuenca en estudio.

**CUADRO N°4**  
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES(m<sup>3</sup>/s) EN LA**  
**ESTACION HIDROMETRICA PUENTE MARAVILLA (1941-1975)**

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1941	15,20	37,60	66,70	98,50	40,30	14,60	8,40	4,70	3,20	2,10	1,90	2,40	24,63
1942	12,50	44,70	102,00	134,20	52,40	18,00	10,00	5,20	3,50	2,30	1,50	1,60	32,33
1943	9,30	29,40	60,00	89,20	36,20	13,50	8,00	4,60	3,10	2,10	2,10	3,30	21,73
1944	15,20	46,20	92,50	86,50	27,60	11,80	7,20	4,80	3,20	2,20	4,20	3,40	25,40
1945	35,90	46,20	28,40	60,30	37,20	14,70	8,60	5,20	3,40	2,40	1,20	1,70	20,43
1946	10,40	37,20	91,50	102,40	35,50	13,60	8,00	4,80	3,20	2,20	4,00	5,60	26,53
1947	25,60	81,40	170,80	160,50	57,80	20,40	11,20	6,10	3,90	2,70	1,90	2,70	45,42
1948	21,90	41,30	65,20	71,90	25,60	11,20	7,00	4,70	3,10	2,20	7,70	7,30	22,43
1949	29,40	102,40	207,70	157,20	67,80	23,70	12,90	6,90	4,30	3,10	1,10	2,40	51,58
1950	22,70	46,20	82,90	102,40	38,50	14,20	8,30	4,70	3,20	2,10	2,30	3,40	27,58
1951	17,00	54,50	109,80	134,20	51,60	18,00	10,00	5,30	3,50	2,40	1,80	2,60	34,23
1952	15,30	75,70	219,30	165,00	50,80	18,80	10,50	6,10	3,90	2,80	2,50	4,20	47,91
1953	27,20	63,40	202,10	151,70	45,80	16,70	9,50	5,40	3,50	2,50	8,40	7,10	45,28
1954	20,20	65,40	229,30	160,50	45,40	16,70	9,50	5,50	3,60	2,50	1,90	2,90	46,95
1955	18,60	63,40	250,30	165,00	43,90	16,40	9,50	5,60	3,60	2,60	4,20	5,20	49,03
1956	24,80	8,10	9,20	4,40	3,50	2,80	2,50	2,40	2,40	2,40	2,50	4,20	5,77
1957	3,80	5,00	12,70	9,00	7,70	5,50	4,60	3,80	2,40	1,50	1,00	0,80	4,82
1958	1,70	6,40	36,50	63,20	6,10	4,80	4,60	4,40	4,00	1,40	2,10	2,50	11,48
1959	5,40	12,00	34,70	136,40	57,00	11,50	3,60	3,30	2,60	2,00	1,40	0,90	22,57
1960	53,60	172,80	143,30	37,80	38,50	16,10	9,90	6,50	3,10	4,30	3,10	28,20	43,10
1961	31,40	76,50	156,60	223,00	90,60	36,00	15,70	8,40	6,70	6,30	5,60	17,70	56,21
1962	104,10	204,10	223,30	180,60	73,70	31,40	17,30	11,70	6,10	7,80	6,10	4,10	72,53
1963	48,50	151,00	250,30	138,40	102,00	44,60	20,80	14,70	11,40	9,20	17,60	14,60	68,59
1964	60,00	30,90	60,00	71,10	35,80	19,70	12,50	8,20	6,70	2,90	2,40	4,10	26,19
1965	7,60	22,20	60,00	85,60	32,60	14,60	3,40	4,10	2,80	1,70	1,80	1,70	19,84
1966	18,80	26,70	37,50	52,50	18,20	7,10	4,80	3,10	2,10	1,40	2,10	6,10	15,03
1967	17,90	9,80	30,40	150,60	29,60	10,00	5,70	4,00	2,40	2,60	5,00	2,00	22,50
1968	14,20	46,20	161,20	92,00	31,10	13,30	7,30	4,30	2,50	1,70	1,80	18,10	32,81
1969	22,10	59,40	80,10	26,20	23,60	7,60	4,20	2,50	1,20	0,80	1,70	1,70	19,26
1970	11,50	53,90	223,30	160,50	61,20	21,70	8,20	4,40	3,10	2,00	1,60	1,50	46,08
1971	18,80	65,40	388,60	165,00	38,50	16,40	8,00	4,10	2,90	1,80	1,40	1,70	59,38
1972	18,30	177,50	80,10	98,50	84,40	23,20	15,00	3,40	2,60	1,60	1,20	4,60	42,53
1973	37,70	131,40	211,50	176,10	82,50	34,40	14,00	9,00	3,00	3,70	5,50	2,70	59,29
1974	15,60	177,50	306,50	136,40	70,50	33,80	17,70	11,90	12,70	12,50	6,10	5,40	67,22
1975	5,20	125,40	306,50	217,80	71,90	23,40	12,30	5,60	3,70	2,40	1,90	2,20	64,86
<b>Promedio</b>	<b>23,35</b>	<b>68,49</b>	<b>136,88</b>	<b>116,13</b>	<b>46,15</b>	<b>17,72</b>	<b>9,45</b>	<b>5,70</b>	<b>3,90</b>	<b>3,03</b>	<b>3,39</b>	<b>5,16</b>	<b>36,61</b>
<b>Max</b>	<b>104,10</b>	<b>204,10</b>	<b>388,60</b>	<b>223,00</b>	<b>102,00</b>	<b>44,60</b>	<b>20,80</b>	<b>14,70</b>	<b>12,70</b>	<b>12,50</b>	<b>17,60</b>	<b>28,20</b>	<b>72,53</b>
<b>Min</b>	<b>1,70</b>	<b>5,00</b>	<b>9,20</b>	<b>4,40</b>	<b>3,50</b>	<b>2,80</b>	<b>2,50</b>	<b>2,40</b>	<b>1,20</b>	<b>0,80</b>	<b>1,00</b>	<b>0,80</b>	<b>4,82</b>

CUADRO N° 5

CAUDALES MEDIOS MENSUALES(m<sup>3</sup>/s) EN LA  
ESTACION HIDROMETRICA PUENTE CARRETERA (1941-1975)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1941	49,30	129,80	236,80	256,30	124,70	46,80	26,00	17,90	13,90	10,60	11,50	13,90	78,13
1942	41,10	124,60	276,10	281,50	133,10	41,80	23,30	15,50	12,00	10,20	10,70	11,40	81,78
1943	43,60	111,30	222,30	245,30	121,00	44,30	25,30	17,70	13,80	11,60	12,30	13,20	73,48
1944	38,20	124,00	248,50	263,50	116,60	41,10	24,60	17,00	13,30	10,70	13,40	18,10	77,42
1945	69,50	144,30	196,80	221,10	113,60	38,00	22,70	15,20	11,80	10,00	10,00	9,70	71,89
1946	33,30	124,60	253,90	264,70	121,60	40,80	24,10	16,70	12,80	12,30	14,10	15,40	77,86
1947	56,00	152,40	324,60	314,10	148,50	46,50	24,30	14,70	11,70	8,30	10,70	9,20	93,42
1948	38,00	136,50	246,30	250,20	113,60	42,20	25,30	17,50	13,70	10,70	15,00	13,80	76,90
1949	60,30	160,10	329,40	326,40	163,10	42,90	22,50	13,10	10,30	8,40	9,20	10,80	96,38
1950	66,80	130,50	273,90	274,40	126,60	41,10	24,10	16,90	12,90	11,60	12,40	13,90	83,76
1951	40,40	131,10	284,20	285,10	133,80	38,20	22,20	14,80	11,10	10,70	11,30	10,70	82,80
1952	35,20	148,60	336,90	328,60	151,90	44,10	23,70	14,50	11,30	9,50	11,60	18,70	94,55
1953	57,50	158,50	289,90	309,60	147,80	47,10	25,30	16,00	12,70	9,30	14,20	13,80	91,81
1954	38,20	142,80	340,60	327,50	141,70	43,10	23,90	15,50	11,80	10,60	11,70	10,20	93,13
1955	51,50	148,60	338,10	327,50	143,70	44,60	24,50	15,30	12,10	9,00	12,60	17,00	95,38
1956	55,00	98,80	135,60	49,00	25,60	13,60	10,70	8,70	7,30	6,20	21,70	12,70	37,08
1957	9,70	34,30	160,20	100,50	81,90	39,30	22,10	14,60	12,40	10,10	9,80	10,60	42,13
1958	45,20	233,60	313,60	273,20	88,10	53,20	32,20	16,80	13,10	12,20	11,90	19,30	92,70
1959	41,10	62,00	148,80	299,20	184,80	82,80	60,00	50,00	38,00	27,50	23,90	18,90	86,42
1960	70,20	76,40	377,40	344,60	113,60	109,10	27,20	20,70	15,00	14,30	30,10	41,40	103,33
1961	65,50	96,20	179,30	238,10	140,40	68,70	35,30	18,50	14,00	13,70	13,40	29,40	76,04
1962	117,10	207,70	232,60	369,40	157,50	67,00	38,60	24,40	16,50	14,30	15,00	16,80	106,41
1963	128,40	293,70	299,30	255,10	207,90	90,70	75,40	23,80	20,20	18,40	21,70	20,70	121,28
1964	75,20	76,40	123,30	184,10	119,10	52,10	20,60	17,20	15,30	12,80	9,80	11,30	59,77
1965	34,10	116,00	232,60	273,20	143,10	16,90	32,80	73,50	42,60	21,70	14,70	6,40	83,97
1966	45,70	122,80	227,40	228,30	99,60	42,70	27,10	27,70	21,00	25,50	17,60	25,00	75,87
1967	82,60	47,70	69,90	179,50	57,90	21,40	12,90	9,30	8,00	8,00	11,90	12,10	43,43
1968	54,50	82,00	226,40	152,40	59,10	27,00	19,20	13,30	8,60	7,30	11,30	38,80	58,33
1969	51,80	92,20	123,30	58,20	53,90	19,40	123,30	14,60	14,00	14,00	13,00	6,40	39,63
1970	19,40	94,20	272,80	255,10	193,70	54,60	20,60	11,30	7,80	10,80	8,40	6,00	79,56
1971	62,50	156,90	434,20	273,20	62,00	31,90	19,70	14,20	11,10	8,60	6,90	10,30	90,96
1972	24,60	160,90	196,80	163,50	119,10	38,40	20,20	15,00	9,60	7,80	9,00	10,10	64,58
1973	36,60	150,10	248,50	273,20	176,70	64,00	28,60	18,90	14,30	12,20	22,20	14,60	88,33
1974	19,90	168,90	386,50	320,80	143,10	48,60	26,00	19,30	14,30	14,70	16,40	14,60	99,43
1975	31,80	98,80	320,90	279,10	227,60	59,30	227,60	27,80	17,20	10,60	11,70	11,50	92,44
<b>Promedio</b>	<b>51,14</b>	<b>129,64</b>	<b>254,51</b>	<b>252,73</b>	<b>127,31</b>	<b>46,95</b>	<b>26,67</b>	<b>19,07</b>	<b>14,32</b>	<b>12,12</b>	<b>13,75</b>	<b>15,33</b>	<b>80,29</b>
<b>Max</b>	<b>128,40</b>	<b>293,70</b>	<b>434,20</b>	<b>369,40</b>	<b>227,60</b>	<b>109,10</b>	<b>75,40</b>	<b>73,50</b>	<b>42,60</b>	<b>27,50</b>	<b>30,10</b>	<b>41,40</b>	<b>121,28</b>
<b>Min</b>	<b>9,70</b>	<b>34,30</b>	<b>69,90</b>	<b>49,00</b>	<b>25,60</b>	<b>13,60</b>	<b>10,70</b>	<b>8,70</b>	<b>7,30</b>	<b>6,20</b>	<b>6,90</b>	<b>6,00</b>	<b>37,08</b>

Arca de Captación= 150 Km<sup>2</sup>

## CUADRO N° 6

### CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO MÉTODO DE ANÁLISIS REGIONAL

N°	Nombre del río, Quebrada o Zona Crítico	Progresiva  (km)	Area Cuenca del río, Quebrada o Punto Crítico  (km <sup>2</sup> )	Caudales de Avenidas (m <sup>3</sup> /s) para diferentes periodos de retorno (Años)				
				25	50	100	500	1000
1	Río Lampa - Puente Unocolla	8+000	2590,93	3080,00	3500,00	3920,00	5040,00	5600,00
2	Río Lampa - Zona Crítico I	11+100 al 12+500	1002,53	1183,60	1345,00	1506,40	1936,80	2152,00
3	Río Lampa - Zona Crítico II	27+700 al 30+200	212,19	228,80	260,00	291,20	374,40	416,00
4	Qda. S/N - Alcantarilla Pichinchuane	30+066	25,83	26,40	30,00	33,60	43,20	48,00
5	Qda. S/N - Alcantarilla Pucachupa	13+920	57,89	59,40	67,50	75,60	97,20	108,00
6	Qda. S/N - Alcantarilla Chosecane	22+009	1,49	1,06	1,21	1,35	1,74	1,93
7	Qda. S/N - Alcantarilla Tacune	34+308	8,78	7,60	8,64	9,68	12,44	13,83

## CUADRO N° 7

### CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO METODO DE ANALISIS REGIONAL

N°	Nombre del río, Quebrada o Zona Crítica	Progresiva  (Km)	Area de la Cuenca o Subcuenca  (Km <sup>2</sup> )	Caudales de Avenidas (m <sup>3</sup> /s) para diferentes periodo de retorno (Años)				
				25	50	100	500	1000
1	Río Lampa - Puente Unocolla	8+000	2590,93	3080,00	3500,00	3920,00	5040,00	5600,00
2	Río Lampa - Zona Crítica I	11+100 al 12+500	1002,53	1183,60	1345,00	1506,40	1936,80	2152,00
3	Río Lampa - Zona Crítica II	27+700 al 30+200	212,19	228,80	260,00	291,20	374,40	416,00
4	Qda. S/N - Alcantarilla Pichinchuane	30+066	25,83	26,40	30,00	33,60	43,20	48,00
5	Qda. S/N - Alcantarilla Pucachupa	13+920	57,89	59,40	67,50	75,60	97,20	108,00
6	Qda. S/N - Alcantarilla Chosecane	22+009	1,49	1,06	1,21	1,35	1,74	1,93
7	Qda. S/N - Alcantarilla Tacune	24+308	8,78	7,60	8,64	9,68	12,44	13,83

Por esa razón se procedió a desarrollar una metodología que "particulariza" los resultados, dando valores más cercanos a los esperados; a este procedimiento se denomina Análisis Regional Particularizado, que se sustenta en datos extraídos del Estudio de la Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional.

Para su aplicación se analiza los escurrimientos en los ríos de la región. Se ha identificado además de las dos estaciones de control que miden los caudales de los ríos Coata y Ramis, tres estaciones adicionales, que como las dos primeras, tienen un archivo importante de datos diarios: Lagunillas, Laguna Saracocha y Río Verde, ubicados en la cuenca alta de los ríos Cerrillos, Compuerta y Cabanillas, respectivamente.



CUADRO N° 8

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS EN LA ZONA DEL ESTUDIO

N°	Datos		Estación				
			Pte. Maravilla (Río Coata)	Lag. Lagunillas (Río Cerrillos)	Río Verde (Río Cabanilla s)	Lag. Saracocha (Río Compuerta)	Pte. Carretera (Río Ramis)
1.	Años	Caudal Diario (m <sup>3</sup> /s)	21	22	16	11	20
2.		Caudal Máx. Histórico (m <sup>3</sup> /s)	1015	469.5	206	5.9	558.2
3.		Máxima Media Anual (m <sup>3</sup> /s)	328.5	84.4	112	0.9	369.1
4.		Desviación Standard	261.7	133.8	45.2	2	111
5.		Sesgo	1.3	2	0.9	1.6	0.1
6.	Avenida	10 Años (m <sup>3</sup> /s)	678.1	298.8	188.1	4.5	549.4
7.	Avenida	1000 Años (m <sup>3</sup> /s)	1621.8	878.2	392.3	14.1	1035.8
8.	Area de Captación	(m <sup>3</sup> /s)	4800	802	729	50	14000

A partir de los datos de avenida para 10 y 1000 años se desarrolló una relación caudal de avenidas vs tiempo de retorno, para luego extrapolar y obtener los caudales de máximas avenidas con 25, 50, 100 y 500 años de tiempo de retorno.

El criterio para la selección de la estación de base para el estudio fue su cercanía a los sitios de análisis; en el estudio la estación Puente Maravilla fue seleccionada para el análisis, habida cuenta de su cercanía al puente Unocolla y los otros puntos analizados.

En los cuadros N° 9 y 10 se muestran los resultados obtenidos para cada periodo de retorno para ser utilizados en la estimación de las máximas avenidas en cada punto de interés del presente estudio.

Para la extrapolación hacia los puntos de interés se utilizó la expresión siguiente:

$$Q_A \frac{\sqrt{A_A}}{\sqrt{A_B}} = Q_B$$

## CUADRO N° 9

### CAUDALES DE MAXIMAS AVENIDAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO SEGÚN METODO REGIONAL PARTICULARIZADO

N°	Nombre del río Quebrada y Zona Crítico	PROGRESIVA  (KM)	Area de la Cuenca o subcuenca  (Km <sup>2</sup> )	Estación seleccionada		Caudales de Avenidas (m <sup>3</sup> /s) para diferentes periodos de retorno (Años)				
				Nombre	Area de Captación (Km <sup>2</sup> )					
						25	50	100	500	1000
1	Río Lampa-Puente Unocolla	8+000	2590,93	Pte. Maravilla	4800	753,06	771,43	807,43	1065,31	1191,53
2	Río Lampa-Zona Crítica I	11+100 AL 12+500	1002,53	Pte. Maravilla	4800	468,44	479,86	502,26	662,67	741,18
3	Río Lampa- Zona Crítica II	27+700 AL 30+200	212,19	Pte. Maravilla	4800	215,51	220,77	231,07	304,87	340,99
4	Qda. S/N-Alcantarilla Pichinchuane	30+066	25,83	Pte. Maravilla	4800	75,19	77,02	80,62	106,37	118,97
5	Qda. S/N-Alcantarilla Pucachupa	13+920	57,89	Pte. Maravilla	4800	112,57	115,31	120,69	159,24	178,11
6	Qda. S/N-Alcantarilla Chosecane	22+009	1,49	Pte. Maravilla	4800	18,06	18,50	19,36	25,55	28,57
7	Qda. S/N-Alcantarilla Tacune	24+308	8,78	Pte. Maravilla	4800	43,84	44,91	47,00	62,01	69,36

Siendo:

$Q_A$  = Caudal de avenidas extrapolado al punto de interés ( $m^3/s$ )

$Q_B$  = Caudal de avenidas extrapolado a la estación considerada ( $m^3/s$ )

$A_A$  = Area de la cuenca en el punto de interés ( $m^2$ )

$A_B$  = Area de la cuenca en la estación considerada

### c. Conclusiones

Para el estudio se ha considerado las avenidas máximas de diseño obtenidas por el Método Regional Particularizado, cuyos valores resultan más representativos que los del método regional.

La determinación de avenidas de diseño por el método estadístico de Gumbel representa un alto grado de incertidumbre, al basarse en leyes de probabilidad que es mayor en cuencas como las del Perú, donde las precipitaciones máximas como las actuales interferirán a una población totalmente distinta a la que se analiza.

Los resultados obtenidos sobre las avenidas máximas con el método regional particularizado en las quebradas y zonas críticas muestran valores similares a las encontradas en otros estudios realizados en las cuencas de ríos de la hoya hidrográfica, que hace confiable los resultados hallados.

## 3. ESTUDIO DE DRENAJE

### 3.1 Objetivo

El objetivo principal del estudio de drenaje es conocer la influencia de la precipitación, escorrentía y movimiento de agua subsuperficial sobre la zona de la carretera, para proyectar una vía permanente, que se logra con la

inclusión de obras de drenaje necesarios para mantener en buenas condiciones la carretera: cunetas, alcantarillas, aliviaderos, zanjas y muros de contención.

La finalidad es mantener libre de agua lateral, esto es, evacuar la descarga de las precipitaciones máximas y de las máximas avenidas hacia las obras de drenaje (alcantarillas y cunetas), las que deben estar diseñadas para el caudal de diseño obtenido. Como en el proyecto existen obras de alcantarillas y cunetas, se reconocerá sus características para recomendar su limpieza y reforzamiento o modificación de acuerdo a la evaluación de dichas obras; asimismo, será necesario plantear obras nuevas como cunetas, alcantarillas, aliviaderos, complementándose con zanjas derivadoras, y muros de contención, que establezcan taludes de relleno que puedan ser afectados por escurrimientos laterales.

### **3.2 Escurrimiento en Secciones del Río Lampa y en Quebradas que Cruzan la Vía**

Anteriormente se determinó el caudal en el río Lampa y cuatro quebradas de cruce, cuyos valores se muestran en el cuadro N° 10.

### **3.3 Escurrimiento en Cunetas**

La carretera a rehabilitar y mejorar atraviesa 2 tipos de terreno de acuerdo a las características y condiciones climáticas ligeramente diferentes.

El primer sector, entre Juliaca (km 8+000) -- Lampa, presenta una topografía de planicie con el río Lampa, que corre paralela por la margen izquierda, de la carretera, del km 8+000 al km 31+620 (a la altura de la ciudad de Lampa). El segundo sector, entre Lampa y Qda. Metara, del km 34+000 al km 41+831, presenta una topografía que va de planicie a ondulada, con presencia de pequeñas cuencas colectoras hasta la quebrada Metara.

## CUADRO N° 10

### CAUDALES DE MAXIMAS AVENIDAS INSTANTANEAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO SEGÚN METODO REGIONAL PARTICULARIZADO

N°	Nombre del río Quebrada y Punto Critico	PROGRESIVA  (KM)	Area de la Cuenca o subcuenca  (Km²)	Estación seleccionada		Caudales de Avenidas (m3/s) para diferentes periodos de retorno (Años)				
				Nombre	Area de Captación (Km²)	25	50	100	500	1000
1	Río Lampa-Puente Unocolla	8+000	2590,93	Pte. Maravilla	4800	903.68	925,72	968.92	1278.37	1429.83
2	Río Lampa-Punto Critico I	11+100 AL 12+500	1002.53	Pte. Maravilla	4800	562.13	575.84	602.71	795.20	889.42
3	Río Lampa- Punto Critico II	27+700 AL 30+200	212,19	Pte. Maravilla	4800	258,61	264,92	277,28	365.84	409,19
4	Qda. S/N-Alcantarilla Pichinchuane	30+066	25.83	Pte. Maravilla	4800	90,23	92,43	96.74	127.64	142,76
5	Qda. S/N-Alcantarilla Pucachupa	13+920	57.89	Pte. Maravilla	4800	135,08	138,37	144.83	191.09	213.73
6	Qda. S/N-Alcantarilla Chosecane	22+009	1.49	Pte. Maravilla	4800	21,57	22.20	23.24	30,66	34,29
7	Qda. S/N-Alcantarilla Tacune	24+308	8.78	Pte. Maravilla	4800	52,61	53.89	56.40	74.42	83.23

El análisis hidrológico para plantear las obras de drenaje tales como cunetas, alcantarillas, aliviaderos, etc., se basa en el análisis de las precipitaciones pluviales.

De acuerdo al estudio hidrológico, las precipitaciones varían de 11.7 a 754.3 mm en la cuenca alta y baja de la zona de estudio, respectivamente; existen lagunas cuya posición lateral y capacidad de almacenamiento, resulta favorable para laminar el agua en el período de lluvia; asimismo, existe bofedales y/o zonas hidromórficas que dan un ambiente ecológico especial a lo largo de la carretera.

En base a la precipitación máxima de 754.30 mm, se ha calculado que el volumen de precipitación que cae en la plataforma existente de la carretera de 11.6 m de ancho, por kilómetro de longitud de carretera, es de 874.99 m<sup>3</sup>.

Correspondientemente el caudal de escurrimiento en una hora de precipitación sería:

$Q = 243$  l/s por kilómetro, que repartido en dos lados de la vía daría un caudal de 122 l/s para cada cuneta (en 1 km de vía), equivalente a 37 l/s en cunetas de 300 m.

### **3.4 Evaluación de Alcantarillas Existentes y Proyecto de Nuevas**

En el tramo Juliaca - Lampa existe alcantarillas de acero corrugado TMC que se encuentran en buenas condiciones. En el segundo tramo, entre Lampa y Qda. Metara, existen alcantarillas de mampostería de piedra y cunetas en terreno natural. Todas las obras están posicionadas en los planos de planta y perfil; asimismo, se ha preparado un plano especial con la ubicación de las obras existentes y proyectadas, incluyendo la dirección del flujo.

## Alcantarillas

Para obtener el diámetro adecuado, la capacidad de las alcantarillas de evacuación del agua de las cunetas, se calcula con el máximo caudal de diseño obtenido en el punto 3.3, de 37 l/s, al que se agrega el caudal lateral que puede llegar desde una quebrada o cuenca, estimado en otros 37 l/s, lo que suma 74 l/s.

Las alcantarillas existentes que se encuentran en buenas condiciones se mantendrán, sólo se hará limpieza y mantenimiento, ya que el diámetro puede soportar las máximas avenidas de descarga.

El diseño de alcantarillas nuevas, corresponden a una tubería metálica del tipo TMC, con muros cabezal al inicio y final de ellas, del caudal de diseño obtenemos que el diámetro a usar es de 36", y en algunos puntos diámetros de 48" para el tramo Juliaca-Lampa; para el tramo Lampa-Qda.-Metara se tomó una sección tipo cajón de 0.60 x 0.60, la cual será de concreto reforzado ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ) con un espesor de 15 cm y enmallado con acero de  $\frac{1}{2}$ " 0.15 m.

El diseño de alcantarillas se muestra en los planos de obras de arte.

La relación de las alcantarillas existentes y proyectadas, así como su ubicación se presentan en los cuadros N° 11, 12, 13 y 14.



CUADRO N° 11

ALCANTARILLAS EXISTENTES CIRCULARES DE ACERO CORRUGADO

TMC EN BUENAS CONDICIONES

TRAMO JULIACA (km 8+000) A LAMPA

PROGRESIVA (km)	LONG. (m)	DIÁMETRO	OBSERVACIONES
8+342.15	11.50	36"	Requiere limpieza
8+772.50	11.50	36"	Requiere limpieza
9+632.20	13.30	36"	Requiere limpieza
9+877.25	12.20	36"	Requiere limpieza
10+174	12.40	36"	Requiere limpieza
10+750	18.60	36"	Requiere limpieza
11+057.60	11.70	36"	Requiere limpieza
11+285	15.50	36"	Requiere limpieza
11+520	12.30	36"	Requiere limpieza
11+785.30	11.70	36"	Requiere limpieza
12+064	12.50	36"	Requiere limpieza
12+328.10	12.30	36"	Requiere limpieza
12+452.30	14.00	36"	Requiere limpieza
12+667.40	12.00	36"	Requiere limpieza
12+766	13.00	36"	Requiere limpieza
12+913.60	12.00	36"	Requiere limpieza
13+110.50	11.40	36"	Requiere limpieza
13+335	11.00	36"	Requiere limpieza
13+434	14.60	36"	Requiere limpieza
13+920	15.50	48"	Requiere limpieza
14+621	15.20	36"	Requiere limpieza
15+540	11.40	36"	Requiere limpieza
19+676	11.40	36"	Requiere limpieza
22+089	17.70	36"	Requiere limpieza
24+310.60	13.00	36"	Requiere limpieza
24+770.5	12.80	36"	Requiere limpieza

25+180	11.80	36"	Requiere limpieza
25+740	12.20	36"	Requiere limpieza
26+081	10.60	36"	Requiere limpieza
26+621.30	10.40	36"	Requiere limpieza
27+016.20	11.40	36"	Requiere limpieza
27+367	13.40	36"	Requiere limpieza
27+584	11.60	36"	Requiere limpieza
27+748	11.40	36"	Requiere limpieza
28+087	13.90	36"	Requiere limpieza
28+382	11.50	36"	Requiere limpieza
28+830.50	14.60	36"	Requiere limpieza
30+066.50	11.50	36"	Requiere limpieza
30+685	11.90	36"	Requiere limpieza
<b>TOTAL</b>	<b>39 ALCANTARILLAS</b>		

**CUADRO N° 12**

**ALCANTARILLAS PROYECTADAS  
TRAMO JULIACA (km 8+000) - LAMPA**

<b>PROGRESIVA (km)</b>	<b>LONG. (m)</b>	<b>DIÁMETRO (pulg)</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
22+840	17.50	36"	Requiere construcción
23+320	15.00	36"	Requiere construcción
29+739.30	10.50	36"	Requiere construcción
30+328.50	14.60	48"	Requiere construcción
30+938.60	10.80	36"	Requiere construcción
31+736.50	11.00	36"	Requiere construcción
<b>TOTAL</b>	<b>6 ALCANTARILLAS</b>		

**CUADRO N° 13**

**ALCANTARILLAS EXISTENTES DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA  
EN BUENAS CONDICIONES  
TRAMO LAMPA - QDA. METARA**

<b>PROGRESIVA (km)</b>	<b>LONG. (m)</b>	<b>SECCIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
34+860	7.60	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
35+760	7.50	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
35+820	7.50	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
36+462	7.80	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
36+915	7.00	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
37+530	9.00	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
37+900	9.80	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
38+320	11.30	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
38+600	9.00	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
38+980	8.60	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
39+200	11.00	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
39+575	8.60	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
40+500	9.00	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
41+020	9.00	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
41+330	13.50	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
41+500	9.00	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
41+700	5.80	0.60 x 0.60	Requiere limpieza
<b>TOTAL</b>	<b>17 ALCANTARILLAS</b>		

## CUADRO N° 14

### ALCANTARILLAS PROYECTADAS DE CONCRETO REFORZADO TRAMO LAMPA – QDA. METARA

PROGRESIVA (km)	LONG. (m)	SECCION (m)	OBSERVACIONES
33+580	11.00	0.60 x 0.60	Requiere construcción
33+780	9.50	0.60 x 0.60	Requiere construcción
34+179	9.00	0.60 x 0.60	Requiere construcción
34+350	8.50	0.60 x 0.60	Requiere construcción
<b>TOTAL</b>		<b>4 ALCANTARILLAS</b>	

### 3.5 Evaluación de Cunetas Existentes y Proyecto de Nuevas

Tomando el caudal máximo, la gradiente y la rugosidad, se seleccionó una cuneta de forma triangular de dimensiones 1.20 m de ancho por 0.50 m de profundidad, con revestimiento de concreto simple ( $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ ) de 0.10 m de espesor, y juntas asfálticas de 1" de espesor cada 5 m de cuneta, de acuerdo a la gradiente, entre 1% al 4% para todos los efectos se calculará con la pendiente mínima.

El segundo tramo (Lampa-Qda. Metara) se diseñó para una carretera de 3era Categoría, por lo que las cunetas serán de igual dimensión pero sin revestimiento, ya que nos encontramos en zonas lluviosas.

La longitud de diseño de cunetas nuevas es de 150 a 250 m.

Los diseños típicos se muestran en los planos de drenaje. En los cuadros N° 15 al 18 se presenta los tramos con cunetas existentes y proyectadas, señalando los requerimientos de limpieza y construcción.



**CUADRO Nº 16**

**CUNETAS REVESTIDAS PROYECTADAS  
TRAMO JULIACA (km 8+000) - LAMPA**

<b>LADO IZQUIERDO</b>	
<b>PROGRESIVA (km)</b>	<b>LONG. (m)</b>
8+000 – 8+175	175
12+355 – 12+835	30
25+370 – 25+530	160
25+805 – 25+895	90
26+385 – 26+450	65
26+495 – 26+555	60
29+080 – 29+450	370
31+365 – 31+405	40
<b>SUBTOTAL</b>	<b>990</b>

<b>LADO DERECHO</b>	
<b>PROGRESIVA (km)</b>	<b>LONG. (m)</b>
8+000 – 8+105	105
8+930 – 9+160	230
9+830 – 9+870	40
11+110 – 11+230	120
11+890 – 12+035	145
13+635 – 13+735	100
22+840 – 22+930	90
25+370 – 25+610	240
25+785 – 25+935	150
26+170 – 26+590	420
26+910 – 27+030	120
27+120 – 27+210	90
27+765 – 27+775	10
27+875 – 27+970	95
29+080 – 29+450	370
31+500 – 31+525	25
31+550 – 31+610	60
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2,410</b>

<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS REVESTIDAS NUEVAS</b>	<b>3,400 m</b>
--	----------------

**CUADRO N° 17**

**CUNETAS SIN REVESTIR EXISTENTES  
TRAMO LAMPA – QDA. METARA**

LADO IZQUIERDO		OBSERV.	LADO DERECHO		OBSERV.		
PROGRESIVA (km)	LONG. (m)		PROGRESIVA (km)	LONG. (m)			
34+310	–	140	Requiere limpieza	34+350	–	100	Requiere limpieza
34+450				35+450			
34+490	–	280	Requiere limpieza	34+490	–	280	Requiere limpieza
34+770				34+770			
35+160	–	30	Requiere limpieza	35+210	–	50	Requiere limpieza
35+190				35+260			
35+300	–	270	Requiere limpieza	35+990	–	370	Requiere limpieza
35+570				36+360			
35+990	–	370	Requiere limpieza	36+965	–	345	Requiere limpieza
36+360				37+310			
36+950	–	40	Requiere limpieza	37+520	–	110	Requiere limpieza
36+990				37+630			
				37+770	–	140	Requiere limpieza
				37+910			
				38+490	–	20	Requiere limpieza
				38+510			
				38+555	–	35	Requiere limpieza
				38+590			
				38+610	–	80	Requiere limpieza
				38+690			
							Requiere limpieza
SUBTOTAL		1,130	Requiere limpieza	SUBTOTAL		1,530	Requiere limpieza

<b>TOTAL LIMPIEZA CUNETAS SIN REVESTIR EXISTENTES</b>	<b>2,660 m</b>
---	----------------

CUADRO N° 18

CUNETAS SIN REVESTIR PROYECTADAS  
TRAMO LAMPA - QDA. METARA

LADO IZQUIERDO	
PROGRESIVA (km)	LONG. (m)
34+000	30
34+030	
34+450	40
34+490	
37+910	420
38+330	
38+335	35
38+410	
38+510	40
38+550	
38+590	20
38+610	
38+650	40
38+690	
38+750	20
38+770	
38+810	60
38+870	
39+030	130
39+160	
39+350	20
39+370	
39+390	460

LADO DERECHO	
PROGRESIVA (km)	LONG. (m)
34+000	35
34+035	
34+450	40
34+490	
37+380	140
37+520	
37+630	140
37+770	
37+910	580
38+490	
38+510	45
38+555	
38+590	20
38+610	
38+690	1340
40+030	
40+095	275
40+370	
40+490	120
40+610	
40+660	250
40+910	
41+015	825





### 3.6 Aliviaderos y Zanjas Proyectadas

Los aliviaderos y zanjas proyectadas tienen como objetivo evacuar las aguas superficiales y las que son producto de la escorrentia superficial (lluvias) que son transportados en las cunetas hacia lugares en donde esta agua no afecten la estructura de la carretera.

El diseño del aliviadero consta de una tubería metálica de 24" de diámetro la cual estará conectada a la entrada con una caja colectora de  $2 \times 2 \text{ m}^2$  y profundidad de 1.90 m con respecto a la rasante, cuya estructura es de concreto reforzado ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) enmallado con acero de  $\phi 3/8" @ .25$ , a la salida se colocará una estructura similar a la entrada.

Las zanjas ocupan un área de  $5 \times 5 \text{ m}^2$ , con una profundidad de 0.20 m en la parte central, serán revestidas por un emboquillado de piedras de 0.15 m de espesor.

El diseño de los aliviaderos y zanjas proyectadas se ubican en los planos de obras de arte.

En los cuadros N° 19, 20, 21, 22 se presentan la ubicación de estas obras.

Si no existieran cunetas en el lado opuesto a la caja colectora, a la salida de la tubería se instalará un muro cabezal de concreto ciclópeo para estabilizarlo.

Siempre a la salida de la tubería (exista o no la caja) se habilitará una zanja para la evacuación.

CUADRO N° 19

ALIVIADEROS PROYECTADOS  
TRAMO JULIACA-LAMPA

PROGRESIVA	<u>OBSERVACIONES</u>
8+870	A la salida derecha se colocará muro cabezal
9+130	-----
9+990	-----
11+110	-----
11+870	A la salida izquierda se colocará muro cabezal
13+695	-----
26+880	A la salida izquierda se colocará muro cabezal
29+070	A la salida izquierda se colocará muro cabezal
29+450	-----
<b>TOTAL</b>	<b>9 ALIVIADEROS</b>

**CUADRO N° 20**

**ALIVIADEROS PROYECTADOS  
TRAMO LAMPA-QDA. METARA**

<b>PROGRESIVA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
35+190	A la salida derecha se colocará muro cabezal
35+570	A la salida derecha se colocará muro cabezal
35+990	-----
36+360	-----
36+965	-----
37+140	A la salida izquierda se colocará muro cabezal
37+380	A la salida izquierda se colocará muro cabezal
37+700	A la salida izquierda se colocará muro cabezal
38+110	-----
38+510	-----
38+810	-----
39+030	-----
39+390	-----
39+780	-----
39+930	-----
40+095	A la salida izquierda se colocará muro cabezal
40+260	-----
40+660	A la salida izquierda se colocará muro cabezal
40+790	-----
41+170	-----
<b>TOTAL</b>	<b>20 ALIVIADEROS</b>

**CUADRO N° 21**

**UBICACION DE ZANJAS PROYECTADAS  
TRAMO JULIACA - LAMPA**

<b>LADO IZQUIERDO PROGRESIVA</b>	<b>LADO DERECHO PROGRESIVA</b>
9+433.74	10+495
10+495	12+610
10+670	13+635
12+795	13+970
13+570	25+610
13+950	25+935
25+530	26+170
25+895	26+590
26+190	27+210
28+555	27+555
31+365	27+775
	27+790
	28+950
	31+525
	31+610
<b>TOTAL : 11 ZANJAS</b>	<b>TOTAL : 15 ZANJAS</b>
<b>TOTAL : 26 ZANJAS</b>	

CUADRO N° 22

UBICACION DE ZANJAS PROYECTADAS  
TRAMO LAMPA-QDA. METARA

LADO IZQUIERDO PROGRESIVA	LADO DERECHO PROGRESIVA
34+770	34+770
36+950	35+260
38+375	40+490
38+650	
38+750	
39+350	
40+490	
40+685	
40+970	
41+630	
TOTAL : 13 ZANJAS	

### 3.7 Muro de Contención

Esta obra de arte se usará para la protección de taludes que están en deslizamiento que son inestables, para evitar la colmatación de las cunetas y dejar fluir el escurrimiento de las aguas superficiales en las épocas de lluvia; por otro lado, también se usa como obra inferior de protección de desmoronamiento de la plataforma en zonas inestables o para recortar los volúmenes de relleno.

El diseño de los muros se muestra en el plano de obras de arte; en el cuadro N° 19 se indica la ubicación y sus características geométricas de longitud y altura.

CUADRO N° 23

MURO DE CONTENCIÓN  
JULICA – LAMPA – QDA. METARA

Km	Km	Long. (m)	Altura (m)
38+710	38+730	20	6.75
38+730	38+750	20	3.25
38+870	38+890	20	3.25
38+950	38+970	20	2.75
38+970	38+990	20	2.25
38+990	39+030	40	4.75
39+235	39+270	35	5.75
39+285	39+295	10	4.75
40+190	40+210	20	2.75
40+210	40+230	20	5.75
40+230	40+245	15	4.25
40+610	40+650	40	5.75
41+585	41+610	25	3.25
<b>TOTAL MURO DE CONTENCIÓN</b>			<b>305 m</b>



**Foto N° 1**  
Vista del Km. 8+780, de la carretera hacia Lampa, al fondo afloramientos de la Formación Lampa.



**Foto N° 2**  
Vista del Km. 10+215 de la vía. Al fondo, paso en corte cerrado y a la derecha la cantera Picñan.





**Foto N° 3**

Km. 11+180 de la vía hacia Juliaca. A la derecha se observa el río Lampa.



**Foto N° 4**

Km. 11+980, pequeños derrumbes de materiales coluviales que colmatan las cunetas laterales.



**Foto N°5**

Km. 11+980; afloramientos de arenisca y arenisca lutacea, muy fracturada y alterada, que originan pequeños derrumbes. Talud de corte de 2 a 5 m. de altura.



**Foto N°6**

Km. 12+270, erosión lineal en estratos areno limosos que colmatan las cunetas laterales.



**Foto N° 7**

Km. 12+328, donde se observa la erosión de la plataforma, tanto en la cuneta izquierda como en la salida de la alcantarilla.



**Foto N° 8**

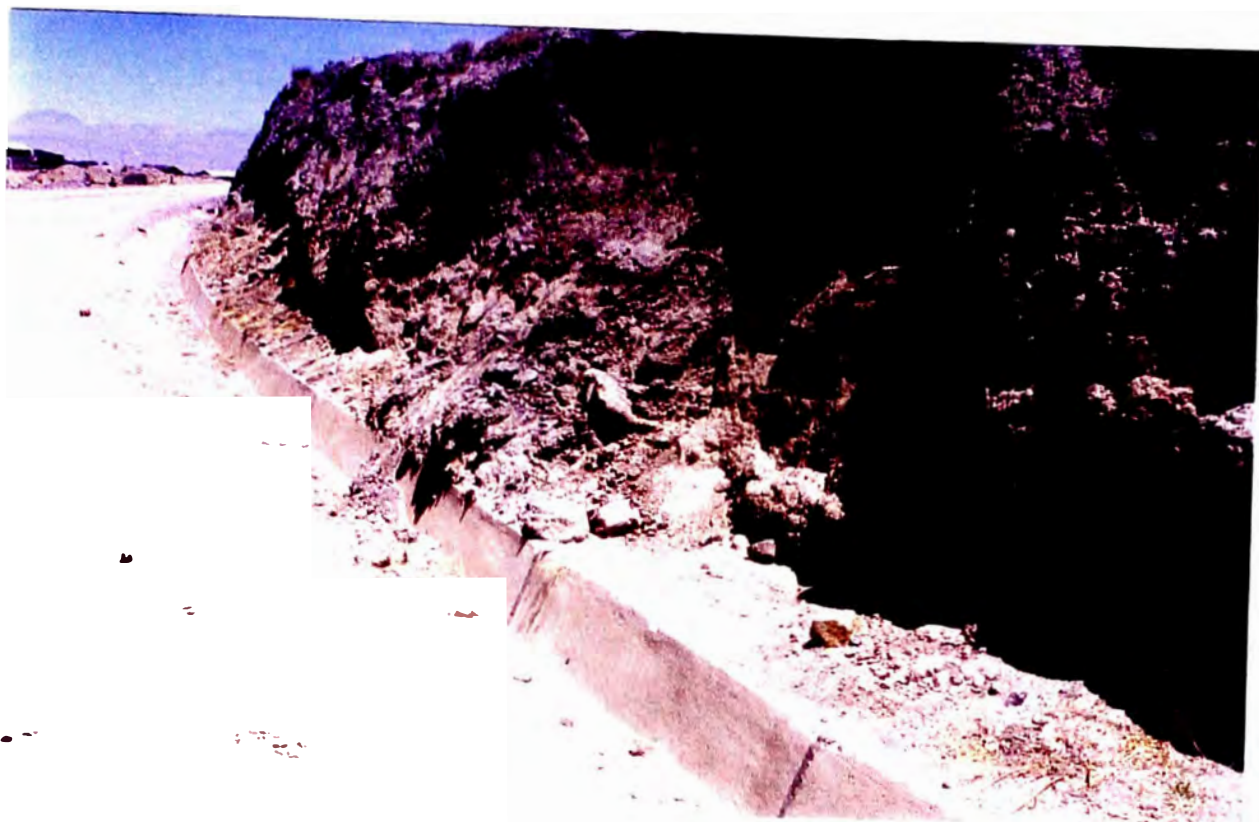
Vista del Km. 12+330 al Km. 12+430, donde se producen pequeños derrumbes y colmatación de las cunetas laterales, en suelos areno limosos



**Foto N° 9**  
Km. 12+770, se observa la erosión de la plataforma, en la zona de entrada de la alcantarilla.



**Foto N° 10**  
Km. 13+160, vista de pequeños derrumbes de suelos coluviales y colmatación de cunetas.



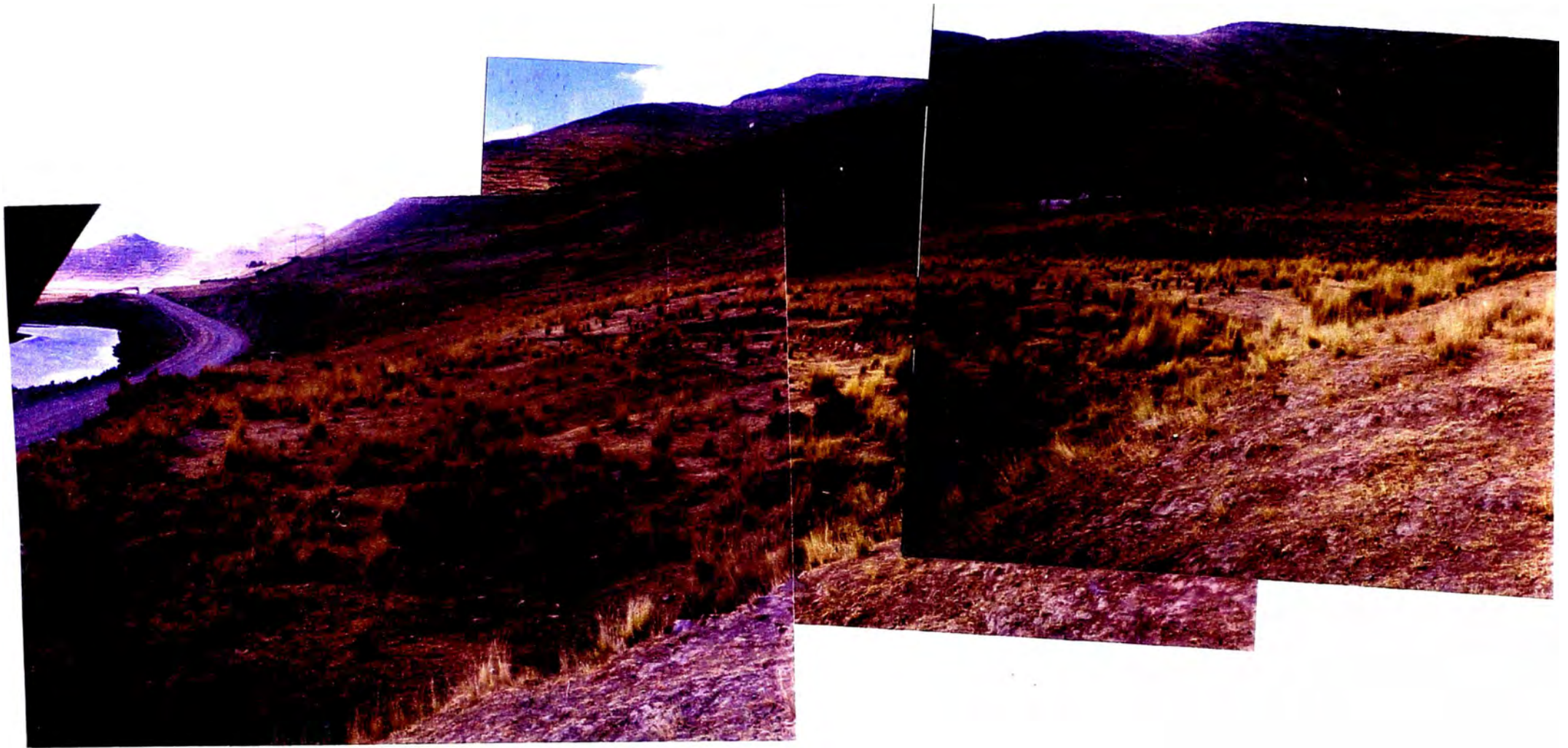
**Foto N° 11**

Km. 13+750, derrumbe de materiales coluviales que colmata la cuneta lateral.



**Foto N° 12**

Vista del Km. 23+160 de la vía hacia Lampa, sobre pampas aluviales.



**Foto N° 13**

Parte alta del deslizamiento, donde se aprecia escarpas semicirculares y grietas de 20 a 40 cm. de ancho, sobre terrenos muy húmedos.



**Foto N° 14**  
Grietas de la parte alta del deslizamiento a la altura del Km. 26+525



**Foto N° 15**  
Vista de la zona del deslizamiento a la altura del Km. 26+550 de la vía, hacia Juliaca.



**Foto N° 16**

Otra vista de las grietas ubicadas en la parte superior del deslizamiento del Km. 26+530.



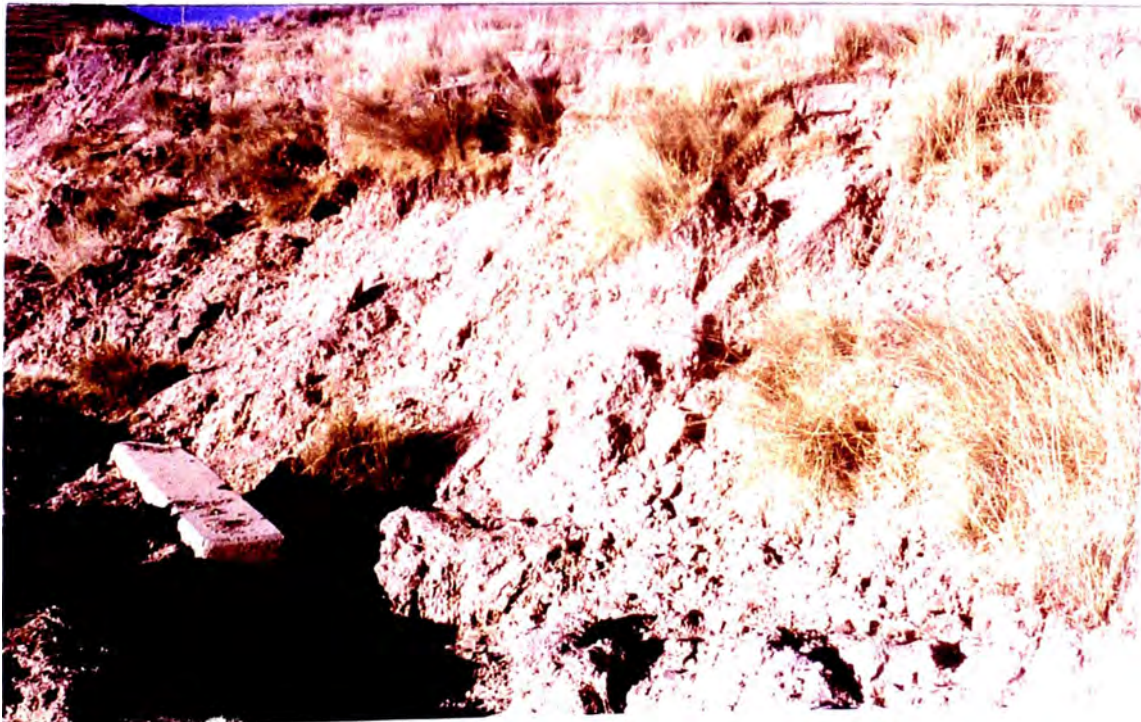
**Foto N° 17**

Km. 26+880, vista hacia Juliaca, al fondo se observa la zona del deslizamiento y a la derecha el río Lampa.





**Foto N° 18**  
Derrumbes y deslizamientos pequeños entre los Km. 27+560 y Km. 27+660.



**Foto N° 19**  
Alcantarilla colmatada en el Km. 27+747, por deslizamiento de suelos arcillo limo arenosos, muy saturados.



**Foto N° 20**  
Zona del deslizamiento del Km. 27+747, que ha colmatado la zona de entrada de la alcantarilla.



**Foto N° 21**

Km. 28+382, vista de la vía hacia Lampa, sobre pampas aluviales, donde se observa pequeños baches.



**Foto N° 22**

Vista del Km. 29+500 de la vía hacia Juliaca.



**Foto N° 23**

Vista del Km. 30+140 de la vía hacia Juliaca, se observa extensas pampas aluviales.



**Foto N° 24**  
Km. 29+793, alcantarilla afectada por erosión, zona de entrada.



**Foto N° 25**  
Km. 29+793, erosión de la plataforma en la zona de salida de la alcantarilla.



Foto N° 27  
Vista panorámica hacia Juliaca de laguna (Pichincha), margen derecha de la vía.



**Foto N° 28**

Km. 30+320, Muro seco deteriorado en una longitud de 5 m., a la izquierda se observa el río Lampa.



**Foto N° 29**

Km. 31+780, Vista de la vía hacia a Juliaca donde se aprecia las aguas provenientes de la laguna colorada.





**Foto N° 30**

Km. 32+000, se observa el pavimento de concreto y la napa freática superficial.



**Foto N° 31**  
Km. 35+200, vista de la vía hacia Lampa, al fondo se observa dicha ciudad.



**Foto N° 32**  
Km. 35+200, vista de la vía hacia a Cara Cara, sobre suelos aluviales y depósitos de la Formación Azangaro.



**Foto N° 33**

Km. 37+200, vista hacia Lampa. Se observa el desarrollo de la vía sobre rocas areniscas de la Formación Lampa cubierta mayormente por suelos coluviales. A la izquierda grandes pampas aluviales de lagunas en extinción.



**Foto N° 34**

Km. 37+650, donde se observa baches profundos de la superficie de rodadura.



**Foto N° 35**

Km. 38+000, corte sobre rocas areniscas plegadas (anticlinal) de la Formación Lanpa.



**Foto N° 36**

Km. 38+400, la vía se desarrolla sobre rocas lutaceas, color marrón rojizo. Los taludes inferiores son inestables.



**Foto N° 37**

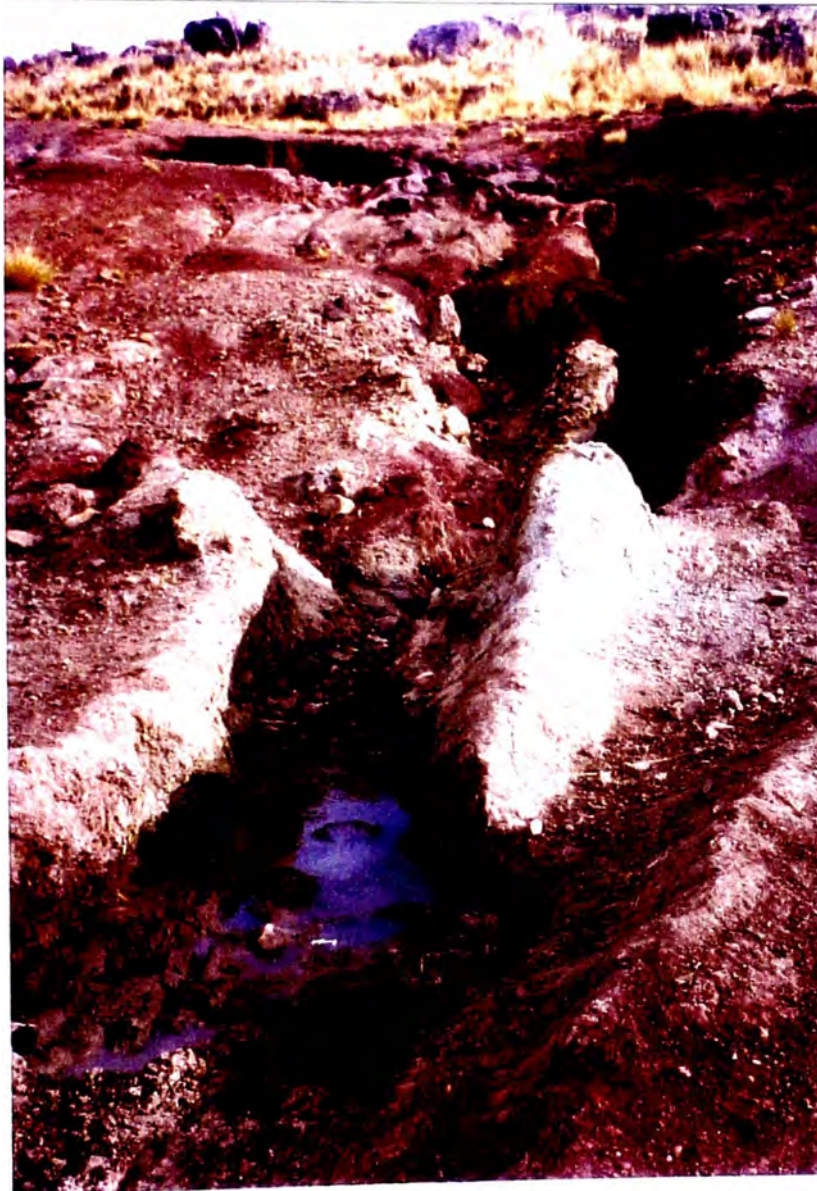
Km.38+590, baches transversales a la vía y falla en talud inferior.



**Foto N° 38**  
Km. 39+030, zona muy disturbada y fallada. El talud inferior se presenta inestable.



**Foto N° 39**  
Km. 40+260, deslizamiento en suelos areno arcillosos muy saturados. Zona de contacto geológico entre las Formaciones Mitu y Ambo.



**Foto N° 40**

Km. 40+260, suelos muy saturados y falta de drenaje en la zona del deslizamiento.



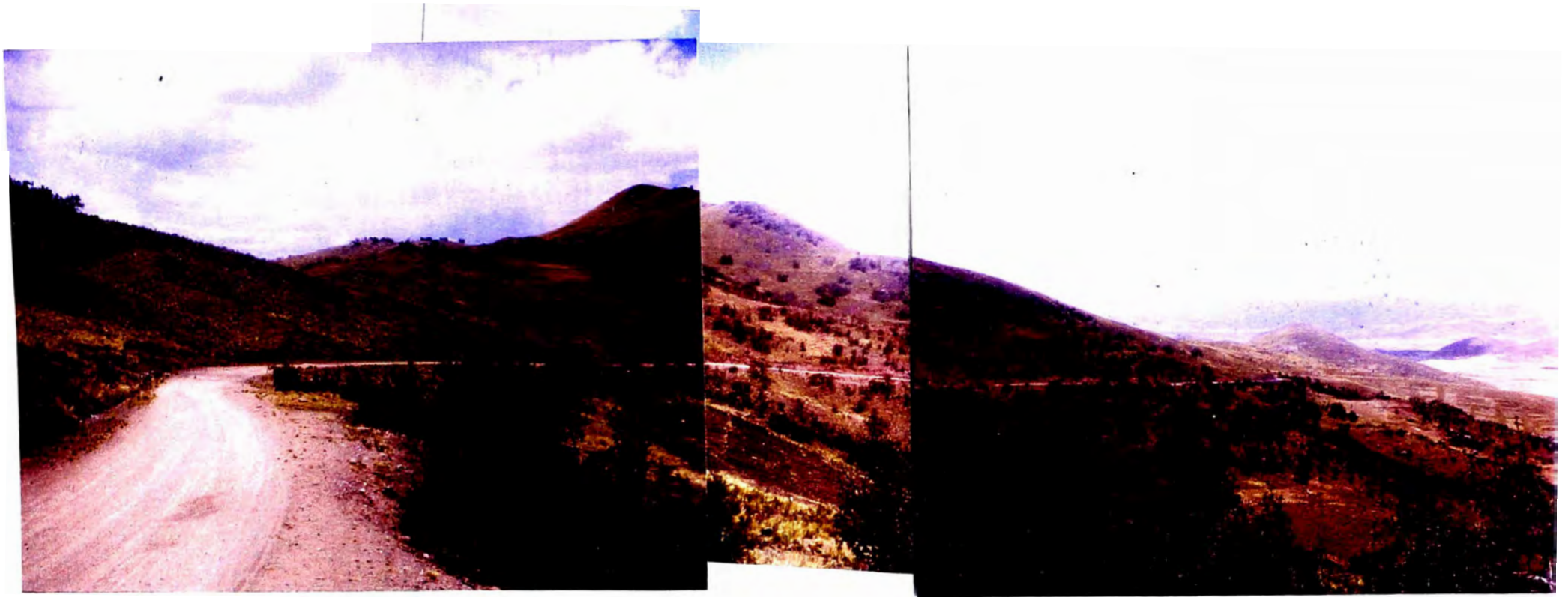
**Foto N° 41**  
Otra vista de zona de deslizamiento y derrumbes, Km. 40+260.





**Foto N° 42**

Km. 41+500, baches y cárcavas en la vía. El talud inferior es ligeramente inestable.



**Foto N° 43**

Km. 41+500, vista de la vía hacia Lampa, desarrollada sobre rocas de la formación Ambo, Mitu e Iscay.



**Foto N° 44**  
Km. 41+430, vía muy deteriorada, zona de falla sobre rocas del Grupo Ambo.



**Foto N° 45**  
Km. 41+800 de la vía hacia Lampa, sobre rocas de la Formación Mitu.



Foto N° 46  
Cantera Unocolla 2000  
Se encuentra a lo largo de la ribera del río Juliaca. aprox. a 2 km aguas  
abajo del Puente Unocolla



Foto N° 47  
Otra vista de la Cantera Unocolla 2000



Foto N° 48

Cantera Unocolla 700, en la confluencia de los rios Cabanillas y Lampa. 700 m aguas arriba del Puente Unocolla.

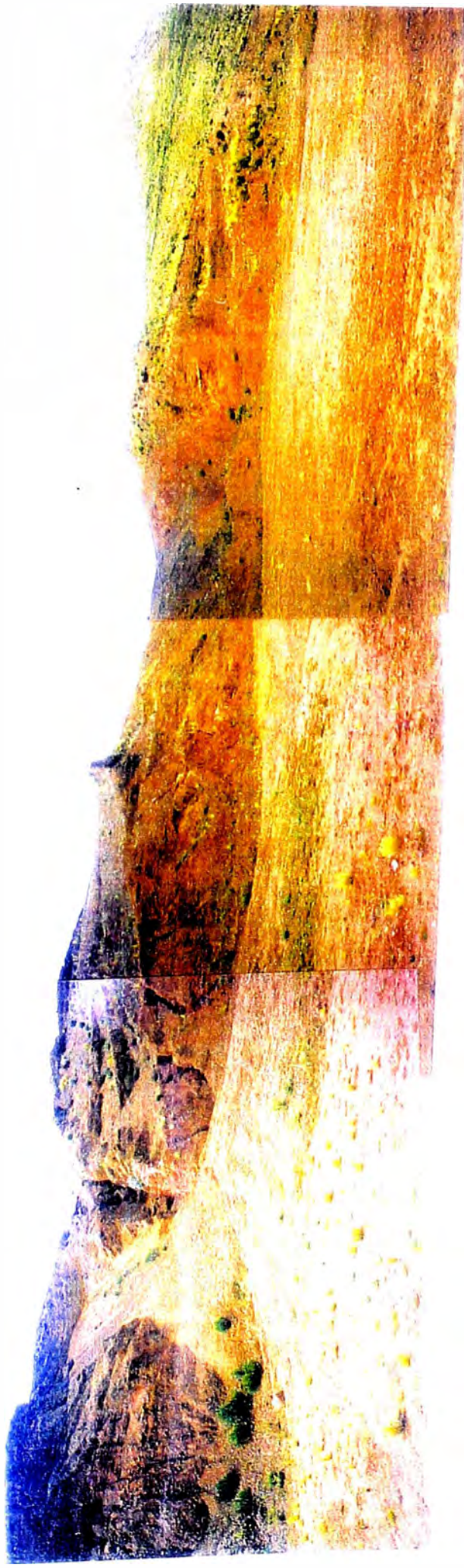


Foto N° 49

Cantera Maravillas



Foto N° 50

Cantera Pucara