

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA MINERA
Y METALURGICA**



**“CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL
DE VIAS EN CONDICIONES GEOTECNICAS DIFÍCILES”**

INFORME DE INGENIERIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:
NEWTON TOCTO ROJAS**

2002

Dedicatoria:

*A mis menores hijos Newton Guillermo, Flory
Katherine y Christian Brando; que soportan
sumisamente los momentos que les hago falta.*

**“CONSIDERACIONES TECNICAS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL
DE VIAS EN CONDICIONES GEOTECNICAS DIFÍCILES”**

INDICE

	<u>Pág.</u>
I. INTRODUCCION	05
II. GENERALIDADES	07
2.1. Objetivo del estudio.....	07
2.2. Ubicación de la zona de estudio.....	08
2.3. Características climáticas.....	08
2.4. Descripción de la zona de estudio.....	09
2.5. Antecedentes.....	09
III. ESTUDIOS BASICOS	11
3.1. Estudios topográficos.....	11
3.2. Geología.....	12
3.3. Aspectos geomorfológicos.....	13
3.4. Investigación y ensayos de campo.....	14
3.5. Ensayos de laboratorio.....	15
3.6. Perfil estratigráfico.....	15
3.7. Estudio de factores externos.....	15
3.8. Estudios de cantera.....	15
3.9. Evaluación del impacto ambiental.....	16
3.10. Evaluación de suelos.....	17

IV.	ESTUDIOS DEFINITIVOS	28
4.1.	Explanaciones.....	28
4.1.1.	Problemas de compactación	30
	- Conclusiones.....	32
4.1.2.	Problemas de asentamiento.....	39
	- Conclusiones.....	40
4.1.3.	Problemas debido a suelos expansivos.....	44
	- Conclusiones.....	46
4.1.4.	Problemas de Movimientos de tierras.....	47
	- Conclusiones.....	48
4.2.	Análisis de Estabilidad de Taludes:.....	57
4.2.1.	Cálculo de estabilidad de taludes: Método de Ábacos	62
4.2.2.	Cálculo de estabilidad de taludes: Método de Dovelas	66
4.2.3.	Cálculo de estabilidad de taludes: Método Estereográfico	72
	- Conclusiones.....	73
VI.	BIBLIOGRAFIA	83
VII.	ANEXOS	85

I.- INTRODUCCION

El presente informe es la recopilación de varios trabajos de investigación referente a “Consideraciones Técnicas para el Diseño Estructural de Vías en Condiciones Geotécnicas Dificiles”, realizados en los trabajos de obras viales a la que actualmente me encuentro avocado.

Las condiciones topográficas, geológicas e hidrológicas diferentes de nuestro territorio hacen que se presenta condiciones geotécnicas difíciles, que inciden en los problemas estructurales y constructivos de las diferentes partes estructurales de una obra vial.

En los accesos a centros mineros, en los tajos en minería a cielo abierto y en general en el Sistema Vial Nacional, contar con vías en buenas condiciones favorecen a realizar un trabajo más eficiente de transporte; pero dentro de este sistema existen también otros factores que inciden negativamente, tales como la propia conformación del terreno (factores geotécnicos), el proceso constructivo y el factor económico; los cuales repercuten en el traslado continuo de materias primas a los centros de producción, en el intercambio comercial, económico, social y cultural.

Otro de los problemas, con fuerte incidencia, es debido a los fenómenos de geodinámica externa; que ocurren en nuestro medio, como el deslizamientos de tierras y rocas, huaycos, e inundaciones, cuyo agente común son las precipitaciones pluviales; que además generan deslizamientos de taludes y hundimientos de plataformas, difíciles de controlar, aumentando riesgos de accidentes, pérdidas de vidas, pérdidas económicas, inseguridad e incomodidad de tránsito, incrementando costos de mantenimiento, de reparación y que a veces requieren una reconstrucción de las vías afectadas.

Los problemas anteriormente mencionados, son parcialmente solucionados por la falta de un estudio geotécnico planificado, lo que incide drásticamente en la economía regional y consecuentemente nacional.

En el presente trabajo se ha realizado un estudio exhaustivo de un tramo de una obra vial en condiciones geotécnicas difíciles, el cual permitirá tomar decisiones correctas, en cuanto al diseño estructural y el proceso constructivo de la obra vial.

En el desarrollo del presente informe, en el capítulo II se describe las generalidades de los diferentes trabajos de investigación, en el capítulo III se realizan los estudios básicos requeridos incluido el estudio de canteras y del impacto ambiental, en el capítulo IV se realizan los estudios definitivos de explanaciones y estabilidad de taludes, incluyendo las conclusiones para los diferentes problemas que se evalúan; concluyendo con la información científica disponible.

El objetivo general del presente informe, es aportar conocimientos, orientados a buscar establecer un sistema de transportes confiable, que de confort y seguridad, tanto para aquellos avocados a la minería como para otros sectores, y que permita contribuir a mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, apoyar el desarrollo de sectores productivos y de servicio, así como la generación de empleos y fortalecimiento de la capacidad de gestión y administración vial; los cuales deben incidir en el desarrollo económico y social de la minería y por ende de la nación.

II. GENERALIDADES

El presente informe consiste en realizar una evaluación de las consideraciones técnicas para el diseño estructural de una vía en condiciones geotécnicas difíciles y su posterior construcción, en base a un diseño geométrico de una vía de aproximadamente 5 km. que une cuatro puntos obligados y asegure un PAIDT de 2000 vehículos/día y 10% de vehículos pesados. Para lo cual en un plano de Curvas Nivel a escala 1:2000 se ubica los cuatro puntos obligados a enlazar; siguiendo la reglamentación de las Normas Peruanas e Internacionales, se realizó el Diseño geométrico de la vía; determinándose: clasificación de la Ruta, datos básicos de diseño, Características Geométricas de Diseño, Diseño de Curvas horizontales, Diseño en Perfil, Sección típica entre otros.

En el presente informe analizaremos el diseño estructural para la construcción de las explanaciones, con tramos de terraplén que excedan los 8 metros de altura, con problemas de asentamiento, zonas con presencia de suelos expansivos, evaluación de compactación de suelos, problemas de movimientos de tierras así mismo se realizará análisis de estabilidad de taludes tanto en suelos como en rocas.

2.1 Objetivo del Estudio

Aplicar los conocimientos de la GEOTECNIA a nuestra realidad territorial, partiendo del conocimiento de la naturaleza de los suelos y rocas, su clasificación e identificación, sus propiedades ingenieriles, sus características de resistencia al corte, permeabilidad, expansividad, consolidación, así sus características de filtración y drenaje y sus posibilidades de uso como materiales de construcción tanto para la compactación y estabilización y como consecuencia realizar un diseño estructural de

una carretera que garantice la transitabilidad permanente con comodidad y buen servicio, así como el uso racional de los recursos en su mantenimiento.

2.2 Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio uno está ubicada al noroeste de la ciudad de Huánuco, la carretera Huánuco-La Unión, margen izquierda del río Mito, en las inmediaciones de afluencia con el río Chico, estando comprendido su ubicación dentro de las coordenadas geográficas siguientes:

76 14'78" Longitud Oeste

09 33'10" Latitud Sur

Pertenece a la cuenca hidrográfica del Higuera, con altitudes promedio que varían entre 2300 a 3000 m.s.n.m.

2.3 Características climáticas

En la zona, existen dos estaciones bien definidas: el invierno, entre los meses de diciembre a marzo, que se caracteriza por ser una época lluviosa y semi-húmeda; mientras que entre los meses de abril a noviembre predomina el clima templado y seco.

Particularmente en la última estación lluviosa, en la región así como en todo el País, se han presentado considerables precipitaciones pluviales caracterizados como excepcionales. Este suceso, se puede evidenciar con en el Informe de precipitación de la zona de Chaglla (ubicada al nor-oeste, aproximadamente a 80 km., de la localidad de Huánuco), emitido por el SENAMHI, de donde se desprende que en el período de Diciembre 1999 a Marzo del 2000, las lluvias se incrementaron mes a mes, las cuales se caracterizaron por ser superiores a sus promedios de los años anteriores entre 55% y 502%.

La temperatura varía, siendo estas: la mínima entre 7 °C a 13 °C, la media entre 15 °C a 17 °C, y la máxima temperatura entre 23 °C y 25 °C.

2.4 Descripción de la zona de estudio

La carretera Huánuco-La Unión, en su primera etapa, se encuentra construida sobre la cuenca del río Higuera, por donde asciende, siguiendo las riberas del mismo río hasta el lugar denominado Punto Unión (la Corona del Inca).

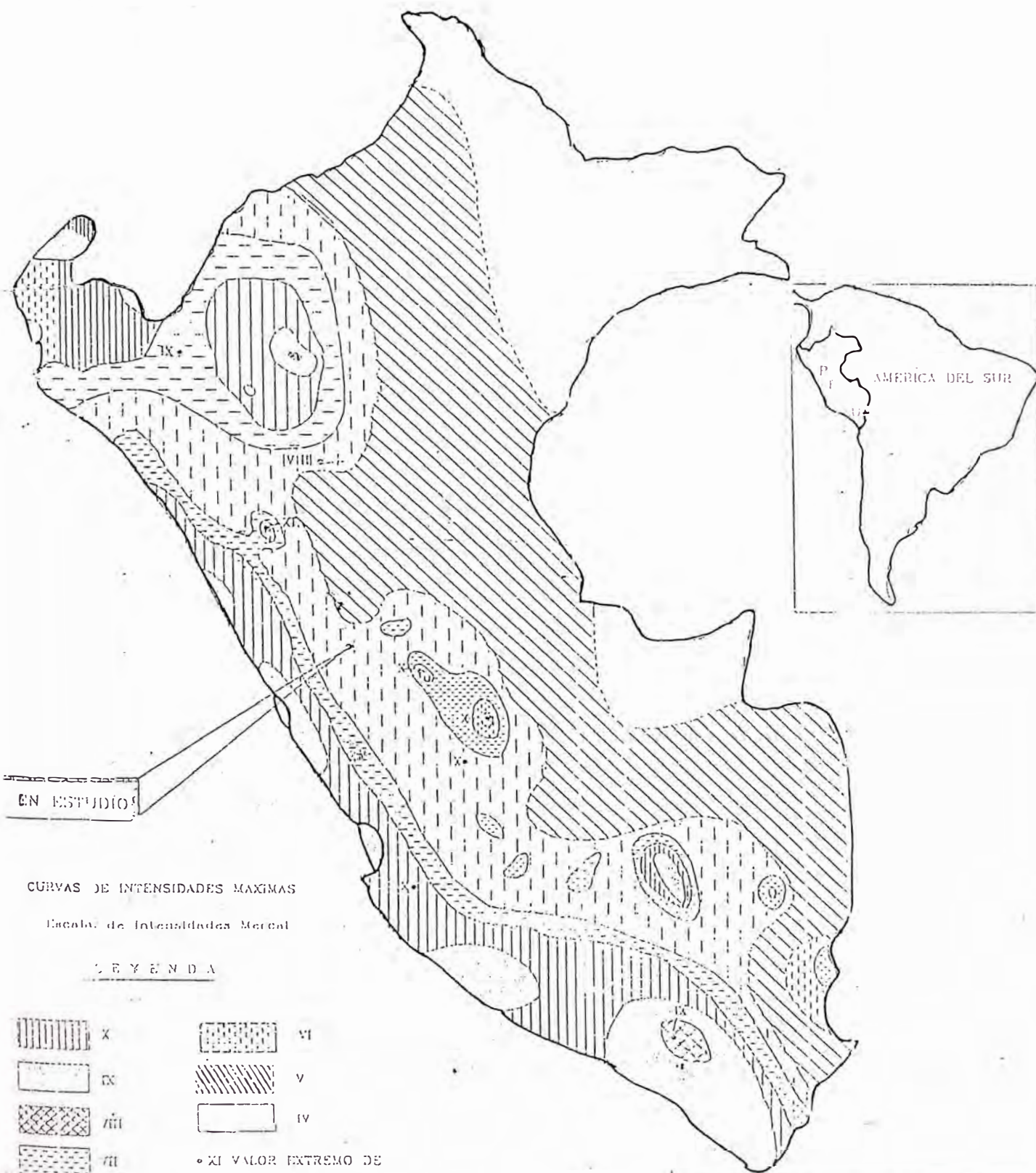
En la zona de estudio, la carretera se desarrolla con pendientes moderadas en los tramos en tangente, y abrupta en la zona de desarrollo, curva, ubicada al pie del deslizamiento (progresiva 15+100 aproximadamente).

Otra característica del área de estudio es que la zona de deslizamiento se ubica a la salida de la cuenca del río Chico, donde además la quebrada tiene una sección de luz muy corta.

En general, la topografía del territorio es sumamente accidentado y los cerros presentan laderas con fuertes pendientes, siendo la vegetación muy pobre debido al escaso material orgánico (humus) con que cuenta.

2.5 Antecedentes

1. La ubicación de la zona de estudio (Quebrada de Puyac), dentro de la Cordillera de los Andes, determina una condición excepcionalmente vulnerable a las amenazas naturales, ya que está expuesta de manera permanente a los deslizamientos y otros procesos denudativos.
2. Debido a la configuración de los suelos de la quebrada, los cuales son de pendientes pronunciadas, durante las estaciones de mayores precipitaciones pluviales, que son de diciembre a marzo, los taludes se desestabilizan por acción del agua, produciéndose deslizamientos sobre la vía.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERO METALURGICA		
INFORME:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIAS EN CONDICIONES GEOTECNICAS DIFICILES
DISEÑO: Newton Tocto R.	PLANO: ZONA DE ESTUDIO	
Fecha : 15/03/02	Escala: 1/400,000	

III. ESTUDIOS BÁSICOS

Para resolver los diferentes problemas, materia del presente informe, consiste en obtener toda la información posible sobre las características topográficas, geológicas, geotécnicas y ambientales; y que implica realizar un análisis geotécnico del emplazamiento de la carretera en estudio, realizar estudios de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas, climáticas y ecológicas. Analizar los elementos que influyen en la estabilidad y durabilidad de las explanaciones con altos terraplenes y cortes altos. Estudio de deslizamientos de tierra y roca por condiciones geomecánicas difíciles. Caracterización de las canteras de préstamo. Estudios de drenaje. El impacto ambiental. Y su incidencia técnico económica de la construcción de la obra vial.

3.1 Estudios topográficos

Localización con coordenadas (ríos, cañadas, depresiones, vías, etc)

Líneas de nivel, cambios topográficos, perfiles, drenaje superficial.

Por las características topográficas de la zona, tal como se observa en el levantamiento correspondiente. (ver anexo – Láminas 01 y 02).

el recorrido de la carretera sobre la margen derecha del río Chico tiene un desarrollo en U muy forzado y no cuenta con el radio mínimo que establecen las normas. Una de las causas que han dado origen a los deslizamientos, es posiblemente debido a limitaciones económicas, y los fuertes cortes efectuados en la construcción de la carretera por esta zona con uso de explosivos sin un control técnico.

3.2 Geología

Los elementos principales a estudiar son:

Formación geológica.

Estructuras y discontinuidades

Meteorización.

- La geología regional está representada por el Grupo Excelsior, el cual está constituido por rocas metamórficas consistentes en lutitas, cuarcitas, esquistos y arcillas (caolín y montmorillonita).

En la geología física local se observa lo siguiente:

Depósitos Aluviales, que se presentan en forma de terrazas superpuestas en las márgenes del río Higueras y está formado por cantos, gravas y bolonerías, en matriz arena limosa de poca a medianamente compactos, de permeabilidad media a alta e inestables cuando están saturados de agua.

Depósitos Residuales (Coluviales), en la ladera del talud del área de estudio, los cuales son acumulaciones caótica y heterométrica de materiales gruesos y finos, constituidos por clastos angulares, con matriz arcilla - limosa, poco compactos, de permeabilidad media e inestable cuando están saturados de agua.

Observando localmente el área de estudio, cuya orografía esta dominada por la orografía de la Cordillera de los Andes, podemos decir que desde el punto de vista geológico, la zona ha sufrido deformaciones tanto por el emplazamiento de plutones de magnitud batolítica como por movimientos orogénicos y epirogénicos, estratificados por el levantamiento de los Andes y por el desarrollo de estructuras geológicas diversas. (Ver anexo – Láminas 03 y 04).

3.3 Aspectos geomorfológicos

Los rasgos geomorfológicos que actualmente presenta la zona, son producto del levantamiento geosinclinal metamórfico que dio lugar a la Cordillera de los Andes, en cuyo flanco oriental se encuentra el sistema de fallamiento subandino, actualmente activo, resultante del actual proceso orogénico asociado a la desviación continental. (Ver anexo – Lámina 05).

Los fenómenos naturales que dominan este escenario son los sísmicos, aluviones, huaycos, fallamientos, erosión hídrica, deslizamientos, etc. que tipifican a la Cordillera como una unidad muy activa y llena de peligros naturales, cuyas consecuencias llegan a constituir desastres naturales.

En la zona de estudio se ha podido observar que existe, principalmente, movimiento de masa constituidas por desplazamientos temporales de material clástico no consolidado (cuaternario coluvial, así como los fondos de quebradas que corresponden al cuaternario aluvial).

La región del Higueras, que corresponde a un área de transición entre las etapas de valle y cañón, escenario físico del lugar de estudio, comprende una zona montañosa muy accidentada con fondo de superficies planas pequeñas y laderas de pendientes fuertes a extremas entre el fondo del valle y las cumbres montañosas.

La quebrada Chico, subsidiaria del río Higueras, presenta flancos en forma de V con pendientes pronunciadas, y corresponde a una terraza eluvial inclinada hacia el río Higueras. El drenaje de estos suelos puede clasificarse como excesivo, debido principalmente a la presencia de elementos gruesos en la superficie del suelo.

Los ríos Mito e Higuera, en este tramo, presentan un cauce estrecho debido al relieve topográfico muy empinado de las montañas existentes en la zona.

3.4 Investigación y ensayos de campo

Se ha realizado trabajos de observación, levantamiento geológico, ensayos in-situ, exploraciones geomorfológicas, así como toma de muestras para análisis petrográfico y para los ensayos de laboratorio.

Los ensayos más comunes que se realizan en el campo son:

Ensayo de Calicata.- Es una excavación a cielo abierto usando herramienta manual o maquinaria.

Existen otros tipos de ensayos recomendados:

Ensayo del Penetrómetro de Bolsillo

Ensayo con la Veleta Manual

Ensayo de Densidad de Campo

Ensayo de Penetración Estándar.-

Ensayo Cono de Peck.- Para determinar la resistencia de los suelos granulares.

Ensayo Cono Holandés CPT.- Para determinar la resistencia del suelo continuo.

Ensayo Corte Directo In situ

3.5. Ensayos de Laboratorio

Se ha realizado los diferentes ensayos básicos, como: determinación de la humedad, análisis granulométrico, determinación del peso específico, límite líquido, límite plástico, Próctor Standar, Próctor Modificado y CBR y se recomienda realizar ensayos de corte directo y ensayos triaxiales.

Otras pruebas recomendadas comunes son:

Resistencia a la Abrasión (Los Angeles) -	Durabilidad.
Análisis Químico (Ph, Cl, SO ₄ , etc).	Permeabilidad
Actividad y dispersividad de las arcillas -	Expansividad
Resistencia a la compresión	Difracción de Rayos X.

3.6. Perfil Estratigráfico.

El perfil esta representado en los registros estratigráficos realizados, donde se observa la presencia de lutitas, y areniscas principalmente como rocas sedimentarias, y la presencia de arcilla limosa como matriz de la formación.

3.7. Estudio de Factores Externos:

Sísmica.- Intensidad y magnitud.

Vegetación.- Especies presentes, cobertura, características del follaje y raíces.

Comportamiento de evapotranspiración.

Clima general.- Clima, lluvias, vientos, temperatura.

Intervención antrópica.- Modificaciones causadas por el hombre.

3.8. Estudio de Canteras

Cantera.- Fuente de aprovisionamiento de Suelo y Rocas para la construcción de la obra.

Requisitos.- Deben cumplirse condiciones favorables, como:

Calidad.- Que se obtiene a través de ensayos de laboratorio.

Volumen.- Potencia y rendimiento suficientes.

Accesibilidad.- Buen estado de las vías de acceso.

Situación Legal.- Favorable.

3.9. Evaluación del Impacto Ambiental

Las carreteras son un componente habitual de la mayoría de los paisajes, pero su construcción generan un problema al medio ambiente paisajístico; construcciones que generan afecciones al medio, entre los que destacan: movimientos de tierras, ruptura de ecosistema, ocupación de tierras, efecto de barrera y la alteración general del paisaje.

El objetivo de un planteamiento de una evaluación ambiental es con el fin de evitar el deterioro del medio paisajístico.

Y para una correcta evaluación debemos basarnos en una técnica matricial conformado por:

Matrices de valoración cualitativa de los impactos ambientales en la fase de construcción y en la fase de explotación.

Matriz de Importancia, Matriz de Impactos, Matriz de Valoración y Matriz de Evaluación.

Conclusiones:

1. El estudio del impacto ambiental que produce las obras viales son fundamentales para preservar el ecosistema y se debe de dar mayor difusión a la aplicación práctica de estas teorías.
2. Con la aplicación de la Evaluación del Impacto Ambiental, la carretera se integra al medio ambiente, permitiendo a los visitantes apreciar un paisaje perceptual desde los diversos puntos de la vía.

EVALUACION DE SUELOS DEL PROYECTO EN ESTUDIO

(Tramo de 2.80 km. Calicatas a cada 500 m)

Calic. Nº	Clasificación Suelos		Límites Consistencia			Wo %	Wop %	Ds gr/cm3	Pe	CBR %	Capilaridad	Permeabilidad y drenaje	Compresibil. Expansión	Susceptible a tubificac.	Cohesión °	Fricción kg/cm2	E Kg/cm2
	SUCS	AASHTO	LL %	LP %	IP %												
1	GC Suelo Granular con 62% de Grava, 20% de Arena y 18% finos que son Arcillas de baja compresibilidad.	A-2-6 (0) Grava y Arena arcillosa	21,3	10,0	11,3	4,8	5,5	2,17	2,68	62,0	Baja	Pobre practicamente impermeable Mal drenaje	Ligera	Resistencia media	0	36	53400
2	GM Suelo Granular con 58% de Grava, 21% de Arena y 21% finos que son Limos de baja compresibilidad.	A-2-5 (0) Grava y Arena limosa	43,3	33,7	9,6	3,5	3,0	2,15	2,40	60,0	Mediana a veces perjudicial	Regular a Pobre Drenaje pobre	Muy ligera	Resistencia media	0,96	34	53400
3	GC Suelo Granular con 45% de Grava, 25% de Arena y 30% finos que son Arcillas de baja compresibilidad.	A-2-4 (0) Grava y Arena Arcillosa	34,0	24,0	10,0	7,9	10,0	2,20	2,68	60,0	Mediana	Pobre practicamente impermeable Mal drenaje	Ligera	Resistencia media	0	36	53400
4	SC Suelo Granular con 21% de Grava, 56% de Arena y 23% finos que son Arcillas de baja compresibilidad.	A-2-4(0) Grava y Arena Arcillosa	22,0	12,0	10,0	5,4	7,2	2,21	2,65	30,0	Mediana	Pobre practicamente impermeable Mal drenaje	Ligera a media	Resistencia media	0,2	28	53400
5	CH Suelo Fino, arcilla arenosa con 3% de Grava, 25% de Arena y 72% de finos, que son arcillas de alta compresibilidad.	A-7-6(7) Suelo arcilloso. Aloysita-2H2O	52,0	29,0	23,0	30,0	25,0	1,60	2,50	8,0	Regular a elevada	Impermeable No drena	Alta	Gran resistencia	0,1	8	35600
6	CL Suelo Fino, arcilla arenosa sin Grava, con 33% de Arena y 67% de finos, que son arcillas de baja compresibilidad.	A-6 (8) Suelo arcilloso Caolinita	31,2	18,0	13,2	25,0	14,0	1,85	2,55	15,0	Regular a elevada	Impermeable No drena	Ligera a media	Resistencia media	0,4	8	35600

EVALUACION DE CANTERA

(Tramo de 2.80 Km. Calicatas a cada 500 m)

PROGRESIVA : 3+ 250

A 120 metros

1	SP Suelo Granular con 43.75% de Grava, 52.8% de Arena y 3.45% finos , pobremente graduada.	A-1-a (0) Arena gravosa.	-	-	-	5,8	11,9	1,92	2,68	70,0	Baja	Permeable Buen Drenaje	Practicamente nula	Baja resistencia	0	34	53400
---	--	------------------------------------	---	---	---	-----	------	------	------	------	------	------------------------------	--------------------	------------------	---	----	-------

EVALUACION DE SUELOS DEL PROYECTO EN ESTUDIO

(Tramo de 2.80 Km. Calicatas a cada 500 m)

Calic. N°	Clasificación Suelos		Cimiento	Terraplén	Subrasante	Capa de base	Caracterist. Pav. Provisional		Características de Compactabilidad	Estabilización recomendada	Estabilizac. Suelo-cem.		Observaciones
	SUCS	AASHTO					c/revestimien. ligero	c/tratam. asfáltico			%cemento recom.	Resist. kg/cm ²	
1	GC	A-2-6 (0)	Bueno	Estable	Buena	Bueno a aceptable	Excelente	Excelente	Buenas a regulares. Rodillo neumático o pata de cabra.	Cemento: Incrementar: Ds. y cohesión. Asfalto: incr. Cohesión	05 -09	3 0 -70	
2	GM	A-2-5 (0)	Bueno a Excelente	Estable	Buena a excelente	Aceptable a deficiente	Pobre	Regular a pobre	Buenas. Rodillos neumáticos o pata de cabra ligeros	Cemento	05 -09	3 0 -70	
3	GC	A-2-4 (0)	Bueno	Estable	Buena	Bueno a aceptable	Excelente	Excelente	Buenas a regulares. Rodillo neumático o pata de cabra.	Cemento	05 -09	3 0 -70	
4	SC	A-2-4(0)	Regular a Bueno	Razonable-mente estable	Regular a buena	Aceptable a deficiente	Excelente	Excelente	Buenas a regulares. Rodillo neumático o pata de cabra.	Cemento	05 -09	3 0 -70	
5	CH	A-7-6(7)	Pobre a muy pobre	Malo a Pésimo Vigilise la expansión	Mala o muy mala	Inadecuado	Muy mala	No debe usarse	Regulares. Rodillos pata de cabra.	Cal: Trabajabilidad y resistencia. Reducción de expansiones y contracciones	10 -16	15 -40	
6	CL	A-6 (8)	Regular a pobre	Malo a Regular	Regular a mala	Inadecuado	Mala	Mala	Regulares a buenas. Rodillos pata de cabra o neumáticos.	Cemento: Resistencias tempranas. Cal. Arena: Estab. Mecan.	09 -15	2 0 -60	

18

EVALUACION DE CANTERA

(Tramo de 2.80 Km. Calicatas a cada 500 m)

PROGRESIVA : 3+ 250

A 120 metros

1	SP	A-1-a(0)	Bueno a regular	Estable compactado	Regular a bueno	Mala	Mala	Regular a mala	Buenas. Rodillo neumático o vibratorios.	Cemento: Incrementar: Ds. y cohesión. Asfalto: incr. Cohesión	05 -09	3 0 -70	
---	----	----------	-----------------	--------------------	-----------------	------	------	----------------	---	---	--------	---------	--

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

PROYECTO : *INFORME FIGMM-UNI*

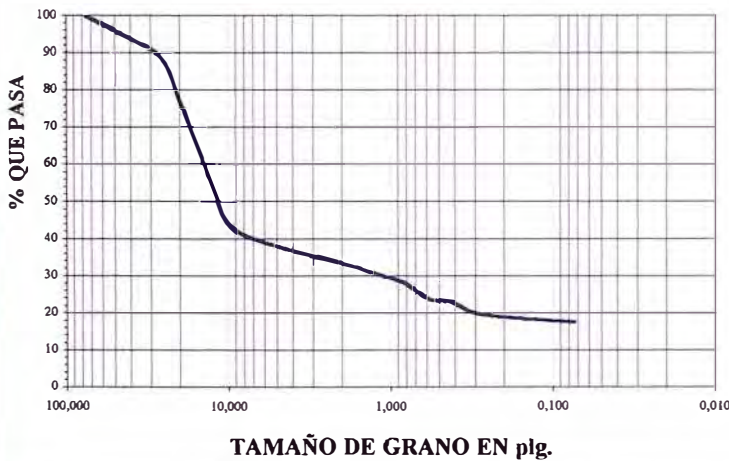
UBICACIÓN : Dpto. *HUANUCO* : Dist. *Huámico* Solicita: *FIGMM-UNI*

: Prov. *HUANUCO* : Lugar *Puyac* FECHA ene-02

MUESTRA : M - 1 Calicata : 01 Profundidad: 1,20 m

TAMIZ N°	ABERTURA DEL TAMIZ	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ			PESO QUE PASA	
		GRAMOS	%	%	GRAMOS	%
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	1.000,00	100,00
1 1/2"	38,100	65,82	6,58	6,58	934,18	93,42
1"	25,400	53,87	5,39	11,97	880,31	88,03
3/4"	19,050	132,87	13,29	25,26	747,44	74,74
1/2"	12,700	199,65	19,97	45,22	547,79	54,78
3/8"	9,525	116,89	11,69	56,91	430,90	43,09
N° 4	4,760	54,32	5,43	62,34	376,58	37,66
N° 10	2,000	42,88	4,29	66,63	333,70	33,37
N° 16	1,190	28,87	2,89	69,52	304,83	30,48
N° 20	0,840	21,78	2,18	71,70	283,05	28,31
N° 30	0,590	44,59	4,46	76,15	238,46	23,85
N° 40	0,420	10,25	1,03	77,18	228,21	22,82
N° 50	0,297	27,85	2,79	79,96	200,36	20,04
N° 100	0,149	15,41	1,54	81,51	184,95	18,50
N° 200	0,074	9,15	0,92	82,42	175,80	17,58
Cazoleta		175,80	17,58	100,00	0,00	0,00
Peso total + Caz.		1.000,00				

CURVA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



CLASIFICACION DE SUELOS:

SUCS GC
AASHTO A-2-6(0)

LIMITES DE CONSISTENCIA:

LIMITE LIQUIDO : 21,3
LIMITE PLASTICO: 10,0
INDICE DE PLASTICIDAD: 11,3

Coefficiente de Uniformidad: -

Coefficiente de Curvatura : -

Humedad Natural (%): 7,0

Humedad Optima (%): 5,5

Densidad Seca Máx. (g/cm³): 2,17

CBR (%): 62

P.Stand

Peso Específico: 2,68

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASIF. AASHTO	CLASIF. (SUCS)	Gráfico tipo suelo
0,20	M1	ESTRATO SUPERFICIAL ORGANICO CON RESTOS DE RAICES			
1,00		Material de relleno, bolonerías y cantos rodados con matriz de grava y arena y finos arcillosos.	A-2-6 (0)	GC	
1,20		Rocas moderadamente meteorizadas, esquistos.			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

PROYECTO : *INFORME FIGMM-UNI*

UBICACIÓN : Dpto. *HUANUCO* : Dist. *Huánuco* Solicita: *FIGMM-UNI*

: Prov. *HUANUCO* : Lugar *Puyac* FECHA ene-02

MUESTRA : M - 1 Calicata : 02 Profundidad: 1,20 m

TAMIZ N°	ABERTURA DEL TAMIZ	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ			PESO QUE PASA	
		GRAMOS	%	%	GRAMOS	%
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	1.013,20	100,00
2"	50,800	153,80	15,18	15,18	859,40	84,82
1 1/2"	38,100	39,40	3,89	19,07	820,00	80,93
1"	25,400	97,40	9,61	28,68	722,60	71,32
3/4"	19,050	97,10	9,58	38,26	625,50	61,74
1/2"	12,700	52,70	5,20	43,47	572,80	56,53
3/8"	9,525	57,60	5,68	49,15	515,20	50,85
N° 4	4,760	92,10	9,09	58,24	423,10	41,76
N° 10	2,000	15,70	1,55	59,79	407,40	40,21
N° 16	1,190	26,30	2,60	62,39	381,10	37,61
N° 20	0,840	16,70	1,65	64,03	364,40	35,97
N° 30	0,590	18,30	1,81	65,84	346,10	34,16
N° 40	0,420	22,80	2,25	68,09	323,30	31,91
N° 50	0,297	22,50	2,22	70,31	300,80	29,69
N° 100	0,149	50,80	5,01	75,33	250,00	24,67
N° 200	0,074	42,50	4,19	79,52	207,50	20,48
Cazoleta		207,50	20,48	100,00	0,00	0,00
Peso total + Caz.		1.013,20				



CLASIFICACION DE SUELOS:	
SUCS	GM
AASHTO	A-2-5(0)

LIMITES DE CONSISTENCIA:	
LIMITE LIQUIDO :	43,3
LIMITE PLASTICO:	33,7
INDICE DE PLASTICIDAD:	9,6

Coefficiente de Uniformidad:	-
Coefficiente de Curvatura :	-
Humedad Natural (%):	12,0
Humedad Optima (%):	10
Densidad Seca Máx. (g/cm ³):	2,15
CBR (%):	50

P. Stand

Peso Especifico:	2,64
------------------	------

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASIF. AASHTO	CLASIF. (SUCS)	Gráfico tipo suelo
0,20	M1	ESTRATO SUPERFICIAL ORGANICO CON RESTOS DE RAICES			
		Grava limosa residual mezcla mal graduada de gravas.	A-2-5 (0)	GM	
1,00		Rocas moderadamente meteorizadas, esquistos, pizarras, cuarcitas, lutitas.			
1,20					

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

PROYECTO : *INFORME FIGMM-UNI*

UBICACIÓN : Dpto. *HUANUCO* : Dist. *Huánuco* Solicita: *FIGMM-UNI*

: Prov. *HUANUCO* : Lugar *Puyac* FECHA *ene-02*

MUESTRA : M - 1 Calicata : 03 Profundidad: *1,20 m*

TAMIZ Nº	ABERTURA DEL TAMIZ	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ			PESO QUE PASA	
		GRAMOS	%	%	GRAMOS	%
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	5.050,00	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	5.050,00	100,00
1 1/2"	38,100	560,00	11,09	11,09	4.490,00	88,91
1"	25,400	665,00	13,17	24,26	3.825,00	75,74
3/4"	19,050	250,00	4,95	29,21	3.575,00	70,79
1/2"	12,700	180,00	3,56	32,77	3.395,00	67,23
3/8"	9,525	210,00	4,16	36,93	3.185,00	63,07
Nº 4	4,760	405,00	8,02	44,95	2.780,00	55,05
Nº 10	2,000	185,00	3,66	48,61	2.595,00	51,39
Nº 16	1,190	15,00	0,30	48,91	2.580,00	51,09
Nº 20	0,840	48,00	0,95	49,86	2.532,00	50,14
Nº 30	0,590	105,00	2,08	51,94	2.427,00	48,06
Nº 40	0,420	257,00	5,09	57,03	2.170,00	42,97
Nº 50	0,297	18,00	0,36	57,39	2.152,00	42,61
Nº 100	0,149	200,00	3,96	61,35	1.952,00	38,65
Nº 200	0,074	422,00	8,36	69,70	1.530,00	30,30
Cazoleta		1.530,00	30,30	100,00	0,00	0,00
Peso total + Caz.		5.050,00				



CLASIFICACION DE SUELOS:
SUCS <i>GC</i>
AASHTO <i>A-2-4(0)</i>

LIMITES DE CONSISTENCIA:
LIMITE LIQUIDO : <i>34,0</i>
LIMITE PLASTICO: <i>24,0</i>
INDICE DE PLASTICIDAD: <i>10,0</i>

Coefficiente de Uniformidad:	-
Coefficiente de Curvatura :	-
Humedad Natural (%):	<i>7,9</i>
Humedad Optima (%):	<i>10</i>
Densidad Seca Máx. (g/cm3):	<i>2,2</i>
CBR (%):	<i>60</i>

Peso Especifico:	<i>2,68</i>
------------------	-------------

P.Stand

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASIF. AASHTO	CLASIF. (SUCS)	Gráfico tipo suelo
0,20	M3	ESTRATO SUPERFICIAL ORGANICO CON RESTOS DE RAICES			
1,00		Material de relleno, bolonerías y cantos rodados con matriz de grava y arena y finos arcillosos	A-2-4(0)	GC	
1,20		Rocas moderadamente meteorizadas, esquistos, pizarras.			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

PROYECTO : *INFORME FIGMM-UNI*

UBICACIÓN : Dpto. *HUANUCO* : Dist. *Huánuco* Solicita: *FIGMM-UNI*

: Prov. *HUANUCO* : Lugar *Puyac* FECHA *ene-02*

MUESTRA : M - 1 Calicata : 04 Profundidad: *1,20 m*

TAMIZ N°	ABERTURA DEL TAMIZ	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ			PESO QUE PASA	
		GRAMOS	%	%	GRAMOS	%
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	5.250,32	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	5.250,32	100,00
1 1/2"	38,100	228,90	4,36	4,36	5.021,42	95,64
1"	25,400	114,30	2,18	6,54	4.907,12	93,46
3/4"	19,050	195,12	3,72	10,25	4.712,00	89,75
1/2"	12,700	155,10	2,95	13,21	4.556,90	86,79
3/8"	9,525	113,20	2,16	15,36	4.443,70	84,64
N° 4	4,760	273,80	5,21	20,58	4.169,90	79,42
N° 10	2,000	555,00	10,57	31,15	3.614,90	68,85
N° 16	1,190	404,30	7,70	38,85	3.210,60	61,15
N° 20	0,840	307,20	5,85	44,70	2.903,40	55,30
N° 30	0,590	321,50	6,12	50,82	2.581,90	49,18
N° 40	0,420	340,70	6,49	57,31	2.241,20	42,69
N° 50	0,297	280,70	5,35	62,66	1.960,50	37,34
N° 100	0,149	449,60	8,56	71,22	1.510,90	28,78
N° 200	0,074	292,50	5,57	76,79	1.218,40	23,21
Cazoleta		1.218,40	23,21	100,00	0,00	0,00
Peso total + Caz.		5.250,32				



CLASIFICACION DE SUELOS:	
SUCS	SC
AASHTO	A-2-4(0)

LIMITES DE CONSISTENCIA:	
LIMITE LIQUIDO :	22,0
LIMITE PLASTICO:	12,0
INDICE DE PLASTICIDAD:	10,0

Coefficiente de Uniformidad:	-
Coefficiente de Curvatura :	-

Humedad Natural (%):	5,4
Humedad Optima (%):	7,2
Densidad Seca Máx. (g/cm3):	2,21
CBR (%):	30

P. Stand

Peso Específico:	2,65
------------------	------

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD (m)		MUESTRA	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASIF. AASHTO	CLASIF (SUCS)	Gráfico tipo suelo
0,20		M4	ESTRATO SUPERFICIAL ORGANICO CON RESTOS DE RAICES			
1,00			Arena con arcillas de baja compresibilidad.	A-2-4 (0)	SC	
1,20			Rocas moderadamente meteorizadas, lutitas.			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

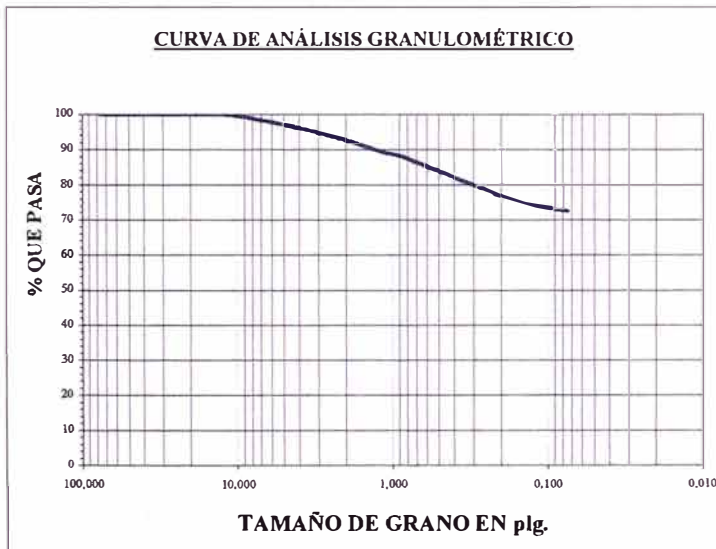
PROYECTO : *INFORME FIGMM-UNI*

UBICACIÓN : Dpto. *HUANUCO* : Dist. *Huánuco* Solicita: *FIGMM-UNI*

: Prov. *HUANUCO* : Lugar *Puyac* FECHA *enc-02*

MUESTRA : M - 1 Calicata : 05 Profundidad: *1,20 m*

TAMIZ Nº	ABERTURA DEL TAMIZ	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ			PESO QUE PASA	
		GRAMOS	%	%	GRAMOS	%
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	1.000,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	1.000,00	100,00
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	1.000,00	100,00
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	1.000,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	1.000,00	100,00
3/8"	9,525	5,00	0,50	0,50	995,00	99,50
Nº 4	4,760	25,00	2,50	3,00	970,00	97,00
Nº 10	2,000	43,00	4,30	7,30	927,00	92,70
Nº 16	1,190	31,00	3,10	10,40	896,00	89,60
Nº 20	0,840	17,00	1,70	12,10	879,00	87,90
Nº 30	0,590	28,00	2,80	14,90	851,00	85,10
Nº 40	0,420	26,00	2,60	17,50	825,00	82,50
Nº 50	0,297	25,00	2,50	20,00	800,00	80,00
Nº 100	0,149	50,00	5,00	25,00	750,00	75,00
Nº 200	0,074	25,00	2,50	27,50	725,00	72,50
Cazoleta		725,00	72,50	100,00	0,00	0,00
Peso total + Caz.		1.000,00				




CLASIFICACION DE SUELOS:
SUCS <i>CH</i>
AASHTO <i>A-7-6(7)</i>

LIMITES DE CONSISTENCIA:
LIMITE LIQUIDO : <i>52,0</i>
LIMITE PLASTICO: <i>29,0</i>
INDICE DE PLASTICIDAD: <i>23,0</i>

Coefficiente de Uniformidad:	-
Coefficiente de Curvatura :	-
Humedad Natural (%):	<i>30,0</i>
Humedad Optima (%):	<i>25</i>
Densidad Seca Máx. (g/cm3):	<i>1,6</i>
CBR (%):	<i>8</i>
Peso Especifico:	<i>2,5</i>

P.Stand

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASIF. AASHTO	CLASIF (SUCS)	Gráfico tipo suelo
0,20	M5	ESTRATO SUPERFICIAL ORGANICO CON RESTOS DE RAICES			
1,00		Arcilla de alta compresibilidad	A-7-6 (7)	CH	
1,20		Arcillas, alloysita			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

PROYECTO : *INFORME FIGMM-UNI*
 UBICACIÓN : Dpto. *HUANUCO* : Dist. *Huánuco* Solicita: *FIGMM-UNI*
 : Prov. *HUANUCO* : Lugar *Puyac* FECHA *ene-02*
 MUESTRA : M - 1 Calicata : 06 Profundidad: *1,20 m*

TAMIZ N°	ABERTURA DEL TAMIZ	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ			PESO QUE PASA	
		GRAMOS	%	%ac	GRAMOS	%
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	300,00	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	300,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	300,00	100,00
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	300,00	100,00
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	300,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	300,00	100,00
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	300,00	100,00
N° 4	4,760	0,00	0,00	0,00	300,00	100,00
N° 10	2,000	7,00	2,33	2,33	293,00	97,67
N° 16	1,190	8,80	2,93	5,27	284,20	94,73
N° 20	0,840	7,00	2,33	7,60	277,20	92,40
N° 30	0,590	12,00	4,00	11,60	265,20	88,40
N° 40	0,420	10,60	3,53	15,13	254,60	84,87
N° 50	0,297	4,60	1,53	16,67	250,00	83,33
N° 100	0,149	25,40	8,47	25,13	224,60	74,87
N° 200	0,074	23,00	7,67	32,80	201,60	67,20
Cazoleta		201,60	67,20	100,00	0,00	0,00
Peso total + Caz.		300,00				



CLASIFICACION DE SUELOS:	
SUCS	CL
AASHTO	A-6(8)

LIMITES DE CONSISTENCIA:	
LIMITE LIQUIDO :	31,2
LIMITE PLASTICO:	18,0
INDICE DE PLASTICIDAD:	13,2

Coefficiente de Uniformidad:	1,29
Coefficiente de Curvatura :	0,97
Humedad Natural (%):	25,0
Humedad Optima (%):	14,00
Densidad Seca Máx. (g/cm3):	1,85
CBR (%):	15,00

Peso Específico:	2,55
------------------	------

P. Stand

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASIF. AASHTO	CLASIF (SUCS)	Gráfico tipo suelo
0,20	M6	ESTRATO SUPERFICIAL ORGANICO CON RESTOS DE RAICES			
1,00		Arcilla de baja compresibilidad.	A-6 (8)	CL	
1,20		Suelo arcilloso, caolinita			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

PROYECTO : *INFORME FIGMM-UNI*

UBICACIÓN : Dpto. *HUANUCO* : Dist. *Huánuco* Solicita: *FIGMM-UNI*
 : Prov. *HUANUCO* : Lugar *Yanac* FECHA *ene-02*

MUESTRA : M - 1 Cantera 1 Profundidad: 1,20 m

TAMIZ Nº	ABERTURA DEL TAMIZ	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ			PESO QUE PASA	
		GRAMOS	%	%ac	GRAMOS	%
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	955,60	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	955,60	100,00
1 1/2"	38,100	127,67	13,36	13,36	827,93	86,64
1"	25,400	50,07	5,24	18,60	777,86	81,40
3/4"	19,050	52,56	5,50	24,10	725,30	75,90
3/8"	9,525	110,47	11,56	35,66	614,83	64,34
Nº 4	4,760	77,31	8,09	43,75	537,52	56,25
Nº 10	2,000	61,35	6,42	50,17	476,17	49,83
Nº 20	0,840	115,91	12,13	62,30	360,26	37,70
Nº 40	0,420	144,30	15,10	77,40	215,96	22,60
Nº 100	0,149	151,84	15,89	93,29	64,12	6,71
Nº 200	0,074	31,15	3,26	96,55	32,97	3,45
Cazoleta		32,97	3,45	100,00	0,00	0,00
Peso total + Caz.		955,60				



CLASIFICACION DE SUELOS:
SUCS SP
AASHTO A-1-a(0)

LIMITES DE CONSISTENCIA:
LIMITE LIQUIDO : -
LIMITE PLASTICO: -
INDICE DE PLASTICIDAD: -

Coefficiente de Uniformidad: -
Coefficiente de Curvatura : -
Humedad Natural (%): 5,8
Humedad Optima (%): 11,90
Densidad Seca Máx. (g/cm3): 1,92
CBR (%): 70,00

Peso Específico: 2,68

P.Stand

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASIF. AASHTO	CLASIF (SUCS)	Gráfico tipo suelo
0,25	M1	ESTRATO SUPERFICIAL ORGANICO CON RESTOS DE RAICES			
1,00		Material de relleno, bolonerías y cantos rodados con matriz de arena pobremente graduados.	A-1-a(0)	SP	
1,20		Rocas moderadamente meteorizadas esquistos, pizarras, cuarcitas.			

**VALORACION CUALITATIVA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
FASE DE CONSTRUCCION**

		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	ACCIONES IMPACTANTES																		
			MOVIMIENTO DE MAQUINARIAS	DESTRUCCION DE VEGETACION	MOVIMIENTO DE TIERRAS	DRENAJES	VOLADURAS	ACCESOS ADICIONALES	TRANSPORTE DE MATERIALES	CUNETAS	ESTRUCTURAS NECESARIAS	TERRAPLENES	VERTIDOS	CIRCULACION	EXPROPIACION TERRENOS	EMPLEO	ACCIDENTES				
		MATRIZ DE IMPACTOS																			
		FACTORES IMPACTADOS																			
MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	CALIDAD DE AIRE																			
		NIVEL DE POLVO																			
		NIVEL DE RUIDOS																			
		CONTAMINACION																			
		EROSION																			
		CAPACIDAD AGRICOLA																			
		VALORES GEOLOGICOS																			
		RECURSOS HIDRICOS																			
		CALIDAD DEL AGUA																			
	M. BIOTICO	ESPECIES HERBACEAS																			
		ESPECIES ARBOCEAS																			
		FAUNA																			
	M. PERC.	P. INTRINSECO																			
		P. EXTRINSECO																			
MEDIO SOCIO ECONOMICO Y CULTURAL	MEDIO SOCIAL	CAMBIO DE USO																			
		OCIO Y RECREO																			
		DESARROLLO COMUNAL																			
		DESARROLLO TURISTICO																			
		EDUCACION																			
		RESTOS ARQUEOLOGICOS																			
		ESTILO DE VIDA																			
		COMUNICACIONES																			
		RED DE ABASTECIENTO																			
		RED DE SANEAMIENTO																			
		CALIDAD DE VIDA																			
		RIESGOS CATASTROFICOS																			
		SALUD E HIGIENE																			
	MEDIO ECONOMICO	DENSIDAD DE POBLACION																			
		NIVEL DE EMPLEO																			
		RELACIONES SOCIALES																			
		NIVEL DE CONSUMO																			
		CAMBIO VALOR DE SUELO																			
		INGRESOS ECONOMIA LOCAL																			

VALORACION CUALITATIVA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
FASE DE FUNCIONAMIENTO

VALORACION CUALITATIVA	CARACTERIZACION DE LOS IMPACTOS													DICTAMEN				VALORACION				
	POSITIVO	NEGATIVO	DIRECTO	INDIRECTO	TEMPORAL	PERMANENTE	LOCALIZADO	EXTENSO	RECUPERABLE	IRRECUPERABLE	REVERSIBLE	IRREVERSIBLE	AFECTA A RECURSOS	SE PRECISAN MEDIDAS CORRECTORAS	PROBABILIDAD DE OCURREN-	CIA (2)	COMPATIBLE	MODERADO	SEVERO	CRITICO	AUSENCIA DE IMPACTOS	
																						SI
M. SOCIO ECON. CULT.																						
EMPLEO																						
MEJORAS DE EQUIPAMIENTO																						
ACTIVIDADES ECONOMICAS																						
ELIMINACION DE RESIDUOS																						
POBLACION																						
PAISAJE-INTRUSION VISUAL																						
BIOTICO																						
FAUNA																						
VEGETACION																						
SUSTANCIAS TOX. Y OTROS																						
AGUAS SUPERF.																						
CONT. AGUAS SUPERF.																						
S.																						
CONT. DE SUELO																						
LORES																						
CONT. ATMOSFERICA																						
AIRE																						
RUIDO																						
AMBIENTALES																						
PRINCIPALES IMPACTOS																						

IV. ESTUDIOS DEFINITIVOS

4.1. EXPLANACIONES

Es toda la parte de obras de tierra, lo que son terraplenes y excavaciones. El suelo es un material de construcción permanente. La tecnología moderna ha hecho posible que se puedan construir grandes estructuras de tierra y de roca, rápida y económicamente, si cada etapa de las operaciones, desde el proyecto hasta la construcción es ejecutada adecuadamente.

La explanación es uno de los elementos estructurales principales de la carretera. Los elementos principales que garantizan una explanación estable son:

- a). La adecuada compactación
- b). El drenaje tanto superficial como subterráneo y
- c). La adecuada selección y disposición de los suelos de las explanaciones.

La excavación es el primer paso en el proceso de los cambios.- La estructura se rompe por voladuras o por acción de la pala o trailla; los diferentes estratos se mezclan y la humedad aumenta o disminuye de acuerdo al estado atmosférico. Se puede mejorar las características con la mezcla de otros suelos o con productos químicos, con los cuales se cambia sus propiedades físicas y químicas o puede unirse por medio de un agente cementante.

El paso final es la **colocación del suelo o la roca en la obra**.- El mezclado produce una composición relativamente uniforme y la compactación controla la relación de vacíos.

La construcción.- Debe enfocarse desde tres puntos de vista:

1. Deben usarse materiales de la localidad.

2. El proyecto de la estructura que se vaya a hacer con suelo o con roca debe estar íntimamente relacionado con la construcción de las mismas. Investigar los materiales disponibles y su adaptabilidad a la construcción.
3. Se deben preparar materiales desde la excavación hasta la compactación.

Requisitos que deben cumplir para la construcción con tierra.

1. Deben tener suficiente resistencia para soportar con seguridad su propio peso y el de la estructura o las cargas de las ruedas.
2. No debe asentarse o deformarse tanto, por efecto de la carga, que se dañe el suelo o la estructura que soporta.
3. No debe ni retraerse ni expandirse excesivamente.
4. Debe conservar siempre su resistencia e incompresibilidad.
5. Debe tener la permeabilidad apropiada o las características de drenaje para su función.

4.1.1. Problemas de Compactación de Suelos

En relación con los suelos se debe estudiar:

Propiedades ingenieriles de los suelos en base a la tabla de clasificación de suelos.

Los suelos en la explanación. Provenientes de las áreas de préstamo.

El problema de compactación de suelos.

Propiedades de suelos a analizar:

Estabilidad volumétrica

Resistencia al esfuerzo cortante (suelos cohesivos)

Compacidad (suelos no cohesivos).- facilidad con que penetra una barra de acero.

Permeabilidad

Durabilidad.- Resistencia a los procesos de intemperización.

Compresibilidad

Alguno de los principales procedimientos para incrementar el peso volumétrico de un suelo:

1. Compactación mediante amasado, vibración o impactos.
2. Vibroflotación. 3. Precarga. 4. Drenaje
3. Adición de agentes que reduzcan la fricción y cohesión entre partículas.

Tipos de Estabilización:

Estabilización mecánica

Cementantes

Impermeabilizantes

Estabilización con aditivos:

Modificadores

Retenedores de humedad.

Objetivo del informe, referente a compactación de suelos: Analizar la relación humedad-densidad:

a). Sin estabilizar:

Determinación de la densidad máxima para diferentes energías de compactación (diferentes números de golpes).

Investigación del comportamiento de la muestra del suelo al ser sometido a mayor número de golpes que las especificadas por las normas.

b). Estabilizado:

Determinar la densidad máxima del suelo estabilizado para diferentes materiales estabilizantes. (cemento, cal, cemento-cal).

Características:

Para realizar el trabajo de experimentación, es el empleo de las normas

ASTM D422 Para el análisis granulométrico.

ASTM D1557 Para el ensayo de Próctor Modificado.

El material usado en los ensayos, es el suelo de un tramo de la zona en estudio.

Ensayo de compactación:

Previamente se ha realizado el análisis granulométrico por tamizado ASTM D422 y su correspondiente gráfico de la curva granulométrica, para determinar la clasificación del suelo, asimismo se ha realizado los ensayos de plasticidad para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Para realizar el ensayo de compactación se han realizado varios ensayos de próctor modificado, utilizando para ellos un número diferente de golpes (28, 42, 56 y 70) manteniendo constante el resto de parámetros, tales como contenido

de humedad y características físicas del suelo, es decir muestra de un mismo lugar.

Otros experimentos que se realiza son el mejoramiento y estabilización del suelo, empleando como material estabilizante el cemento, cal y cemento-cal; los cuales se añaden en determinados porcentajes al suelo muestra, alterando de esta manera las propiedades del suelo y posteriormente realizando los correspondientes ensayos de compactación.

Conclusiones:

1. Teniendo en cuenta los parámetros básicos para la realización de los ensayos, se encontró que a medida que el número de golpes utilizados para el ensayo aumenta, la máxima densidad seca hace lo propio.
2. Si observamos el comportamiento individual del ensayo para un determinado número de golpes encontramos que el contenido de humedad influencia en forma positiva en la densidad, hasta llegar al óptimo a partir del cual este valor empieza a decaer.
3. A mayor número de golpes utilizados en el ensayo existe mayor probabilidad de fracturar el agregado grueso de la muestra.
4. A mayor energía de compactación el contenido de agua necesario para obtener la máxima densidad seca es menor.
5. Para que una estructura se comporte satisfactoriamente debe poseer una cimentación adecuada, para lo cual se deben mejorar las condiciones de cimiento utilizando las diferentes técnicas de mejoramiento de suelos.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D - 1557

PROYECTO *INFORME FIGMM -UNI*
 UBICACIÓN *HUANUCO*

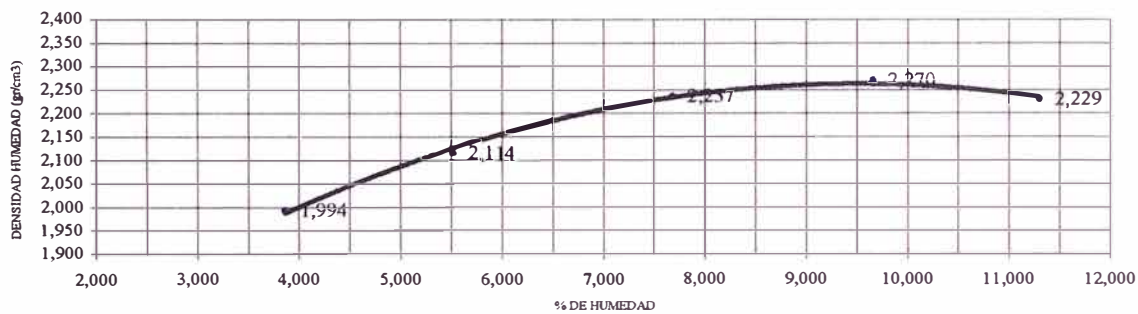
MUESTRA *UNICA*
 SOLICITA *FIGMM-UNI*
 FECHA *ENERO DEL 2002*

Nº .GOLPES : **28**

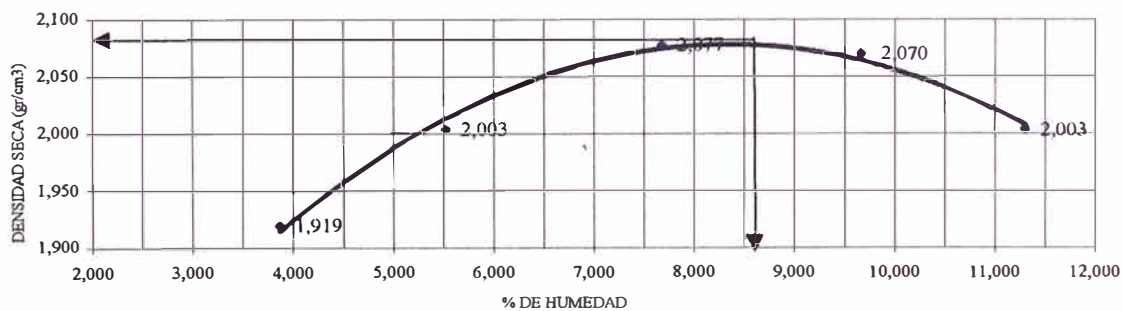
Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + molde	(gr.)	10.643,600	10.899,500	11.160,500	11.230,500	11.144,600
Peso del molde	(gr.)	6.409,300	6.409,300	6.409,300	6.409,300	6.409,300
Peso del suelo húmedo	(gr.)	4.234,300	4.490,200	4.751,200	4.821,200	4.735,300
Volumen interno del molde	(cm ³)	2.124,000	2.124,000	2.124,000	2.124,000	2.124,000
Densidad húmeda	(gr/cm ³)	1,994	2,114	2,237	2,270	2,229

molde #		1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B	4-A	4-B	5-A	5-B
Peso suelo húmedo + molde	(gr.)	112,087	110,510	112,240	111,855	111,250	115,094	113,255	110,612	116,064	114,334
Peso suelo seco + molde	(gr.)	107,974	106,534	106,415	106,225	103,224	107,359	103,656	100,950	104,454	103,077
Peso del molde	(gr.)	2,629	2,639	2,650	2,639	2,643	2,628	2,626	2,647	2,639	2,642
Peso del agua	(gr.)	4,113	3,976	5,825	5,630	8,026	7,735	9,599	9,662	11,610	11,257
Peso del suelo seco	(gr.)	105,345	103,895	103,765	103,586	100,581	104,731	101,030	98,303	101,815	100,435
Porcentaje de humedad	%	3,904	3,827	5,614	5,435	7,980	7,386	9,501	9,829	11,403	11,208
Promedio	%	3,866		5,524		7,683		9,665		11,306	
Densidad seca	(gr/cm ³)	1,919		2,003		2,077		2,070		2,003	

CURVA DE COMPACTACIÓN (Densidad Húmeda)



CURVA DE COMPACTACIÓN (Densidad seca)



DENSIDAD SECA	2,08 gr/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	8,60 %

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D - 1557

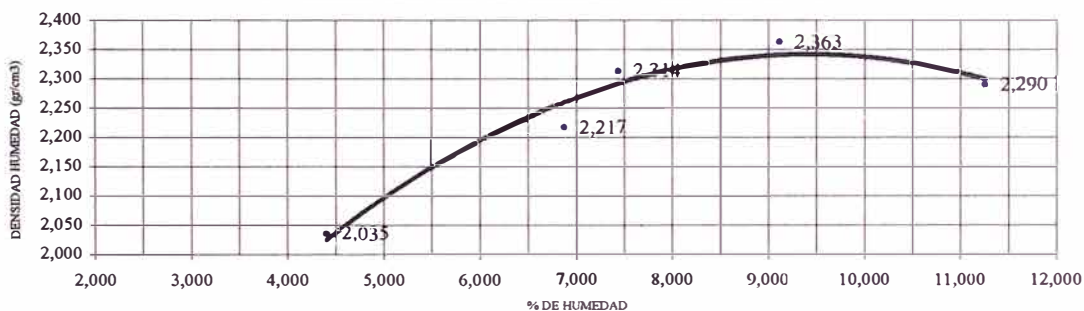
PROYECTO *INFORME FIGMM -UNI*
 UBICACIÓN HUANUCO

MUESTRA UNICA
 SOLICITA FIGMM-UNI
 FECHA ENERO DEL 2002

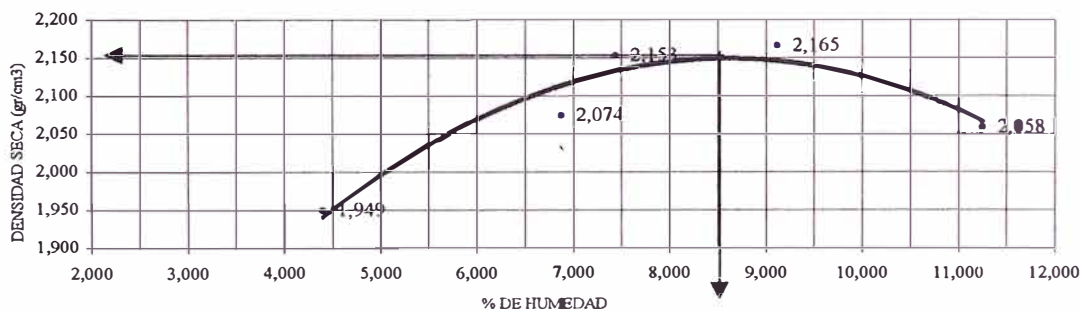
N° .GOLPES : **42**

Ensayo		1	2	3	4	5					
Peso suelo húmedo + molde	(gr.)	10.732,200	11.118,300	11.323,400	11.428,300	11.273,200					
Peso del molde	(gr.)	6.409,450	6.409,450	6.409,450	6.409,450	6.409,450					
Peso del suelo húmedo	(gr.)	4.322,750	4.708,850	4.913,950	5.018,850	4.863,750					
Volumen interno del molde	(cm ³)	2.124,000	2.124,000	2.124,000	2.124,000	2.124,000					
Densidad húmeda	(gr/cm ³)	2,035	2,217	2,314	2,363	2,290					
molde #		1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B	4-A	4-B	5-A	5-B
Peso suelo húmedo + molde	(gr.)	53,400	54,700	71,600	86,100	61,000	77,700	68,600	57,900	84,200	101,700
Peso suelo seco + molde	(gr.)	51,387	52,371	66,780	81,200	57,200	72,200	63,183	53,199	75,684	92,000
Peso del molde	(gr.)	2,646	2,637	2,661	2,700	2,700	2,700	2,629	2,675	2,661	2,700
Peso del agua	(gr.)	2,013	2,329	4,820	4,900	3,800	5,500	5,417	4,701	8,516	9,700
Peso del suelo seco	(gr.)	48,741	49,734	64,119	78,500	54,500	69,500	60,554	50,524	73,023	89,300
Porcentaje de humedad	%	4,130	4,683	7,517	6,242	6,972	7,914	8,946	9,304	11,662	10,862
Promedio	%	4,406		6,880		7,443		9,125		11,262	
Densidad seca	(gr/cm ³)	1,949		2,074		2,153		2,165		2,058	

CURVA DE COMPACTACIÓN (Densidad Húmeda)



CURVA DE COMPACTACIÓN (Densidad seca)



DENSIDAD SECA	2,16 gr/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	8,50 %

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D - 1557

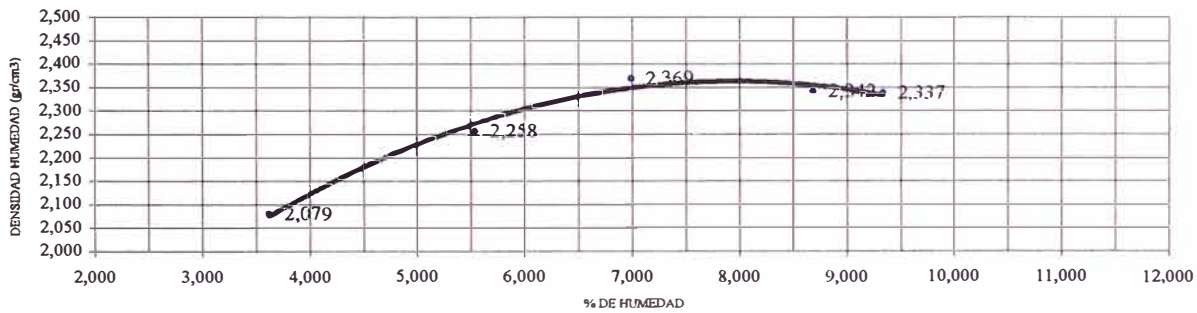
PROYECTO *INFORME FIGMM-UNI*
 UBICACIÓN HUANUCO

MUESTRA UNICA
 SOLICITA FIGMM-UNI
 FECHA ENERO DEL 2002

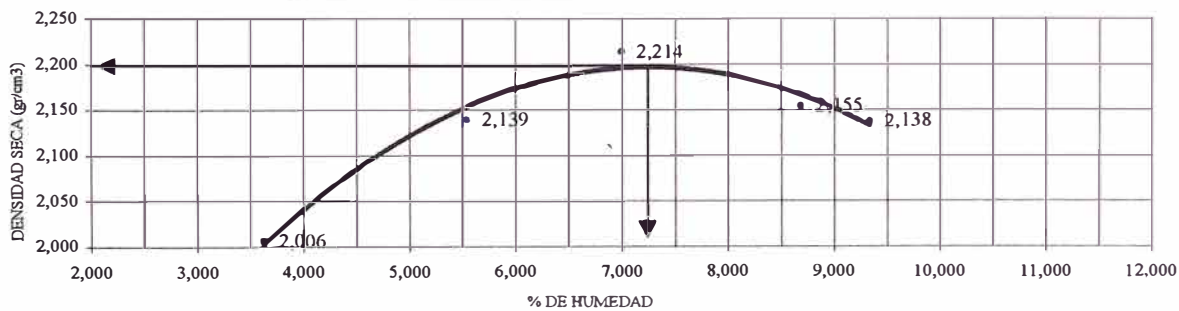
Nº .GOLPES : 56

Ensayo		1	2	3	4	5					
Peso suelo húmedo + molde (gr.)		10.825,300	11.205,200	11.441,500	11.384,000	11.374,600					
Peso del molde (gr.)		6.410,000	6.410,000	6.410,000	6.410,000	6.410,000					
Peso del suelo húmedo (gr.)		4.415,300	4.795,200	5.031,500	4.974,000	4.964,600					
Volumen interno del molde (cm3)		2.124,000	2.124,000	2.124,000	2.124,000	2.124,000					
Densidad húmeda (gr/cm3)		2,079	2,258	2,369	2,342	2,337					
molde #		1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B	4-A	4-B	5-A	5-B
Peso suelo húmedo + molde (gr.)		112,642	130,005	122,277	101,216	101,781	102,109	109,980	109,807	143,282	138,742
Peso suelo seco + molde (gr.)		108,840	125,492	116,264	95,818	95,405	95,501	101,177	101,456	131,012	127,372
Peso del molde (gr.)		2,634	2,630	2,662	2,651	2,643	2,639	2,662	2,631	2,658	2,673
Peso del agua (gr.)		3,802	4,513	6,013	5,398	6,376	6,608	8,803	8,351	12,270	11,370
Peso del suelo seco (gr.)		106,206	122,862	113,602	93,167	92,762	92,862	98,515	98,825	128,354	124,699
Porcentaje de humedad (%)		3,580	3,673	5,293	5,794	6,874	7,116	8,936	8,450	9,559	9,118
Promedio (%)		3,627		5,543		6,995		8,693		9,339	
Densidad seca (gr/cm3)		2,006		2,139		2,214		2,155		2,138	

CURVA DE COMPACTACIÓN (Densidad Húmeda)



CURVA DE COMPACTACIÓN (Densidad seca)



DENSIDAD SECA	2,21	gr/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	7,20	%

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D - 1557

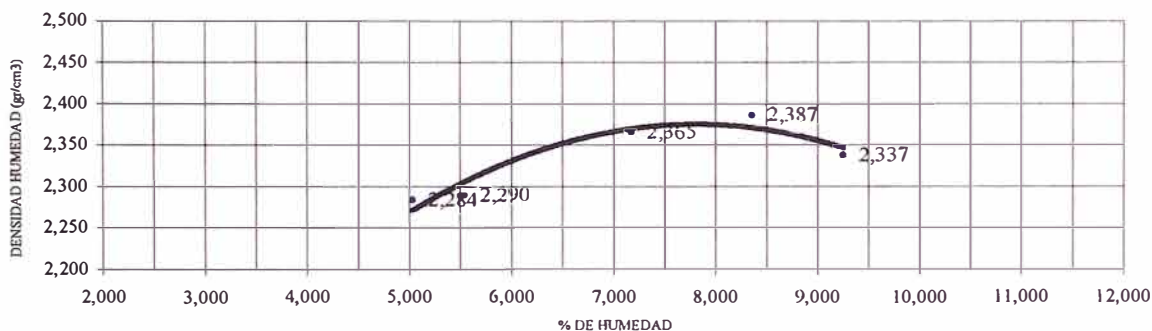
PROYECTO *INFORME FIGMM -UNI*
UBICACIÓN HUANUCO

MUESTRA UNICA
SOLICITA FIGMM-UNI
FECHA ENERO DEL 2002

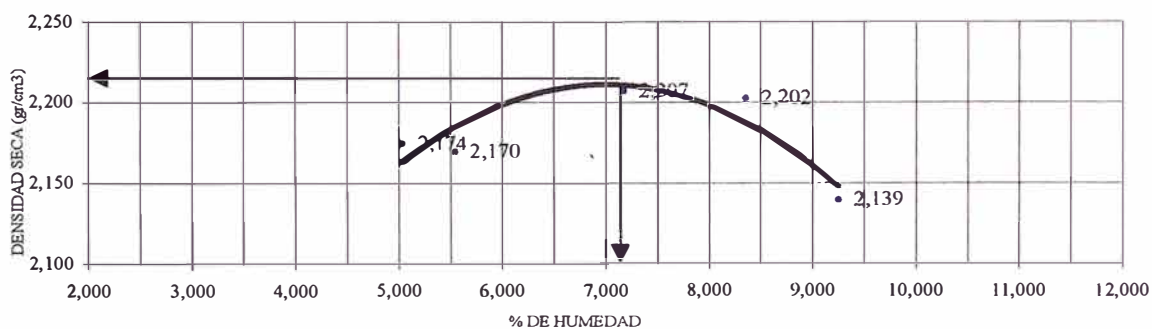
Nº .GOLPES : **70**

Ensayo		1	2	3	4	5					
Peso suelo húmedo + molde	(gr.)	11.261,200	11.273,800	11.434,100	11.479,300	11.374,600					
Peso del molde	(gr.)	6.410,000	6.410,000	6.410,000	6.410,000	6.410,000					
Peso del suelo húmedo	(gr.)	4.851,200	4.863,800	5.024,100	5.069,300	4.964,600					
Volumen interno del molde	(cm3)	2.124,000	2.124,000	2.124,000	2.124,000	2.124,000					
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2,284	2,290	2,365	2,387	2,337					
molde #		1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B	4-A	4-B	5-A	5-B
Peso suelo húmedo + molde	(gr.)	103,600	110,100	100,100	101,500	102,800	103,600	104,200	116,700	101,900	124,400
Peso suelo seco + molde	(gr.)	98,497	105,226	95,222	96,056	95,800	97,129	95,800	108,531	93,404	114,186
Peso del molde	(gr.)	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600
Peso del agua	(gr.)	5,103	4,874	4,878	5,444	7,000	6,471	8,400	8,169	8,496	10,214
Peso del suelo seco	(gr.)	95,897	102,626	92,622	93,456	93,200	94,529	93,200	105,931	90,804	111,586
Porcentaje de humedad	%	5,321	4,749	5,267	5,825	7,511	6,846	9,013	7,712	9,356	9,153
Promedio	%	5,035	5,546	7,178	8,362	9,255					
Densidad seca	(gr/cm3)	2,174	2,170	2,207	2,202	2,139					

CURVA DE COMPACTACIÓN (Densidad Húmeda)

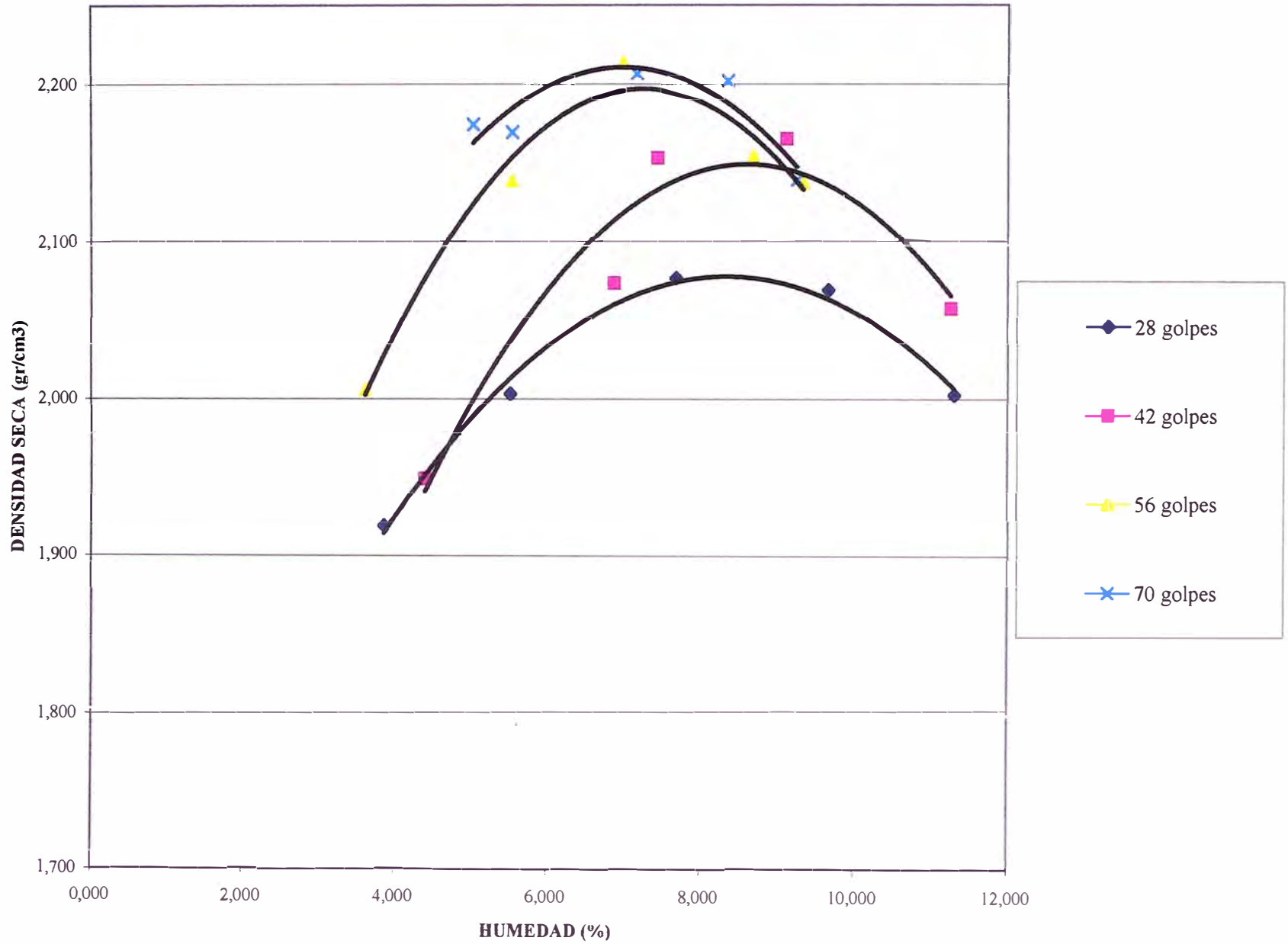


CURVA DE COMPACTACIÓN (Densidad seca)



DENSIDAD SECA	2,21 gr/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	7,18 %

COMPARACION DE PROCTOR MODIFICADO (Variación Número de Golpes)



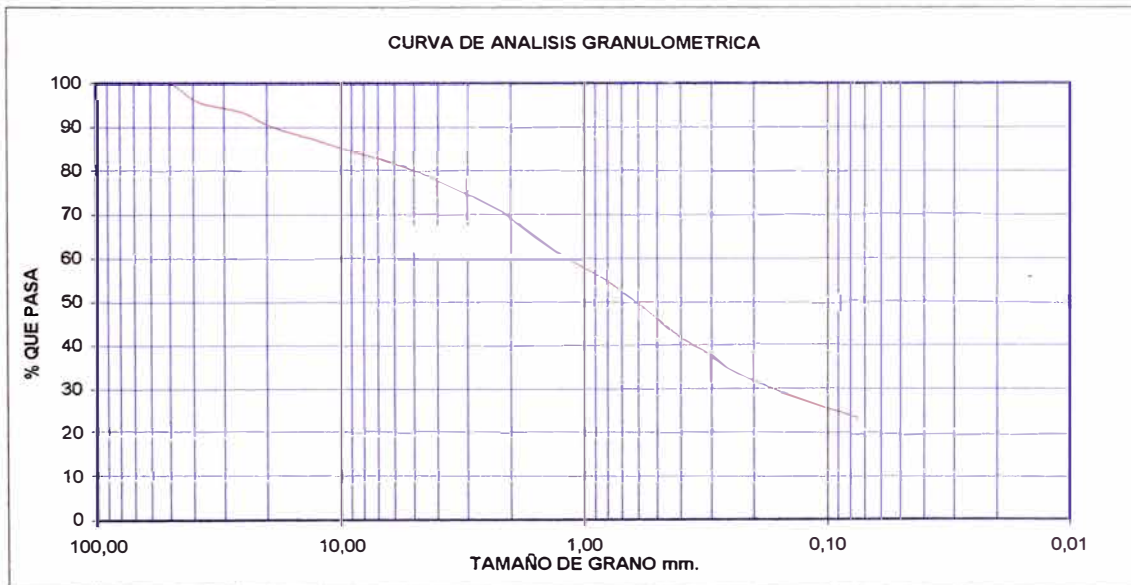
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

PROYECTO INFORME: FIGMM-UNI
 UBICACIÓN HUANUCO

MUESTRA UNICA
 SOLICITA FIGMM-UNI
 FECHA ENERO DEL 2002

Profundidad: 1,00 mts

TAMIZ Nº	ABERTURA DEL TAMIZ	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ			PESO QUE PASA POR EL TAMIZ	
		GRAMOS	% PARCIAL	% ACUMULADO	GRAMOS	%
3'	76,200	0,00	0,00	0,00	5.231,20	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	5.231,20	100,00
1 1/2"	38,100	228,90	4,38	4,38	5.002,30	95,62
1"	25,400	114,30	2,18	6,56	4.888,00	93,44
3/4"	19,050	176,00	3,36	9,93	4.712,00	90,07
1/2"	12,700	155,10	2,96	12,89	4.556,90	87,11
3/8"	9,525	113,20	2,16	15,05	4.443,70	84,95
Nº 4	4,760	273,80	5,23	20,29	4.169,90	79,71
Nº 8	2,300	434,60	8,31	28,60	3.735,30	71,40
Nº 10	2,000	120,40	2,30	22,59	3.614,90	69,10
Nº 16	1,300	404,30	7,73	30,32	3.210,60	61,37
Nº 20	0,840	307,20	5,87	36,19	2.903,40	55,50
Nº 30	0,590	321,50	6,15	42,34	2.581,90	49,36
Nº 40	0,426	340,70	6,51	48,85	2.241,20	42,84
Nº 50	0,297	280,70	5,37	54,22	1.960,50	37,48
Nº 60	0,250	151,50	2,90	57,11	1.809,00	34,58
Nº 100	0,149	298,10	5,70	62,81	1.510,90	28,88
Nº 200	0,074	292,50	5,59	68,40	1.218,40	23,29
Cazoleta		1.218,40	23,29	91,69	0,00	0,00
Peso total + Caz.		5.231,20				



4.1.2. Problemas de Asentamientos

Los terraplenes construidos sobre cimentaciones débiles (suelos desmenuzados, turbas, suelos saturados, limosos) se asientan debido a la deformación del suelo extendido bajo el terraplén como consecuencia del peso del terraplén; las deformaciones son debido a la consolidación del suelo de la cimentación, por su hundimiento y desplazamiento lateral.

El cálculo del asentamiento de los terraplenes debido a la compresión del suelo por debajo de estos podemos determinar por el método de las capas o en base a la curva edométrica (ensayo edométrico).

Para nuestro caso vamos a analizar por el método de las capas que se reduce a la sumatoria de la deformación de las diferentes capas bajo la acción de las tensiones verticales.

Al realizar el cálculo del asentamiento de los terraplenes, la compresión de la cimentación del suelo débil se calcula en base a tres aproximaciones:

- 1). Primera aproximación: Según los límites de la profundidad activa (HA)
 $HA=B$
Donde B es la base total del terraplén.
- 2). Segunda Aproximación: La profundidad activa llega hasta el estrato resistente, la roca resistente es indeformable, con un módulo de deformación $E=100,000$ kg/m.
- 3). Tercera aproximación: Si no se encuentra roca resistente, la compresión cesa, cuando las presiones resultantes efectivas debido a sobrecarga impuesta se hace menor que las presiones efectivas por peso propio del suelo.

Conclusiones:

1. Los Suelos se colocarán con permeabilidad creciente hacia la superficie.
2. Los suelos arcillosos en la superficie de la explanación facilitan la acumulación de agua en esta zona.
3. Sustitución de los suelos locales por los suelos de préstamo en caso que sea necesario y construcción de las para la interrupción de la capilaridad donde sea necesario.
4. A cada suelo se debe hacer su curva edométrica y determinar su asentamiento.
5. Para combatir el proceso de asentamiento de las secciones críticas, que normalmente se presentan en secciones donde es más alto el terraplén y donde hay presencia de mayor arcilla; donde se puede dar algunas soluciones:

Trabajar sin pavimentar por un año, dejándolo así que se asiente.

Sobrecrecer y no pavimentar y esperar el proceso de asentamiento por un año.

Antes de hacer el terraplén compactar el cimiento o de alguna manera estabilizar para minimizar el asentamiento.

Mejorar las condiciones de cimiento.

Retirar el suelo malo y colocar un buen material.

Deprimir el nivel freático por un dren profundo.

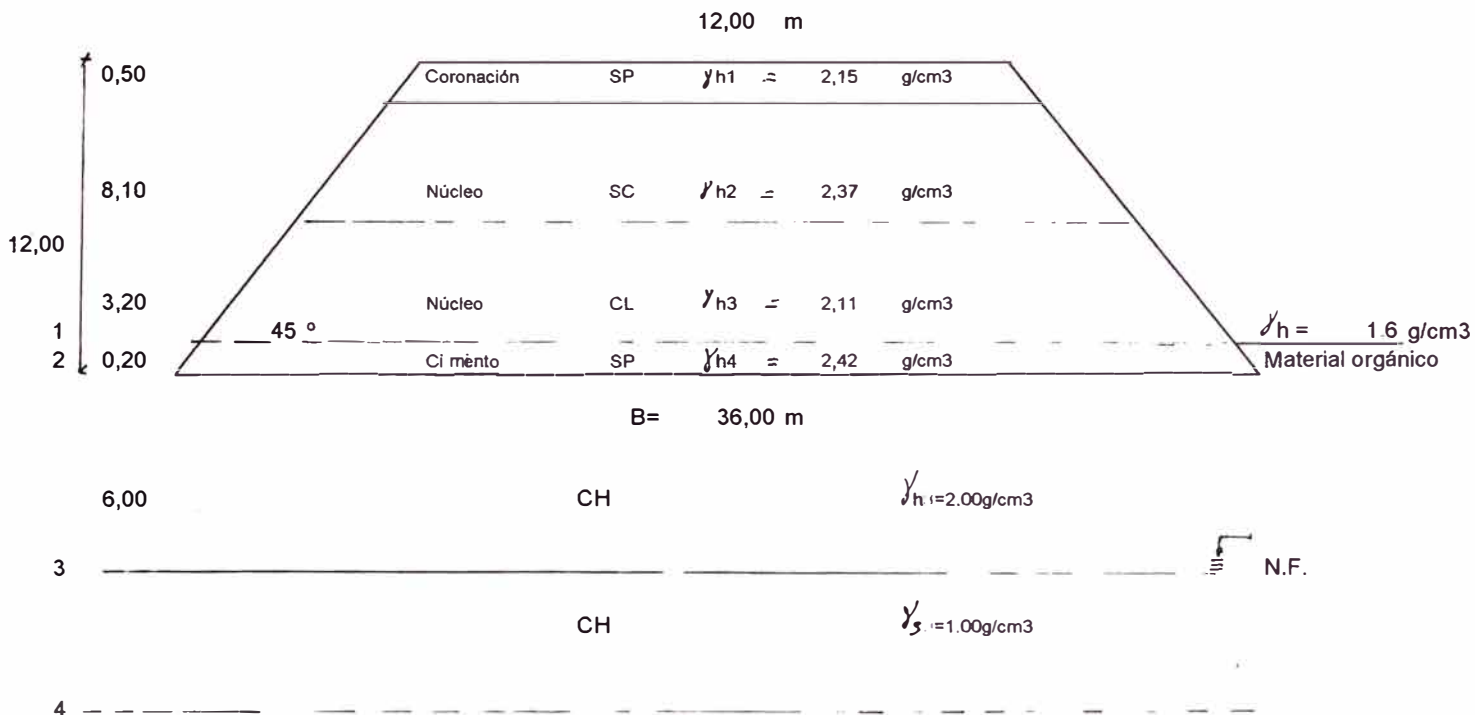
Disminuir la sobrecarga interpuesta.

Tratamiento con ceniza. (Lime fly ashes)

6. Los tres pasos fundamentales para el proyecto de cimentación son:

- a. Elección del factor de seguridad adecuado respecto a la falla por corte y el asentamiento admisible.
 - b. Determinación de la capacidad de carga y del factor de seguridad real bajo la carga prevista.
 - c. Estimación del asentamiento y comparación del valor admisible.
7. Asentamientos alrededor de 0.50 m son bastante habituales en las obras viales.
8. En el proyecto de cimentación, el problema fundamental es evitar que se produzcan asentamientos suficientemente grandes para dañar la estructura o dificultar sus funciones.

ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS



Veamos los siguientes:

1. PRESION QUE SE LE QUITA AL SUELO:

$$P' = 1600 \text{ kg/m}^3 \cdot H$$

$$P' = \gamma_h \cdot H$$

$P' = 320,00 \text{ kg/m}^2$

H: Espesor de la capa

h: Densidad húmeda

2. PRESIONES RESULTANTES EFECTIVAS DEBIDO A SOBRECARGAS IMPUESTAS:

$$\sigma'_{zp}$$

$$P = \gamma_{h1} \cdot H_1 + \gamma_{h2} \cdot H_2 + \gamma_{h3} \cdot H_3 + \gamma_{h4} \cdot H_4$$

$$P = 27508,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma'_{zp} = P - P' = 27.188,00 \text{ kg/m}^2$$

La tensión según la profundidad debe tender a cero.

Vamos a determinar la profundidad activa:

1º aproximación: $H_a = B$

2º aproximación: Llega hasta el estrato resistente.

Roca resistente- indeformable; módulo de deformación: $E \geq 100,000 \text{ kg/m}^2$

3º aproximación: Si no se encuentra roca resistente llegar hasta que:

$$\sigma'_{zp} < 0,20 \sigma'_{zg}$$

σ'_{zg} : Presiones efectivas por peso propio (gravedad)

$$\sigma'_{zp} = (P - P') \cdot J_z$$

J_z : constante que depende profundidad

z	J_z
0	1,00
B/4	0,96
B/2	0,82
3B/4	0,67
B	0,55
1,5B	0,39

DETERMINACION DE PRESIONES EFECTIVAS DEBIDO A PESO PROPIO

Pto.	Profund. m	Suelo	γ_h g/cm3	ΔZ m	$\Delta \sigma_v$ kg/m2	σ_{zg} kg/m2	$0,2\sigma'_{zg}$ kg/m2	σ'_{zp}
1	0,00				0,00	0,00	0,00	
	0,20	Orgánico	1,60	0,20	320,00			
2						320,00	64,00	27188,00
2a	6,00	CH	2,00	6,00	12000,00			26916,12
3						12320,00	2464,00	26372,36
3a	36,00	CH sumg.	1,00	30,00	30000,00			18215,96
4	z=B					42320,00	8464,00	14953,40
	54,00	CH sumg.	1,00	11,00	11000,00			
5	z=1.5B					53320,00	10664,00	10603,32

Profundidad de estrato A afecto asentamiento: 5,80 m

Profundidad de estrato B afecto asentamiento: 41,00 m

DETERMINACION DE ASENTAMIENTOS (S):

$$S = H / (6 \cdot E) \cdot (\sigma'_{zp}(\text{techo}) + 4 \sigma'_{zp}(\text{centro}) + \sigma'_{zp}(\text{piso}))$$

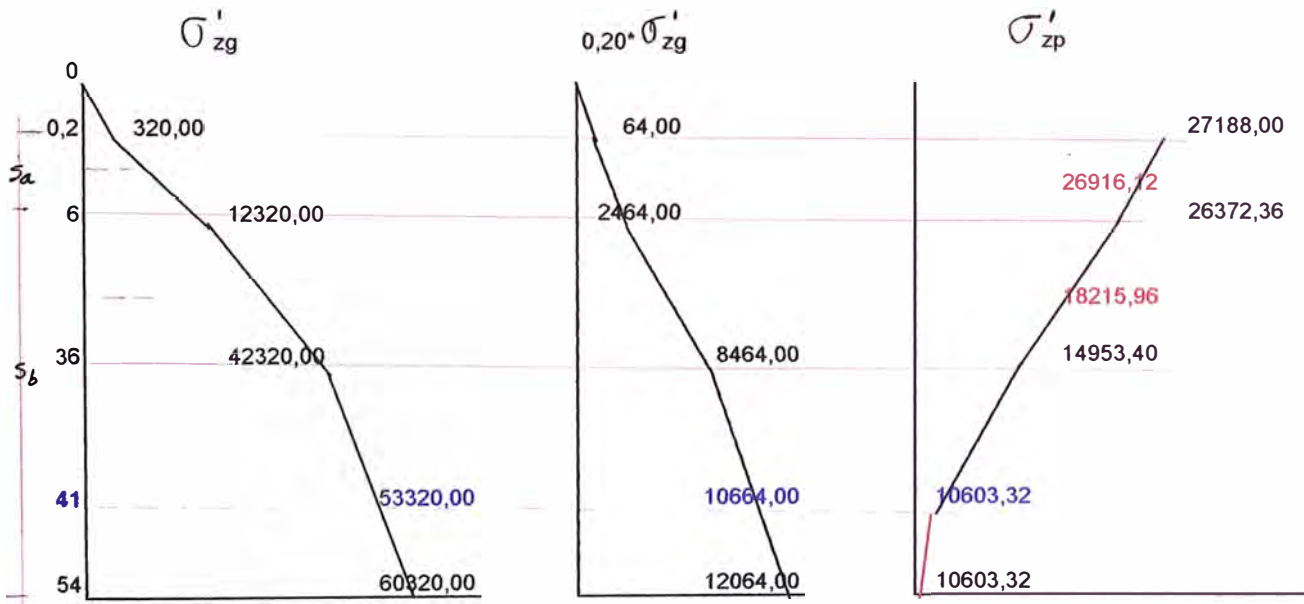
$E = 17,858 \text{ kg/cm}^2$

$S_a = 8,73 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

$S_b = 37,04 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

Stotal = $45,76 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

Stotal = 5 mm



Debido a la existencia del asentamiento total podemos plantear las siguientes alternativas de solución:

1. Explotar sin pavimentar por aproximadamente un año, dejando que se asiente.
2. Sobrecrecer y no pavimentar, esperar el proceso de asentamiento.
3. Antes de hacer el terraplén, compactar el cimiento o de alguna manera estabilizar para minimizar el asentamiento.
4. Hacer drenes verticales.

4.1.3. Problemas debido a la Presencia de Suelos Expansivos

El fenómeno resultante de los cambios en el contenido de humedad de las arcillas expansivas originan generalmente distorsiones y agrietamientos que lo llevan al deterioro a las obras viales con la consiguiente incomodidad en la circulación de los vehículos, altos costos de mantenimiento y reparaciones continuas de las vías.

Se pueden distinguir las siguientes causas que originan en su mayor parte los problemas indicados:

1. Expansión de la arcilla debido al aumento de la humedad.
2. Contracción del suelo debido al desecado.
3. Desarrollo de presiones de expansión en arcillas confinadas y que no pueden expandirse.
4. Disminución de la resistencia al esfuerzo cortante y de la capacidad portante del suelo de subrasante como resultado del proceso expansivo.

Para prevenir los daños y resquebrajamientos en los pavimentos por efecto de la expansión se recomienda:

Eliminar el suelo expansivo por realineamiento del diseño geométrico de la vía o por medio de cortes en la subrasante o rellenos con material inerte.

Reducir las características expansivas de la arcilla por medio de estabilización química, principalmente con cal y cemento o estabilización electrosmótica. Se indica que el uso de cal hidratada da mejores resultados que el cemento, estimándose para arcillas plásticas un porcentaje de cal

variable entre 4% a 7% mientras que con cemento llegas hasta 15% para el mismo suelo.

Confinar las arcillas expansivas bajo rellenos o diseños estructurales del pavimento muy pesados. Estimándose que por cada 1.00 m. de sobrecarga se reduce el 30% de hinchamiento.

Minimizar los cambios en el contenido de humedad del suelo expansivo.

Establecer las características de humedad y densidad del suelo de tal manera de mantener condiciones estables en la relación humedad-densidad, inmediatamente después de la construcción.

Prevenir la sobre densificación del suelo al más bajo contenido de humedad.

Dotar al pavimento de un adecuado mantenimiento de juntas y un buen sistema de drenaje.

El pre humedecimiento de la subrasante, que consiste en anegar por períodos largos al suelo lo que permite una libre expansión, limitando de esta manera los posibles movimientos una vez construido el pavimento.

Utilizar materiales selectos y capas impermeabilizantes dentro de la estructura del pavimento a fin de minimizar los efectos de la evaporación.

Utilizar bermas o acotamientos laterales y sistemas adecuados de drenaje que lo preservarán contra los daños por cambios de humedad que son comunes debido a las condiciones existentes a los lados del pavimento.

para estos casos es recomendable:

1. Las bermas deben tener un ancho mínimo igual a la profundidad activa de la zona expansiva.

2. Las bermas sean construidas con material selecto no-expansivo y su espesor debe ser igual al del pavimento.
3. El drenaje superficial se coloque tan lejos como sea posible del borde del pavimento.
4. Debe eliminarse toda posibilidad de sembrío de árboles cercanos al pavimento.

Conclusiones:

1. No solo hay problemas de asentamiento sino también casos de movimiento ascensional (levantamiento de estructuras). Los problemas de levantamiento se producen cuando el terreno se expande, al disminuir la presión de las tierras que lo confinan superiormente y/o cuando aumenta la humedad del suelo: Los suelos expansivos poseen propiedades de hinchamiento.
2. Los problemas de hinchamiento está asociado con estructuras ligeras como es el caso de los pavimentos de las obras viales.

4.1.4. Problemas de Movimiento de Tierras

EVALUACION CON DIAGRAMAS DE MASAS

Para lograr la proyección de una carretera en forma adecuada, eficiente y económica es la solución del problema de la adecuada distribución de las tierras.

En el proceso constructivo el movimiento de tierras es un factor determinante en el presupuesto de obra.

Para evaluar la ejecución de una explanación con el uso de maquinarias, técnicas y tecnologías adecuadas es necesario recurrir a cálculos de volúmenes de trabajo en obras lineales, uso del diagrama de masa y cálculo de distancia media de transporte.

Para nuestra evaluación realizaremos:

La elaboración de un diagrama de masas para una distancia de 1200 metros.

Evaluación de 4 variantes de compensación.

Lo cual nos permitirá determinar los equipos para el movimiento de tierras, cálculos de voladura y resumen de cantidad de maquinarias.

Un Diagrama de masa o curva de masa es una representación gráfica de la cantidad de tierra excavada y de los terraplenes presentes en un proyecto y la forma que se moverá la tierra.

Este diagrama muestra la ubicación de los puntos de balance, la dirección del acarreo y la cantidad de tierra tomada de un sitio o transportada a él.

Es una ayuda valiosa en la supervisión de las operaciones de nivelación y es útil en la determinación de la cantidad de sobre acarreo y en la distribución más económica del material.

La distancia de sobre acarreo se encuentra a partir del diagrama de masa determinando la distancia que existe entre el centro de gravedad del material excavado y el centro de gravedad del terraplén.

Un punto de balance es un punto donde el volumen de la excavación equilibra el volumen en el terraplén. Donde para la comparación las condiciones de materiales deben ser los mismos, recomendable como material SUELTO.

A partir de la elaboración del diagrama de masas, podemos resolver las siguientes cuestiones:

- Distribución ventajosa de las tierras.
- Orden de realización de las operaciones.

Análisis técnico-económico que permita determinar la conveniencia económica o no de excavar y transportar a un suelo o su colocación a botadero.

- Compensación de los volúmenes de suelo excavado y compactado.
- Determinación de la distancia promedio de transportación de suelos, lo que incidirá en la selección de máquinas de excavación y transporte de los suelos.
- Determinación del orden de excavación y transportación de los suelos, siempre en el sentido de la pendiente favorable.

Conclusiones:

1. El diagrama de masa muestra la ubicación de los puntos de balance, la dirección del acarreo y la cantidad de tierra tomada de un sitio o transportada a él.

Es una ayuda valiosa en la supervisión de las operaciones de nivelación y es útil en la determinación de la cantidad de sobre acarreo y en la distribución más económica del material.

2. En cuanto a selección de equipos, se debe tener varias alternativas de equipo, entre las que se deberá decidir, escogiendo la combinación más favorable según los intereses económicos: es decir mínimo costo con buena calidad de ejecución.
3. En el equipo de trabajo de maquinarias debe haber una sincronización adecuada para evitar tiempos muertos y pérdida de rendimientos por paradas y otros tiempos de demora de maquinaria.
4. En nuestro trabajo, sólo se ha considerado el rendimiento por producción; para un mejor análisis se requiere la evaluación de costos de maquinaria; dado que el rendimiento de una máquina se mide estableciendo la relación entre la producción por hora y los costos respectivos de posesión y de operación por hora.
5. Además para realizar un análisis más exhaustivo se requiere contar con catálogos actualizados de maquinarias de obra para movimiento de tierras.

DIAGRAMA DE MASAS

PROYECTO : INFORME FIGMM-UNI

UBICACIÓN : Dpto. HUANUCO : Dist. Huánuco

Solicita: FIGMM-UNI

: Prov. HUANUCO : Lugar Puyac

FECHA ene-02

PROGRESIVA: 378+0.00 al 580 + 0.00 Total : 1200 m

PROG.	DIST.	Capa vegetal		AREA		VOLUMEN			Terr*fact. su (1.39)	Vol. Balanc.	Vol. No Bal.	Vol Acumul.		
		Acv	Vcv	Excav.	Terrap.	Excav.	Exc.*fact su (1.25)	Terrap.						
0	3780	0	3,60	0,00		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
1	3800	20	3,10	67,00		21,50		0,00		215,00	298,85	0,00	-298,85	-298,85
2	3820	20	5,00	81,00		54,70				762,00	1.059,18		-1.059,18	-1.358,03
3	3840	20	5,20	102,00		59,20				1.139,00	1.583,21		-1.583,21	-2.941,24
4	3860	20	5,10	103,00		57,10				1.163,00	1.616,57		-1.616,57	-4.557,81
5	3880	20	5,10	102,00		50,60				1.077,00	1.497,03		-1.497,03	-6.054,84
6	3900	20	4,30	94,00		32,30				829,00	1.152,31		-1.152,31	-7.207,15
7	3920	20	3,30	76,00		18,60				509,00	707,51		-707,51	-7.914,66
8	3940	20	3,40	67,00	3,60	11,70	15,25	19,06	282,25	392,32	19,06		-373,26	-8.287,92
9	3960	20	3,50	69,00	7,80	3,20	114,00	142,50	149,00	207,11	142,50		-64,61	-8.352,53
10	3980	20	3,10	66,00	11,90	0,90	197,00	246,25	41,00	56,99	56,99		189,26	-8.163,27
12	4020	40	3,60	134,00	28,30		788,70	985,88	2,70	3,75	3,75		982,12	-7.181,15
13	4040	20	3,70	73,00	36,30		646,00	807,50					807,50	-6.373,65
14	4060	20	3,80	75,00	36,90		732,00	915,00					915,00	-5.458,65
15	4080	20	3,80	76,00	43,90		808,00	1.010,00					1.010,00	-4.448,65
16	4100	20	4,00	78,00	68,60		1.125,00	1.406,25					1.406,25	-3.042,40
17	4120	20	4,10	81,00	65,20		1.338,00	1.672,50					1.672,50	-1.369,90
18	4140	20	4,00	81,00	60,20		1.254,00	1.567,50					1.567,50	197,60
19	4160	20	3,80	78,00	50,90		1.111,00	1.388,75					1.388,75	1.586,35
20	4180	20	3,90	77,00	44,20		951,00	1.188,75					1.188,75	2.775,10
21	4200	20	3,90	78,00	44,80		890,00	1.112,50					1.112,50	3.887,60
23	4240	40	4,40	166,00	59,00		2.076,00	2.595,00					2.595,00	6.482,60
25	4280	40	4,20	172,00	51,50		2.210,00	2.762,50					2.762,50	9.245,10
27	4320	40	3,80	160,00	25,00		1.530,00	1.912,50					1.912,50	11.157,60
29	4360	40	3,00	136,00	4,10	5,10	537,80	672,25	57,80	80,34	80,34		591,91	11.749,51
31	4400	40	2,80	116,00	1,70	6,00	116,00	145,00	222,00	308,58	145,00		-163,58	11.585,93
33	4440	40	2,90	114,00	2,90	3,60	92,00	115,00	192,00	266,88	115,00		-151,88	11.434,05
35	4480	40	3,50	128,00	14,70		310,14	387,67	30,14	41,89	41,89		345,78	11.779,83
37	4520	40	3,80	146,00	33,20		958,00	1.197,50					1.197,50	12.977,33
39	4560	40	3,60	148,00	26,60		1.196,00	1.495,00					1.495,00	14.472,33
41	4600	40	3,50	142,00	26,40		1.060,00	1.325,00					1.325,00	15.797,33
43	4640	40	4,70	164,00	9,50	16,90	650,72	813,40	270,72	376,30	376,30		437,10	16.234,43
44	4660	20	4,10	88,00	5,40	26,20	149,00	186,25	431,00	599,09	186,25		-412,84	15.821,59
45	4680	20	4,20	83,00	1,40	43,00	68,00	85,00	692,00	961,88	85,00		-876,88	14.944,71
46	4700	20	3,40	76,00			44,90	1,61	2,01	866,61	1.204,58	2,01	-1.202,57	13.742,13
47	4720	20	3,70	71,00			51,80			967,00	1.344,13		-1.344,13	12.398,00
48	4740	20	3,60	73,00			45,00			968,00	1.345,52		-1.345,52	11.052,48
49	4760	20	3,20	68,00	0,80	24,40	0,62	0,78	686,62	954,40	0,78		-953,63	10.098,85
50	4780	20	4,10	73,00	4,50	18,40	53,00	66,25	428,00	594,92	66,25		-528,67	9.570,18
51	4800	20	3,40	75,00	7,00	8,20	115,00	143,75	266,00	369,74	143,75		-225,99	9.344,19
52	4820	20	3,70	71,00	9,00	7,30	160,00	200,00	155,00	215,45	200,00		-15,45	9.328,74
53	4840	20	3,50	72,00	14,30	3,60	233,00	291,25	109,00	151,51	151,51		139,74	9.468,48
55	4880	40	3,40	138,00	13,10		525,85	657,31	49,85	69,29	69,29		588,02	10.056,50
57	4920	40	3,60	140,00	29,40		850,00	1.062,50					1.062,50	11.119,00
59	4960	40	3,50	142,00	22,80		1.044,00	1.305,00					1.305,00	12.424,00
61	5000	40	4,10	152,00	85,70		2.170,00	2.712,50					2.712,50	15.136,50

DIAGRAMA DE MASAS

VARIANTE 04

PROGRESIVA 378+0,00 al 500+0,00 (1200 m)

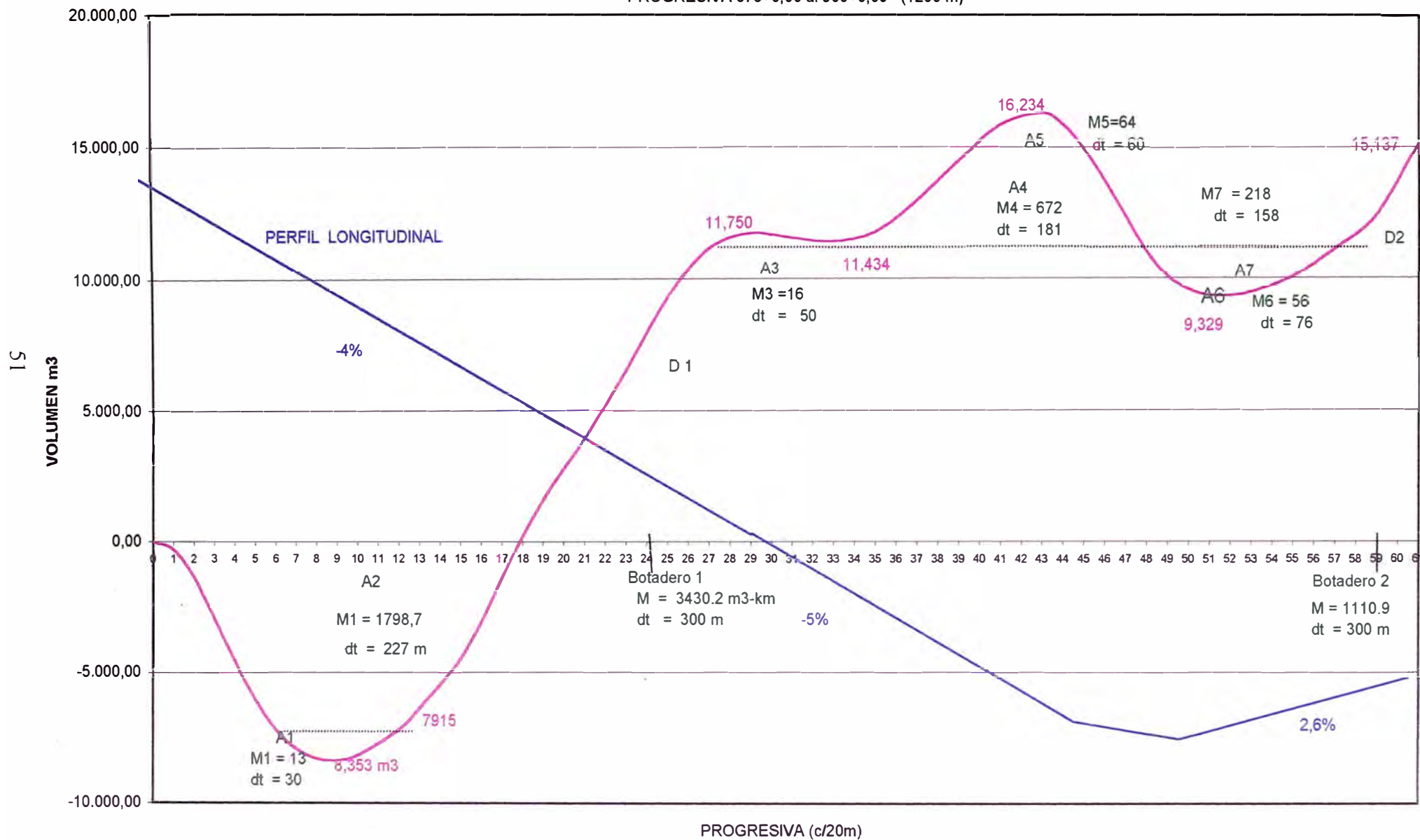


DIAGRAMA DE MASAS

VARIANTE 01

PROGRESIVA 378+0,00 al 500+0,00 (1200 m)

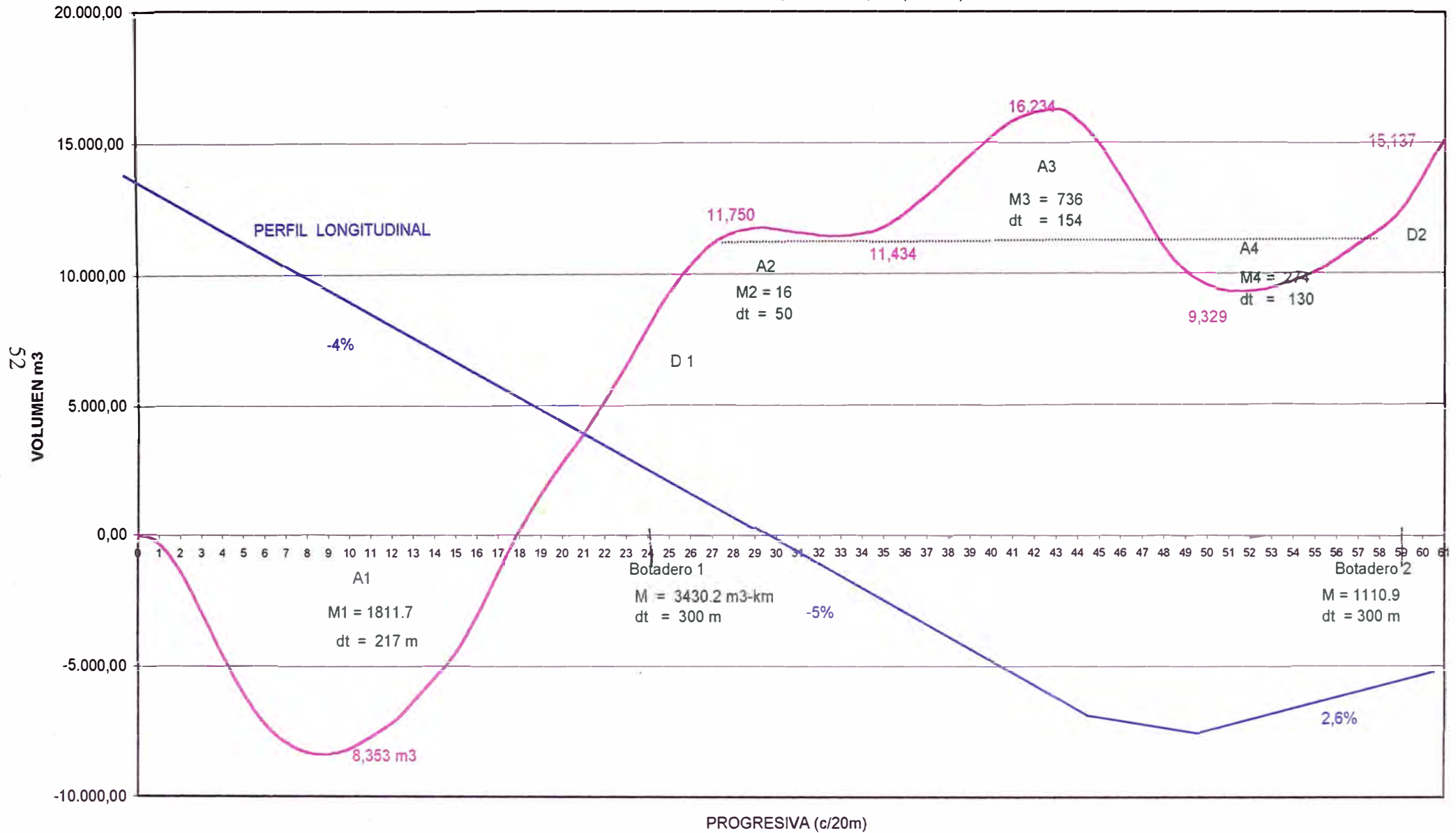


DIAGRAMA DE MASAS

VARIANTE 02

PROGRESIVA 378+0,00 al 500+0,00 (1200 m)

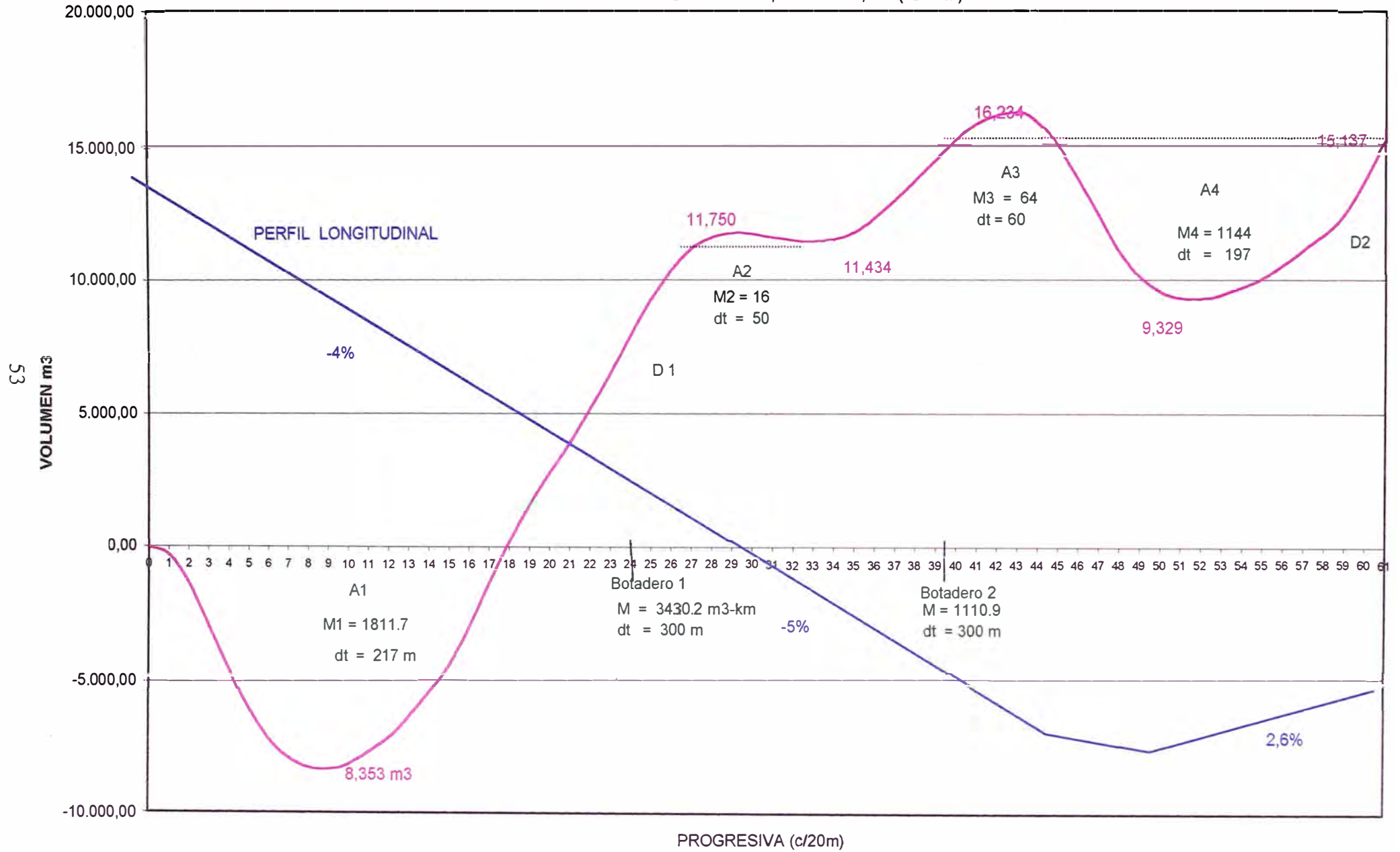
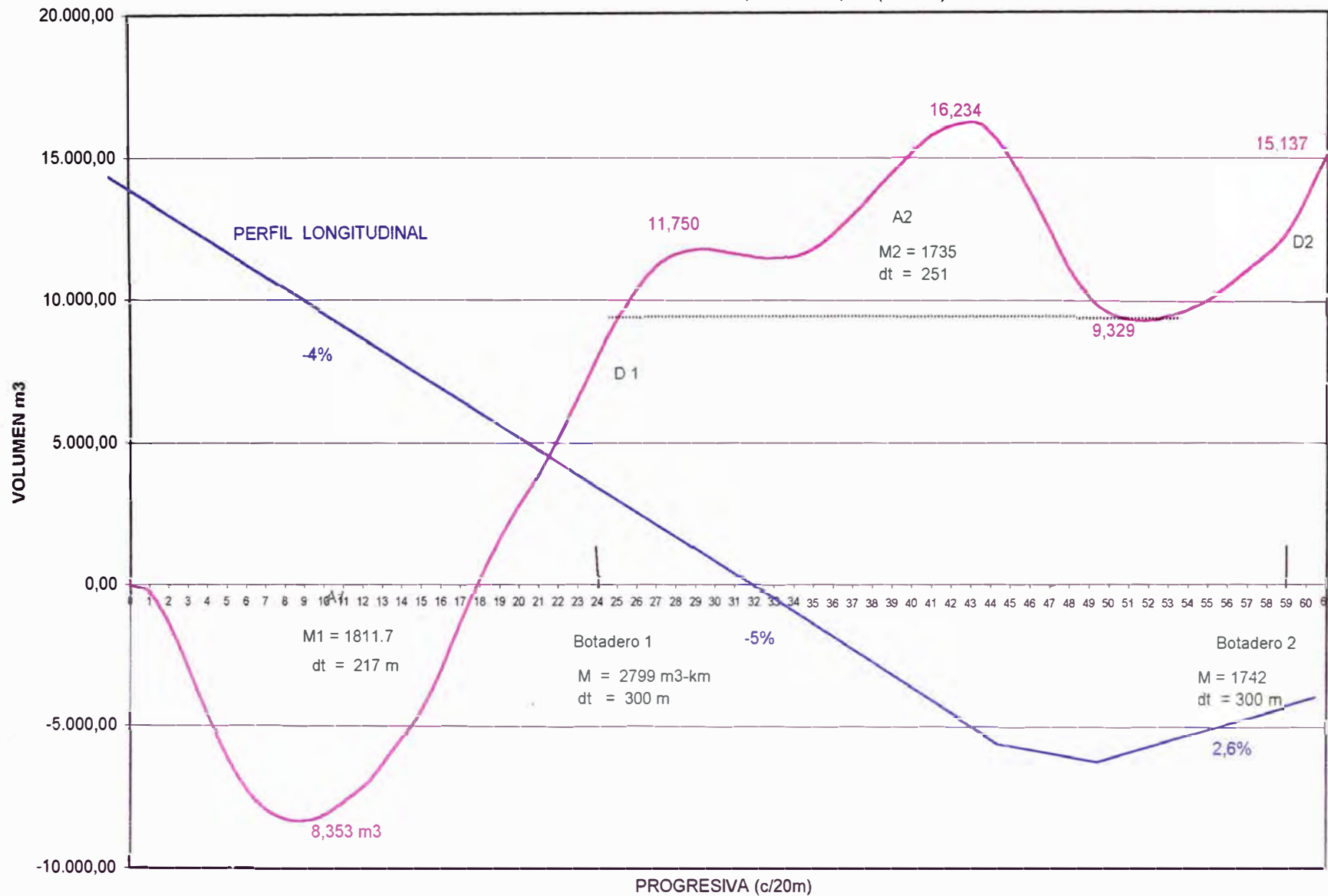


DIAGRAMA DE MASAS

VARIANTE 03

PROGRESIVA 378+0,00 al 500+0,00 (1200 m)



EVALUACION DE VARIANTES HORIZONTALES DE COMPENSACION (1)

Alternativa		AREAS							Mat. al botadero		Sumatoria
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D1	D2	
I	Momento (m3-km)	1811,7	16	736	274				3430,2	1110,9	7379,0
	Dist.media (m)	217	50	154	130				300	300	
II	Momento (m3-km)	1811,7	16	64	1144				3430,2	1110,9	7577,0
	Dist.media (m)	217	50	60	197				300	300	
III	Momento (m3-km)	1811,7	1735						2799	1742,4	8088,0
	Dist.media (m)	217	251						300	300	
IV	Momento (m3-km)	13	1798,7	16	672	64	56	218	3430,2	1110,9	7379,0
	Dist.media (m)	30	227	50	181	60	76	158	300	300	

CRITERIOS DE SELECCIÓN:

1. La variante que tiene el menor momento total de transporte.
2. Adecuación del equipo: maquinaria de obra.
3. La mejor variante para trabajar en bajada.

Según el cuadro las variantes 1 y 4 son los que tienen el menor momento total de transporte. Pero para su selección definitiva se tendrá que analizar los 2 criterios faltantes.

EVALUACION DE VARIANTES HORIZONTALES DE COMPENSACION (2)

Alter.		AREAS							Mat. al botadero		Sumatoria	Dist. Prom. Total
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D1	D2		
I	Momento (m3-km)	1.811,7	16,0	736,0	274,0				3.430,2	1.110,9	7.379,0	240,0
	Dist.media (m)	217,0	50,0	154,0	130,0				300,0	300,0	1.151,0	
	Volumen (m3)	8.353,0	316,0	4.800,0	2.105,0				11.434,0	3.703,0	30.711,0	
	dist*vol	1.812.601,0	15.800,0	739.200,0	273.650,0	0,0	0,0	0,0	3.430.200,0	1.110.900,0	7.382.351,0	
II	Momento (m3-km)	1.811,7	16,0	64,0	1.144,0				3.430,2	1.110,9	7.577,0	247,0
	Dist.media (m)	217,0	50,0	60,0	197,0				300,0	300,0	1.124,0	
	Volumen (m3)	8.353,0	316,0	1.097,0	5.808,0				11.434,0	3.703,0	30.711,0	
	dist*vol	1.812.601,0	15.800,0	65.820,0	1.144.176,0	0,0	0,0	0,0	3.430.200,0	1.110.900,0	7.579.497,0	
III	Momento (m3-km)	1.811,7	1.735,0						2.799,0	1.742,4	8.088,0	266,0
	Dist.media (m)	217,0	251,0						300,0	300,0	1.068,0	
	Volumen (m3)	8.353,0	7.221,0						9.329,0	5.808,0	30.711,0	
	dist*vol	1.812.601,0	1.812.471,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.798.700,0	1.742.400,0	8.166.172,0	
IV	Momento (m3-km)	13,0	1.798,7	16,0	672,0	64,0	56,0	218,0	3.430,2	1.110,9	7.379,0	240,0
	Dist.media (m)	30,0	227,0	50,0	181,0	60,0	76,0	158,0	300,0	300,0	1.382,0	
	Volumen (m3)	438,0	7.915,0	316,0	3.703,0	1.097,0	728,0	1.377,0	11.434,0	3.703,0	30.711,0	
	dist*vol	13.140,0	1.796.705,0	15.800,0	670.243,0	65.820,0	55.328,0	217.566,0	3.430.200,0	1.110.900,0	7.375.702,0	

CRITERIOS DE SELECCIÓN:

1. La variante que tiene el menor momento total de transporte.
2. Adecuación del equipo: maquinaria de obra.
3. La mejor variante para trabajar en bajada.

248,3

Según el cuadro, la distancia promedio ponderado para el movimiento de tierras es de aproximadamente 250 metros; para esta distancia es recomendable seleccionar una trailla conjuntamente con el pusher.

Del cuadro, la variante 3 es la que tiene proximidad a los 250 metros de distancia promedio para todo sus áreas.

Del perfil longitudinal, podemos observar que para el area 1 de las variantes 1, 3 y 4 la pendiente es desfavorable en 4%, por lo que no sería recomendable un bulldozer.

CONCLUSION: Se debe seleccionar la trailla junto con el pusher.

4.2. ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Antecedentes.

A nivel regional no hay un estudio que explícitamente determine o resalte la importancia del problema de estabilidad de taludes. Existen estudios de deslizamientos de tierras, donde se resalta la geología de la zona, el efecto geodinámico, las consecuencias desastrosas por el deslizamiento y donde en forma generalizada se controla la inestabilidad con muros de sostenimiento y remoción de materiales deslizados; tal es el caso de las zonas alrededores de San Rafael (Huánuco) y Huariaca (Cerro de Pasco) referente a la Quebrada Porvenir, Sector Cushipampa, Quebrada Mosqueta, Quebrada Santa Rosa.

A nivel nacional existen una diversidad de estudios de acorde a la necesidad de cada zona, por ejemplo los estudios realizados por la Universidad Nacional “Santiago Antúnez Mayolo” de Ancash, referente a las “Evaluaciones de Deslizamientos de la Carretera que une Pativilca-Huaráz-Caráz”, como calidad de Inventario; Los estudios de “Estabilización de Taludes en Base a Procedimientos Ancestrales”, realizado por la Municipalidad Distrital de Cayma de Arequipa, con fines aplicativos de sostenimiento; “Los Problemas de Estabilidad de Taludes en Suelos Residuales del Perú”, realizado por el Ingeniero A. Carrillo Gil, para la exposición en Simposio Internacional de Ingeniería de Estabilidad de Taludes en Japón; entre otros.

A nivel internacional existen una infinidad de trabajos desde el punto de vista científico, técnico y económico, es así que debido a las fallas de taludes de carreteras y deslizamientos inducidos por efectos geodinámicos, La Asociación de Carreteras de Japón publicó en 1972 el “Manual de Protección de Taludes” que forma parte de los seis volúmenes en la Serie de Trabajos de Tierra en carreteras de Japón, donde exponen

estudios de nuevos diseños y técnicas para la estabilización de taludes. En México debido a los continuos deslizamientos superficiales de grandes proporciones, están realizando estudios de estabilidad de taludes en base a la aplicabilidad de las Teorías de Elasticidad y Plasticidad.

En el campo de la minería para la explotación a cielo abierto (Open Pit) se han realizado una diversidad de estudios de estabilidad de taludes, desde el punto de vista de una necesidad particular y no social de acuerdo a los requerimientos de cada zona minera.

Para correcta investigación se debe establecer:

- 1.- Zonas de vulnerabilidad por efectos de estabilidad de taludes en nuestro entorno regional, lo cual nos permita definir el nivel de riesgo sobre la estructura vial.
- 2.- Mapas de ubicación de las zonas críticas a deslizamiento.
- 3.- Plan de manejo de desastres naturales por efectos a deslizamiento.
- 4.- Inventario y /o catálogo de deslizamientos y hundimientos, derrumbes y huaycos.
- 5.- Informes de hechos pasados para evaluar el potencial de deslizamiento para establecer un mapa de zonificación.
- 6.- Medidas para controlar los efectos de los problemas de Geodinámica Externa en nuestro entorno regional.
- 7.- Modelos Matemáticas para los problemas de Geodinámica Externa de la zona en estudio.
- 8.- Modelos geológicos para la zona de estudio

Marco Teórico Referencial.

Resolver el problema de estabilidad de taludes implica determinar los factores condicionantes de la estabilidad de un talud de corte, los cuales serán traducidos en fuerzas que son productos de efectos gravitatorios, aguas superficiales y subterráneas y factores geomecánicos del macizo rocoso conformante principalmente; los cuales nos permitirá evaluar la resistencia disponible en función de la geometría de los planos de falla del talud crítico por efecto de las fuerzas anteriormente mencionadas.

Cabe resaltar, que mientras los problemas teóricos de la estabilidad de taludes distan de estar resueltos y constituyen un reto para los investigadores, los aspectos prácticos del problema están mejor definidos.

En el campo del estudio de taludes existen pioneros de labor muy meritoria. Collin (1845) habló por primera vez de superficies de deslizamientos curvas. Coulomb, quien preconizó la falla plana de los taludes. Petterson (1916) determinó la superficie de deslizamiento no plano y que fue impulsado por W. Fellenius (1927), uno de los investigadores más importantes en el campo de los taludes. Los actuales estudios de estabilidad de taludes en base a las Teorías de Elasticidad y Plasticidad se tratarán de involucrar a nuestra investigación para evaluar nuestros parámetros definidos, dado que sus análisis están basadas en condiciones ideales.

Se podrá incidir en la investigación en base a los múltiples métodos para el análisis de estabilidad de taludes como el Método de Equilibrio Límite, Método de Fellenius o de las Dovelas, Método de Bishop Simplificado, Métodos de Análisis Estático y Seudo Estático-Coeficiente Sísmico entre otros, los cuales se basan en modelos matemáticos definidos que utilizan técnicas: Técnicas Escalares, Vectoriales y

Numéricas. Además existen modelos gráficos, en los cuales se usan la Geometría Descriptiva y las Técnicas Estereográficas. Modelos a Escalas Reducidas y Modelos de Esfuerzo-Deformación.

En modo de referencia, aunque el análisis tensional de medios continuos puede utilizar muchos prototipos elásticos, sólo dos métodos permiten tratar con generalidad las complejas situaciones planteadas en la ingeniería: Los Métodos Numéricos como es el caso de los Elementos Finitos y los Métodos o estudios Experimentales en modelos como es el caso de los Modelos Fotoelásticos.

Para la evaluación de la estabilidad de taludes se cuenta con el programa de cómputo DIP, el cual nos permita analizar el tipo de falla que puede darse en un talud con presencia de macizo rocoso.

Ligados al estudio de su estabilidad aparecen los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas.

Dentro del presente trabajo se realizará un análisis de estabilidad de taludes en terraplenes, mediante el uso de Método de Abacos (Bowles), dado que son pendientes menores o con tendencia a 45° , los cuales se pueden realizar comparaciones con el método de las dovelas.

Y para el análisis de la estabilidad de taludes de corte en macizo rocoso, se realizará mediante el Método de las Dovelas (debido a que las pendientes son mayores de 45°) y Métodos estereográficos, usando el software DIPS.

Factores que causas del deslizamiento:

a) Factores geomorfológicos

1. Topografía del sector y geometría del talud.

La construcción de la carretera sobre terreno accidentado y con talud pronunciado.

2. Distribución de las discontinuidades.

La ladera se encuentra afectada por procesos de deformación acumulativa, asociados con perfiles geológicos desfavorables, que mantienen una estabilidad precaria.

b). Factores Externos

1. Cambios en la geometría del talud.

2. Vibraciones.

3. Cambios en el régimen de lluvia.

c). Factores Internos

1. Falla progresiva.

Por las características del terreno, en la ladera se han ido produciendo diversas grietas por donde el agua de las lluvias se infiltraba con facilidad, originándose fuerzas hidrostáticas continuas en las fisuras llenas de agua.

2. Intemperismo.

Debido a las pendientes del talud, las aguas provenientes de las lluvias erosionan con facilidad la superficie de los cerros, eliminando de esta forma el material orgánico (humus).

La erosión de la superficie del talud, origina que la infiltración del agua en la masa de suelo se produzca con facilidad.

La saturación por infiltración en una masa de suelo ocasiona la disminución de su cohesión, hasta llegar a producirse el deslizamiento.

3. Erosión de flujo interno.

4.2.1. CALCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES (TERRAPLEN)
METODO DE ABACOS

PROYECTO : INFORME FIGMM-UNI
UBICACIÓN : Dpto. HUANUCO : Dist. Huánuco
: Prov. HUANUCO : Lugar Puyac

Ubicación	Suelo	C Cohesión kg/cm2	φ Fricción °	γ Peso unitario g/cm3	H Espesor
Corona	SP	0,0	34,0	2,2	0,5
Núcleo	CL	1,5	10,0	2,1	8,1
Núcleo	CL	1,5	10,0	2,1	3,2
Cimiento	SP	0,0	34,0	2,2	0,2

12

Pond. Lab	138,5	11,4	20,7
Diseño	95,5 kPa	9,1 °	19,7 kN/m3

1kg/cm2=98,06 kPa

1g/cm3 = 9,807 kN/m3

DATOS INICIALES:

		Variante 1	Variante 2	Variante 3
1. Peso Unitario: (KN/m3)		19,7	21,0	21,0
2. Cohesión: (Kpa)		95,5	48,0	1,7
3. Altura Talud: (m)		12,0	12,0	12,0
4. Angulo talud (a): (°)		45,0	45,0	45,0
5. Fricción: φ (°)		9,1	0,0	19,0
Proporción esfuerzo neutro (ru)		0,0	0,0	0,0
	ru = u/γ*H		u: presión de poros debido al agua	

CALCULOS:

Coeficiente de Estabilidad Ns: C/(φ*H)

Ns: 0,403 0,190 0,007

Constante:

$$\lambda_{c\phi} = (1-ru) \cdot \tan\phi / Ns$$

$\lambda_{c\phi} =$ 0,40 0,00 50,16

Factor Nf:

G Del gráfico 16-6a: (Physical and geotechnical Properties of Soils - Joseph Bowles - pag 548)
Para a y $\lambda_{c\phi}$ Nf= 6,70 6,00 70,00

FACTOR DE SEGURIDAD (F):

F = Ns * Nf 2,70 1,14 0,48

Condición final : Estable Estable Inestable

G Del gráfico 16-6a:

Para a y $\lambda_{c\phi}$

Valor de D: D= 1,14 1,08 1,08

DH= 13,7 13,0 13,0

G Del gráfico 16-7a: (Physical and geotechnical Properties of Soils - Joseph Bowles - pag 548)

Para a y $\lambda_{c\phi}$ (X;Y): Centros del círculo de falla.

(Y/H)*Tan a 1,41 1,09 1,09

Y= 16,92 13,08 13,08

Y'= 16,9 13,1 13,1

(X/H)*Tan a 0,12 0,25 0,25

X= 1,44 3,0 3,0

X'= 1,44 3,00 3,00

(X;Y) (1,44;16,90) (3,00;13,10) (3,00;13,10)

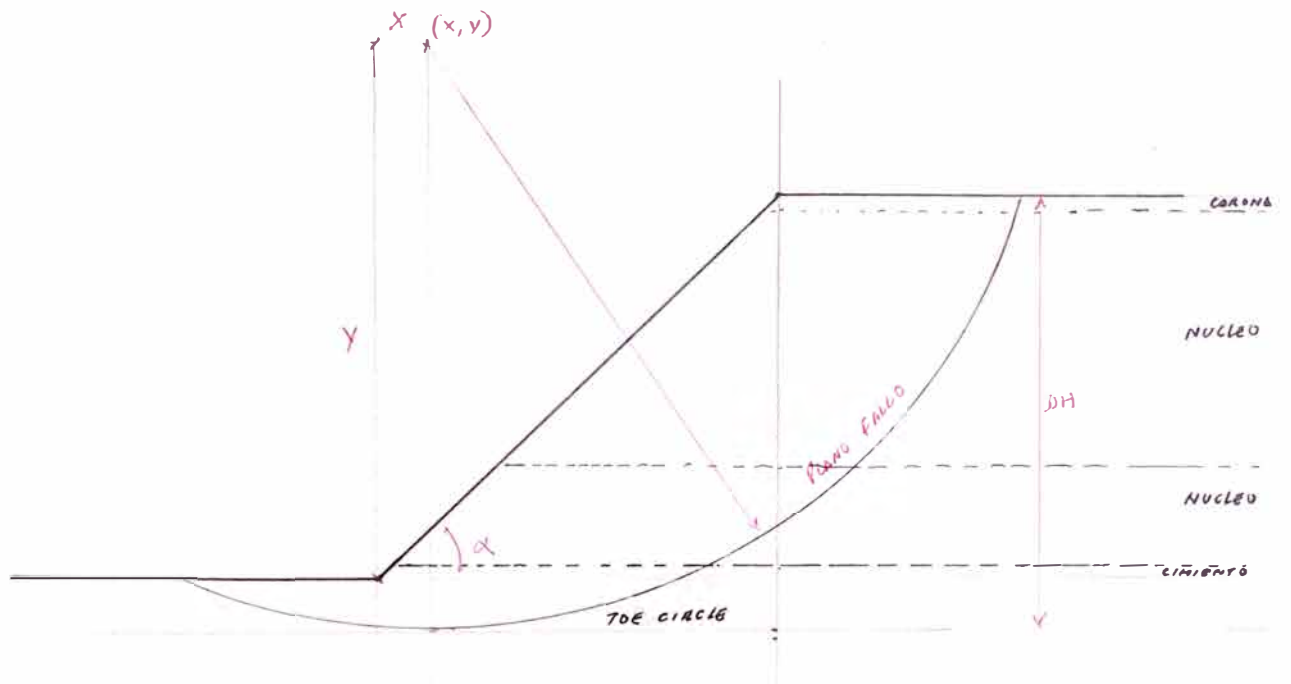
TABLA DE FACTOR DE SEGURIDAD :

menor 1.1 Inseguro
1.1 a 1.35 Seguro y econ.
mayor 1.35 Sobrediseñado

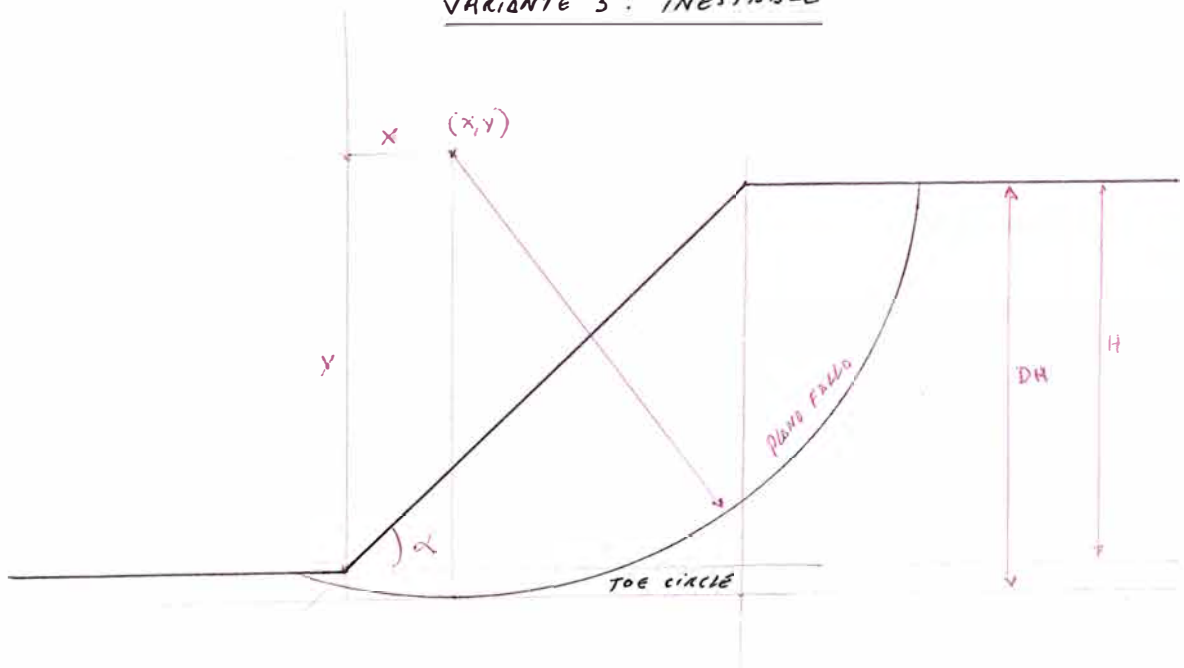
TABLA DE FACTOR DE SEGURIDAD (BOWLES)

menor 1.07 Fallas son comunes
1.07 a 1.25 Fallas pueden ocurrir
mayor 1.25 Fallas nunca ocurren

VARIANTE 1 : ESTABLE



VARIANTE 3 : INESTABLE



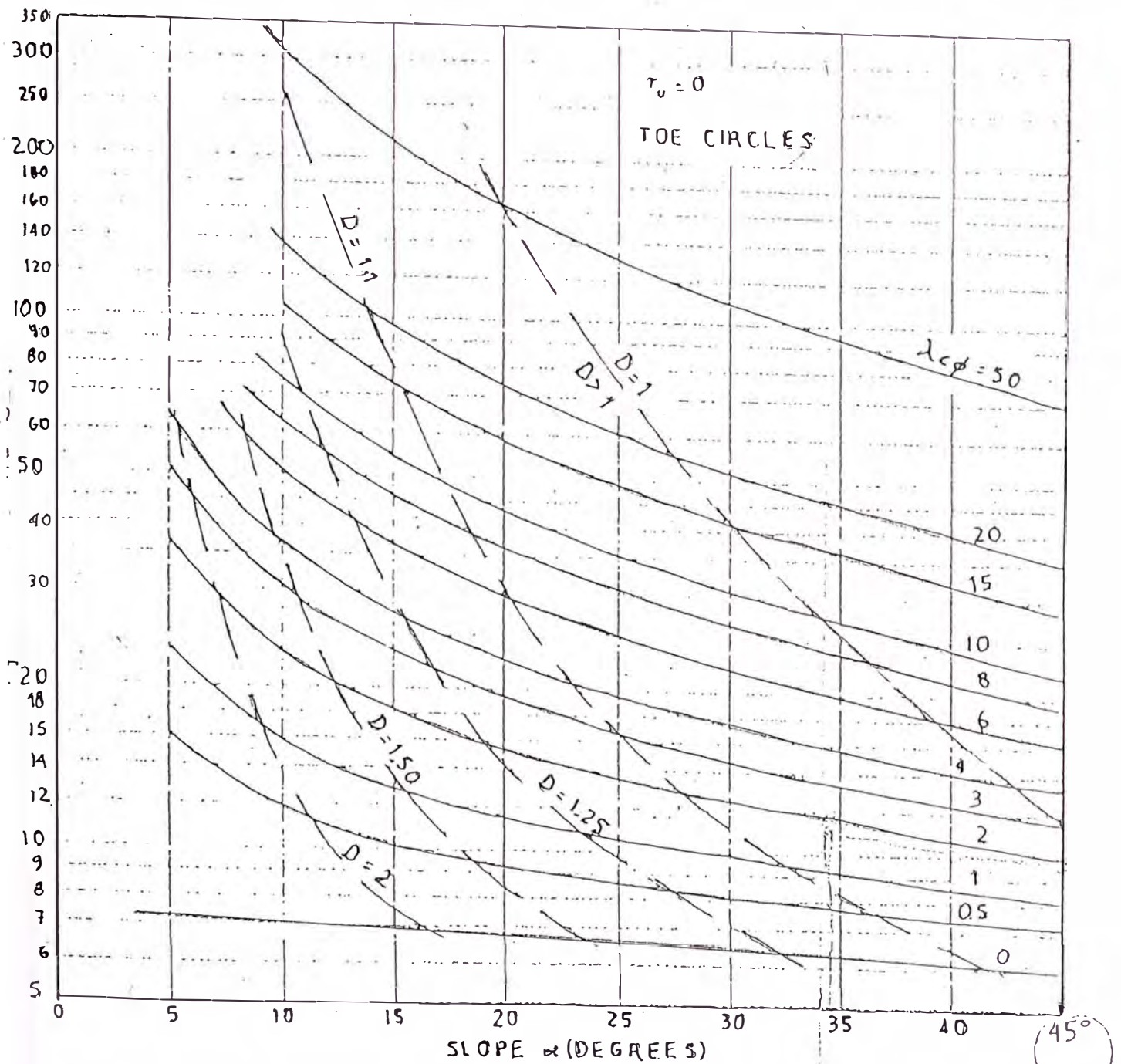
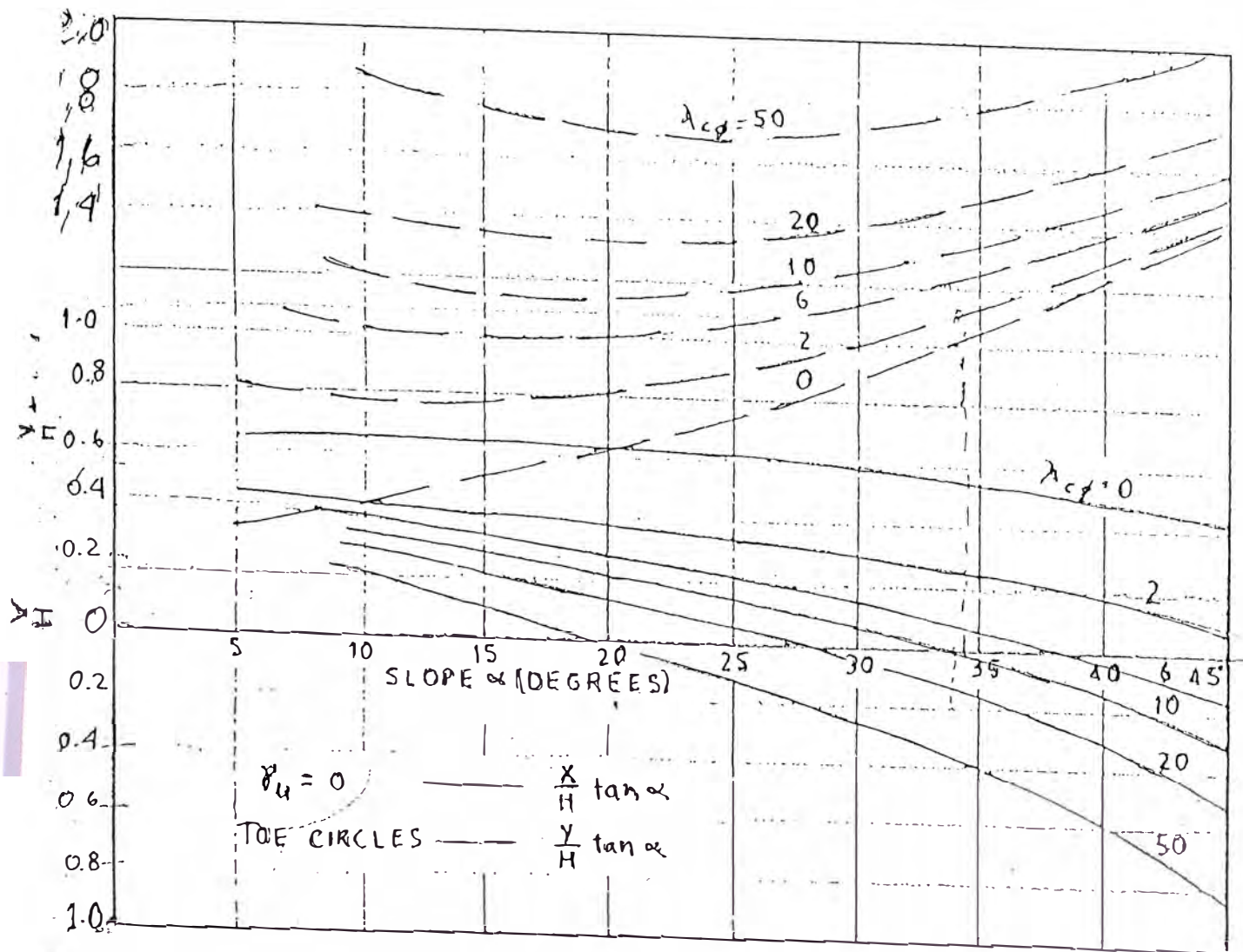


FIG. 16.6(a)



16-7 (a)

4.2.2. Método de las Dovelas

El estudio se ha realizado en la progresiva 350 + 0.00 del tramo de la obra vial en evaluación y el análisis se muestra en la tabla adjunta. En primer lugar se plantea un análisis de estabilidad con superficies de falla no circular (DESLIZAMIENTO DE LADERAS), donde se plantea un método de análisis aproximado con base a esfuerzos efectivos y suponiendo nulas las fuerzas de interacción entre dovelas.

Factor de Seguridad: Es la relación entre las fuerzas que existen al movimiento y las fuerzas que inducen al movimiento, los cuales con el análisis del método de las dovelas y el Criterio de Falla de Coloumb y Navier se ha determinado dicho factor de seguridad: así mismo se han realizado gráficos donde con las variaciones del peso específico del suelo, coeficiente de fricción y cohesión se han determinado diferentes factores de seguridad.

Modelos de Falla Planar:

1. Debido al peso de la masa del suelo.
2. Debido al peso de la masa del suelo, pero con la presencia de grietas de tracción y del nivel freático.
3. Debido a la presencia de aceleración sísmica.

Resultados del Análisis:

1. Para las condiciones de nuestro terreno y para la zona en estudio (Calicata 02), considerando el talud sin la presencia de grietas ni el nivel freático, se obtiene un factor de seguridad mayor que 1, es decir bajo estas condiciones nuestro talud se encuentra estable.

2. Considerando el talud con la presencia de grietas de tracción y nivel freático, se obtiene un factor de seguridad menor que 1, es decir el talud es inestable, donde en épocas de lluvia se acentúa la caída de taludes en esa zona.
3. En los gráficos adjuntos para mayor objetividad se han realizado gráficos de variación del factor de seguridad en función al peso específico, la cohesión y el ángulo de fricción sin presencia del nivel freático ni grietas y con presencia del nivel freático y grietas de tracción.

Medidas de mitigación

La estabilización de deslizamientos de taludes de corte o laderas de nuestra zona, debe obedecer a un programa de medidas que deben atenderse por orden de prioridades.

1. Medidas inmediatas

- a. Construcción de sistemas de captación y drenaje del agua superficial que fluye en el área afectada, que podrían ser mediante cunetas de coronación y/o zanjas colectoras.
- b. Llenado y compactación con material impermeable de las diferentes grietas abiertas en el área deslizada, de tal manera que se pueda evitar la entrada del agua superficial a la masa en movimiento.
- c. Instalar un sistema de control del movimiento con hitos topográficos, de tal manera que se pueda monitorear el desarrollo de este durante las fases de ejecución de las medidas correctivas.

2 Principales medidas correctivas

Considerando las características del deslizamiento, se sugieren las siguientes medidas:

- a. Descarga y peinado del talud reduciendo el volumen de masa deslizada en el nivel superior, con la finalidad de disminuir las fuerzas motoras que inducen el movimiento.
- b. La implementación de una berma al pie del talud, de tal manera que se pueda favorecer al incremento de la resistencia en dicho pie.
- c. Abatimiento del talud por medio de cortes con escalones (banquetas en forma de andenes).
- d. Construcción de una estructura de retención al pie del talud, el cual debe contener a la superficie de falla. Esta estructura debe consistir básicamente en muros secos, gaviones o aplicación de suelo reforzado.
- e. Debido a que se ha disturbado completamente la cubierta vegetal, es necesario efectuar una reforestación del talud con la finalidad de reducir la infiltración del agua superficial.
- f. Los elementos de contención deben contemplar sistemas de drenaje que permitan circular las aguas provenientes de la infiltración y drenen con facilidad
- g. Ejecutar un mantenimiento rutinario y preservación en forma permanente de la zona afectada, incluido las medidas correctivas.

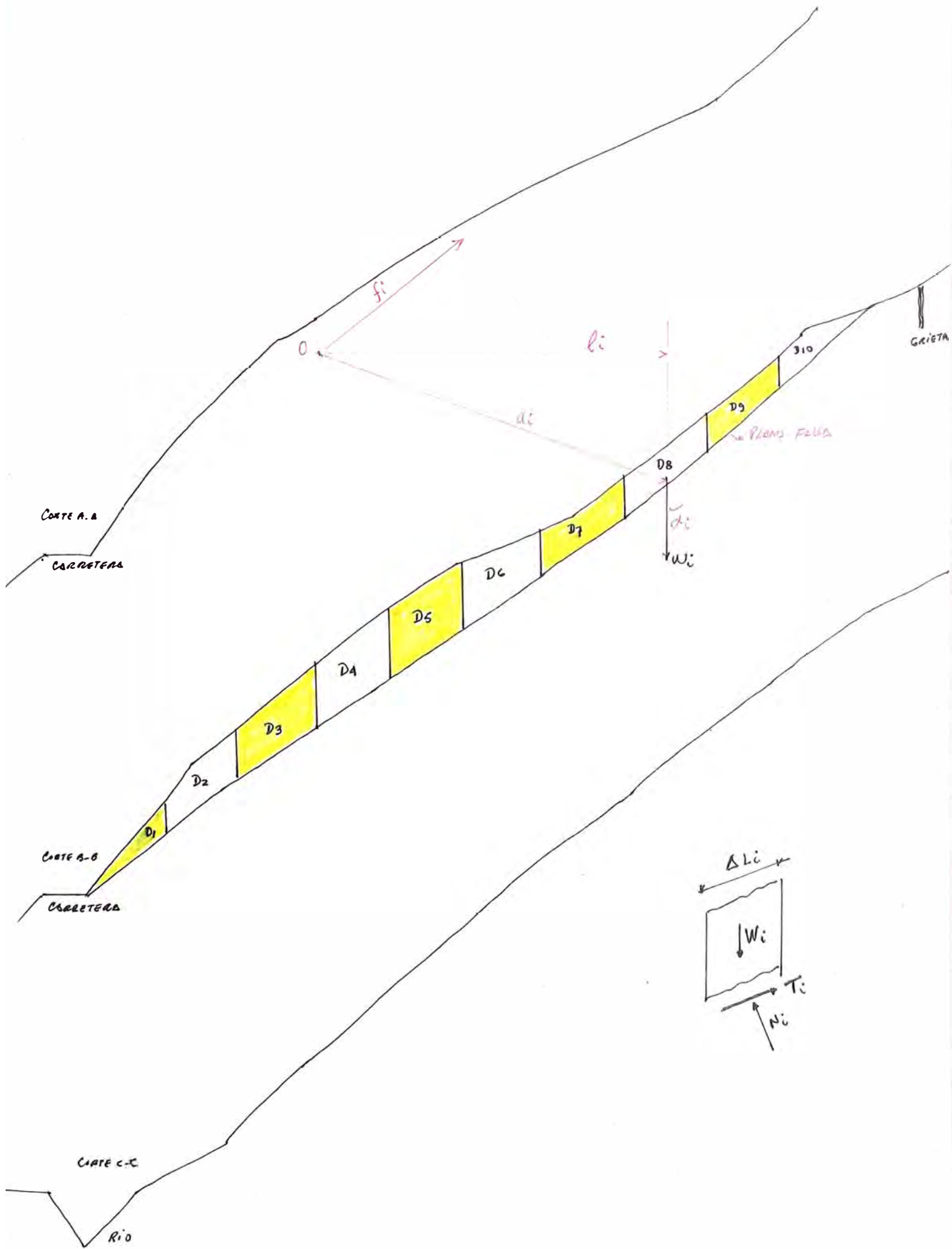


Tabla N°

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD: METODO DE LAS DOVELAS
CONDICIONES HUMEDAS Y PRESENCIA DE GRIETAS

c= 0,89 ton/m2

DOVELA	AREA	Peso Wi	Angulo Falla Ai	COS(Ai)	SEN(Ai)	Fuerza Normal Ni=Wi*cos(Ai)	Fuerza Tangencial Ti=Wi*sen(Ai)	Variac. Longitud DLi	Esfuerzo Normal Qi=N/DLi	Qi*Tan(Fi)	Esfuerzo Tangencial Si	Si*DLi	Long. Cent. Polo ai	Momento Resistente (Mr) Si*DLi*ai	Dist. Perp. CG -Polo l	Dist. Perp. N-Polo f	Momento Motor(Mm) Wi*li	Ni*fi
	m2	Tn	Grados	-		Tn	Tn	m	Tn/m2	Tn/m2	Tn/m2	Tn	m	Tn*m	m	m	ton*m	ton*m
1	4,00	10,88	40,50	0,76	0,65	8,27	7,07	21,00	0,39	0,25	1,14	23,85	99,00	2361,35	-30,50	-84,00	-331,84	-694,95
2	120,00	326,40	35,00	0,82	0,57	267,37	187,22	16,00	16,71	10,44	11,33	181,31	90,00	16317,56	-21,00	-74,00	-6854,40	-19785,47
3	185,50	504,56	35,50	0,81	0,58	410,77	293,00	19,00	21,62	13,51	14,40	273,58	77,00	21065,71	-6,00	-56,00	-3027,36	-23003,13
4	175,00	476,00	34,00	0,83	0,56	394,62	266,18	18,00	21,92	13,70	14,59	262,60	66,00	17331,63	14,00	-32,00	6664,00	-12627,90
5	165,00	448,80	35,00	0,82	0,57	367,64	257,42	18,00	20,42	12,76	13,65	245,74	61,00	14989,99	28,00	-15,00	12566,40	-5514,53
6	140,50	382,16	32,00	0,85	0,53	324,09	202,51	17,00	19,06	11,91	12,80	217,64	62,00	13493,54	43,00	5,00	16432,88	1620,45
7	128,50	349,52	32,50	0,84	0,54	294,78	187,80	20,00	14,74	9,21	10,10	201,99	67,00	13533,53	58,00	20,00	20272,16	5895,64
8	123,00	334,56	40,50	0,76	0,65	254,40	217,28	21,00	12,11	7,57	8,46	177,65	71,50	12701,97	75,00	40,00	25092,00	10176,06
9	104,50	284,24	41,00	0,75	0,66	214,52	186,48	19,00	11,29	7,06	7,94	150,95	88,00	13283,53	90,00	58,00	25581,60	12442,08
10	70,00	190,40	41,00	0,75	0,66	143,70	124,91	22,00	6,53	4,08	4,97	109,36	99,00	10827,00	102,00	73,00	19420,80	10489,86
	1216,00	3307,52	36,70			2680,16	1929,86	191,00				1844,67		135905,81			115816,24	-21001,89

Peso Especifico = 2,72 Tn/m3 (laboratorio)

Angulo Fi: 32,00 Grados

COLOUMB-NAVIER: $S=C+Qi*\tan(fi)$
 Cohesion: $C=S-Qi*\tan(fi)= (T/A)-(N/A)*\tan(Fi) = 0,96 \text{ Tn/m}^2$
 Corrección de la cohesión con grietas: 0,93 **0,89 Tn/m2**

DE LAS DOVELAS:
 CON PRESENCIA DE GRIETAS:

$FS1 = \frac{Mr}{Mm} = \frac{Si*DLi*ai}{Wi*li-Ni*fi+DMm}$ **0,99**

$Prof. Grieta$

Zo

d

$DMm = 1/2*Zo*Dagua*d = 9,50 \quad 102,00 \quad 484,50$

Peso Esp.	FS1
1,50	1,09
2,20	1,08
2,72	1,06
2,90	1,05
3,30	1,04
Ang. Fi	FS1
28,00	0,86
30,00	0,92
32,30	1,00
34,00	1,06
36,00	1,13
38,00	1,21
Cohesión	FS1
0,00	0,96
0,30	1,00
0,89	1,06
1,20	1,09
1,50	1,13

CONCLUSION:

Observando las tablas de comparaciones se puede establecer que con presencia de agua el talud se encuentra en punto de colapso o ya colapsado. Aun más si se tiene el efecto de levante que produce el agua, que induce al movimiento.

Tabla N°

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD: METODO DE LAS DOVELAS
SIN GRIETAS Y SIN PRESENCIA DE AGUA

c= 0,96 ton/m2

DOVELA	AREA m2	Peso Wi Tn	Angulo Falla Ai Grados	COS(Ai)	SEN(Ai)	Fuerza Normal Ni=Wi*cos(Ai) Tn	Fuerza Tangencial Ti=Wi*sen(Ai) Tn	Variac. Longitud DLi m	Esfuerzo Normal Qi=N/DLi Tn/m2	Esfuerzo Tangencial Si Tn/m2	Esfuerzo Tangencial Si*Dli Tn	Long. Cent. Polo ai m	Momento Resistente (Mr) Si*Dli*ai Tn*m	Dist. Perp. CG -Polo l m	Dist. Perp. N-Polo f m	Momento Motor (Mm) Wi*li ton*m	Ni*fi ton*m	
1	4,00	8,00	40,50	0,76	0,65	6,08	5,20	21,00	0,29	0,20	1,16	24,26	99,00	2402,06	-30,50	-84,00	-244,00	-510,99
2	120,00	240,00	35,00	0,82	0,57	196,60	137,66	16,00	12,29	8,29	9,25	147,97	90,00	13316,94	-21,00	-74,00	-5040,00	-14548,14
3	185,50	371,00	35,50	0,81	0,58	302,04	215,44	19,00	15,90	10,72	11,68	221,97	77,00	17091,42	-6,00	-56,00	-2226,00	-16914,06
4	175,00	350,00	34,00	0,83	0,56	290,16	195,72	18,00	16,12	10,87	11,83	213,00	66,00	14057,84	14,00	-32,00	4900,00	-9285,22
5	165,00	330,00	35,00	0,82	0,57	270,32	189,28	18,00	15,02	10,13	11,09	199,61	61,00	12176,41	27,00	-15,00	8910,00	-4054,80
6	140,50	281,00	32,00	0,85	0,53	238,30	148,91	17,00	14,02	9,46	10,42	177,06	62,00	10977,50	43,00	5,00	12083,00	1191,51
7	128,50	257,00	32,50	0,84	0,54	216,75	138,09	20,00	10,84	7,31	8,27	165,40	67,00	11081,85	58,00	20,00	14906,00	4335,03
8	123,00	246,00	40,50	0,76	0,65	187,06	159,76	21,00	8,91	6,01	6,97	146,33	71,50	10462,84	75,00	40,00	18450,00	7482,39
9	104,50	209,00	41,00	0,75	0,66	157,73	137,12	19,00	8,30	5,60	6,56	124,63	88,00	10967,72	90,00	58,00	18810,00	9148,59
10	70,00	140,00	41,00	0,75	0,66	105,66	91,85	22,00	4,80	3,24	4,20	92,39	99,00	9146,42	102,00	73,00	14280,00	7713,13
1216,00		2432,00	36,70			1970,71	1419,01	191,00			1512,62		111680,99			84829,00	-15442,56	

Peso Especifico = 2,00 Tn/m3

Angulo Fi: 34,00

COLOUMB-NAVIER: S=C+Qi*Tan(fi)

Cohesion: C=S-Qi*Tan(fi)= (T/A)-(N/A)*Tan(Fi) = 0,96 Tn/m2

DE LAS DOVELAS:
SIN PRESENCIA DE GRIETAS:

FS1 = Mr/Mm = $\frac{Si \cdot Dli \cdot ai}{Wi \cdot li - Ni \cdot fi}$ **1,11**

Peso Esp.	FS1
1,50	1,16
1,80	1,13
2,00	1,11
2,50	1,09
3,00	1,07
Ang. Fi	FS1
28,00	0,91
31,00	1,00
32,00	1,04
34,00	1,11
35,00	1,12
37,00	1,19
Cohesión	FS1
0,00	0,97
0,20	1,00
0,50	1,04
0,96	1,11
1,50	1,19

CONCLUSION:

En condiciones secas el talud se encuentra estable.

4.2.3. Métodos Estereográficos

Se basa en las teorías:

1. Areas Iguales de Lambert o Schimit
2. Angulos Iguales de Wulff.

Con los datos de un levantamiento geomecánico de la zona, recurrimos a las redes estereográficas, donde se define:

1. Grandes círculos.
2. Polos.
3. Contorneo de Polos.
4. Set o familia de discontinuidades estructurales..

Posteriormente se realiza el análisis de estabilidad según tipo de falla.

1. FALLAR PLANAR

Trata de deslizarse a través del plano de la discontinuidad. El análisis se realiza de los polos.

Para que existe la posibilidad de falla del talud, debe cumplir los siguientes:

- a. El azimut del plano del deslizamiento debe estar dentro de $\pm 20^\circ$ del azimut del talud.
- b. El plano de falla debe emerger sobre el talud.
- c. El buzamiento del plano de falla debe ser mayor que el del ángulo de fricción.

FALLA TIPO CUÑA

El análisis se realiza de los grandes círculos.

Para que se produzca la falla debe cumplir las siguientes condiciones:

- a. La línea de intersección debe aflorar a la superficie.

- b. El buzamiento de la línea de intersección debe ser mayor que el del ángulo de fricción.
- c. El buzamiento de la línea de intersección debe ser menor que el de la superficie del talud.

2. FALLA POR VOLTEO

Se analiza en base de polos y grandes círculos.

Condiciones para que se produce la falla:

- a. Al menos deben existir dos planos verticales que se intersectan, el buzamiento de la intersección debe exceder a $(90 - \text{ángulo de fricción})$.
- b. El plano base (de volteo) debe buzarse hacia el talud en un ángulo menor que el ángulo de fricción.
- c. El azimut de la línea de intersección debe caer $\pm 20^\circ$ del azimut del talud de diseño y el azimut del plano base debe caer en $\pm 20^\circ$ del azimut del talud de diseño.

EVALUACIÓN

Se ha determinado los datos de buzamiento y azimut de la zona en estudio.

Además tenemos un talud con azimut = 280° , buzamiento 70° , el ángulo de la fricción de las rocas es 30° .

Con estos datos y utilizando el programa DIPS, vamos a realizar el análisis de la estabilidad del talud, la posibilidad de falla planar, por cuña y por volteo.

Conclusiones:

1. La zona en estudio presenta un alto potencial de deslizamiento, y de no tomarse las medidas preventivas del caso, se podría generar mayores problemas viales en dicha zona y ocasionar problemas socio económicos por las interrupciones de la vía.

2. En las carreteras que circunscriben nuestra región predominan los taludes naturales con posibilidades de deslizamiento siguiendo planos de falla debido a su reciente formación, ya que los materiales son escombros y/o detríticos que se encuentran semisueltas.
3. En la carreteras que circunscriben nuestra región, una de las principales causas de los deslizamientos es por el producto de los cortes en el talud durante el proceso constructivo de la vía.
4. La estabilidad de un talud consiste en la evaluación correcta de los diferentes parámetros en función de la cohesión, el ángulo de fricción interna, la presión intersticial y la acción del peso, debiendo considerarse además la acción sísmica probable, con el fin de lograr factores de seguridad aceptables.
5. Cada caso de inestabilidad debe ser evaluado con datos propios del terreno, los cuales deben obtenerse a través de los diferentes ensayos.
6. En cuanto a la estabilidad de los taludes de terraplenes, está en función del proceso constructivo, ya que puede ser manejado por la experiencia y habilidad del constructor, ya que es un talud artificial.

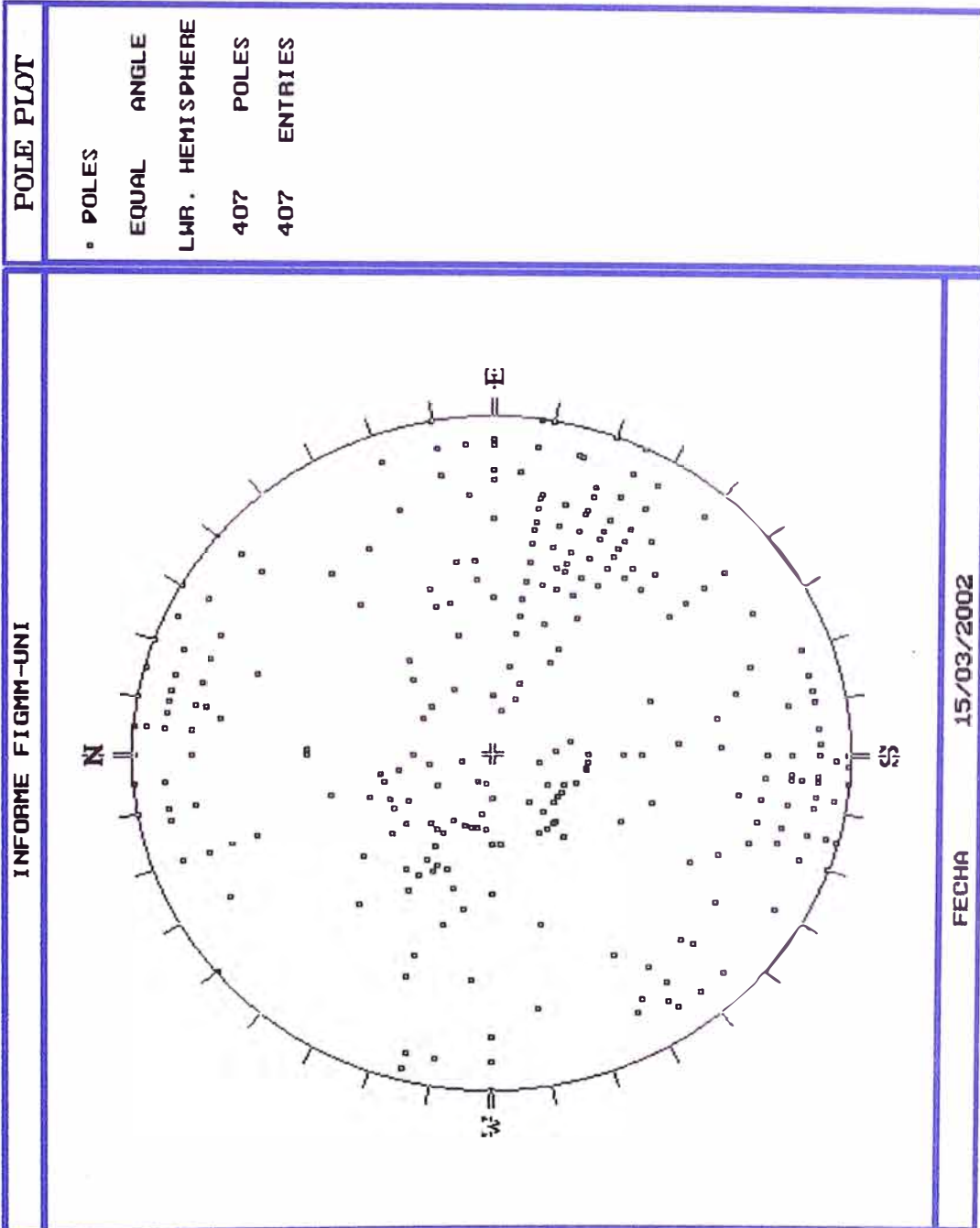
* DATA LISTING DE BUZAMIENTO Y ORIENTACION DE DISCONTINUIDADES

ZONA DE ESTUDIO: PUYAC HUANUCO

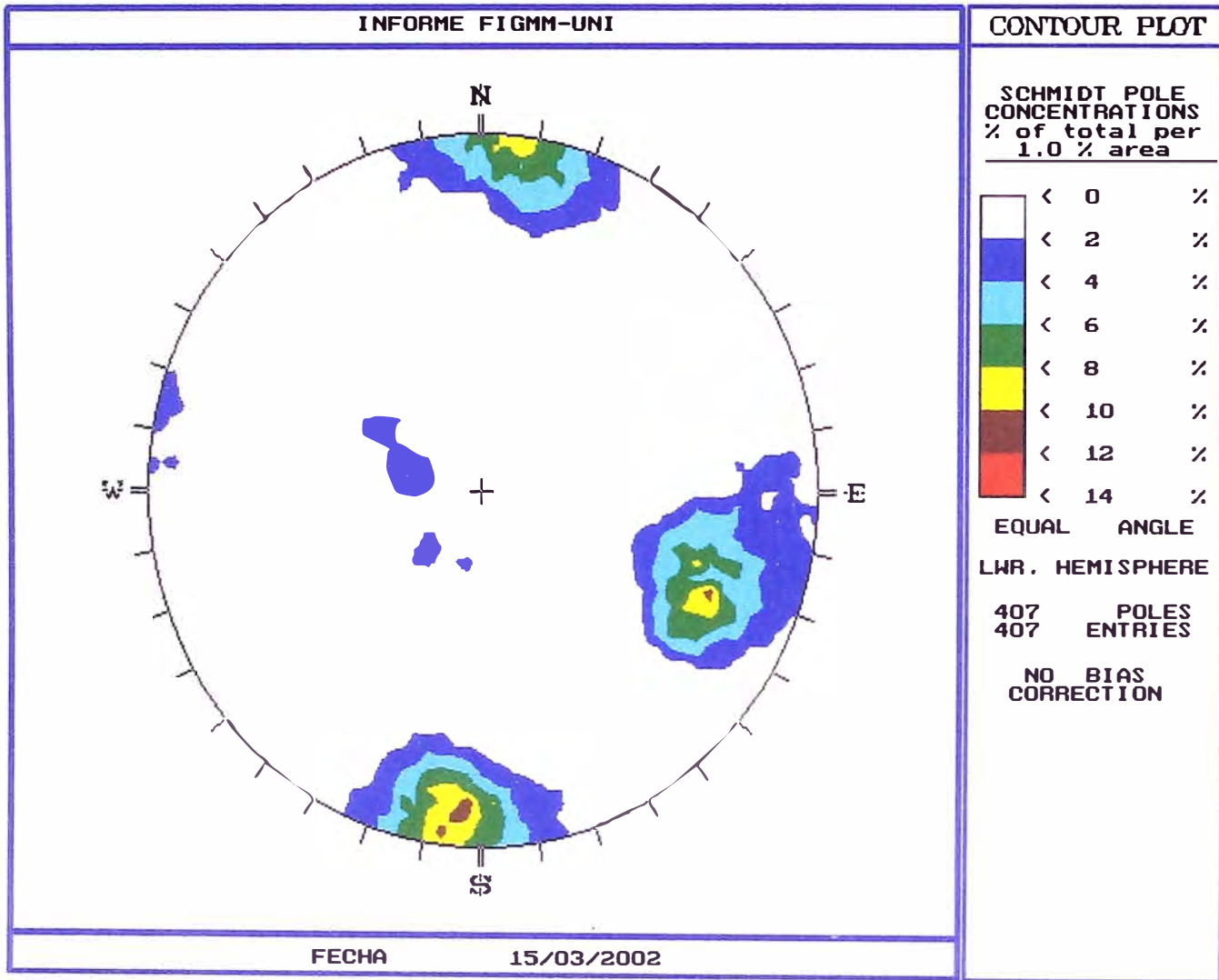
PROYECTO: INFORME FIGMM-UNI

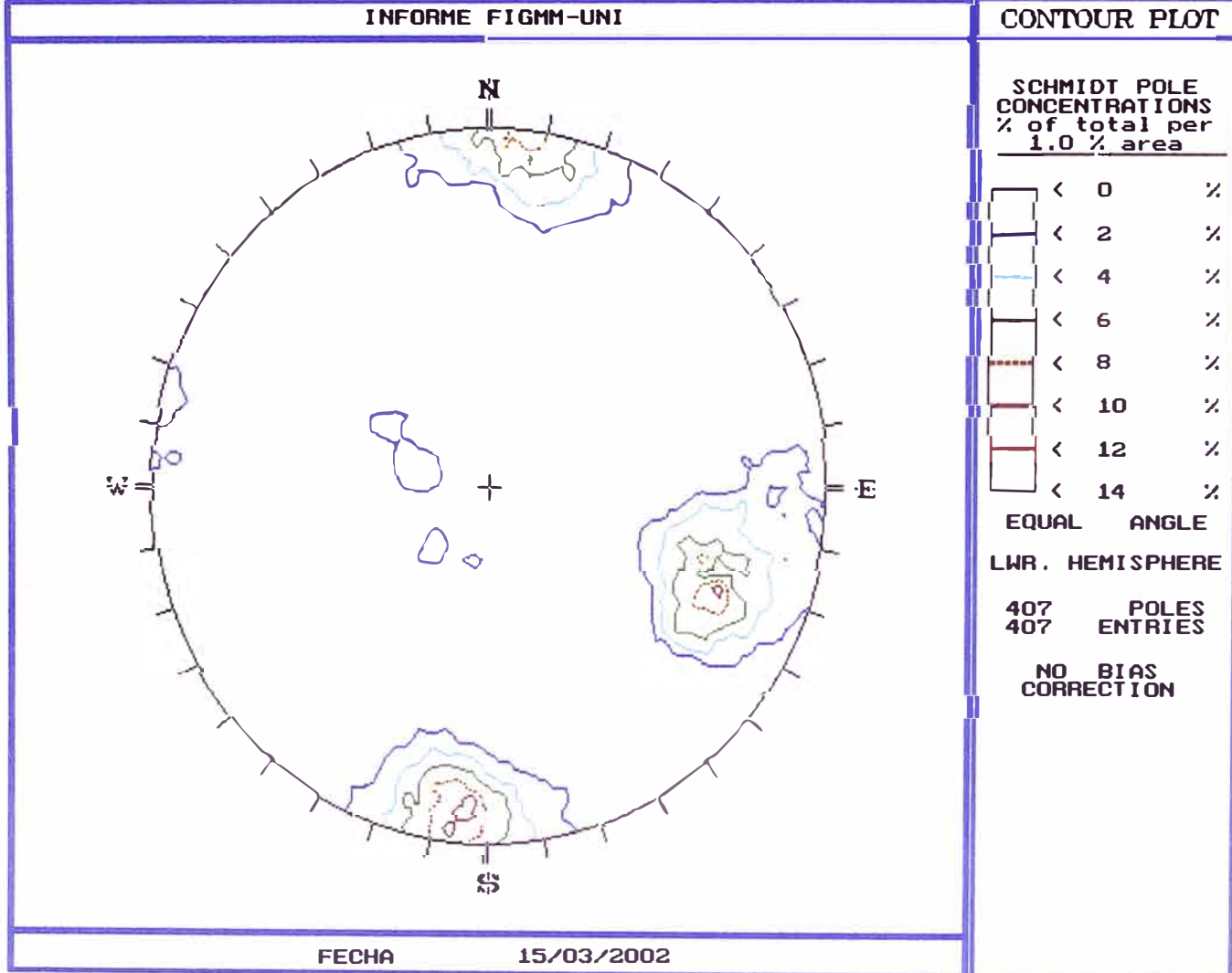
FECHA 25/03/2002

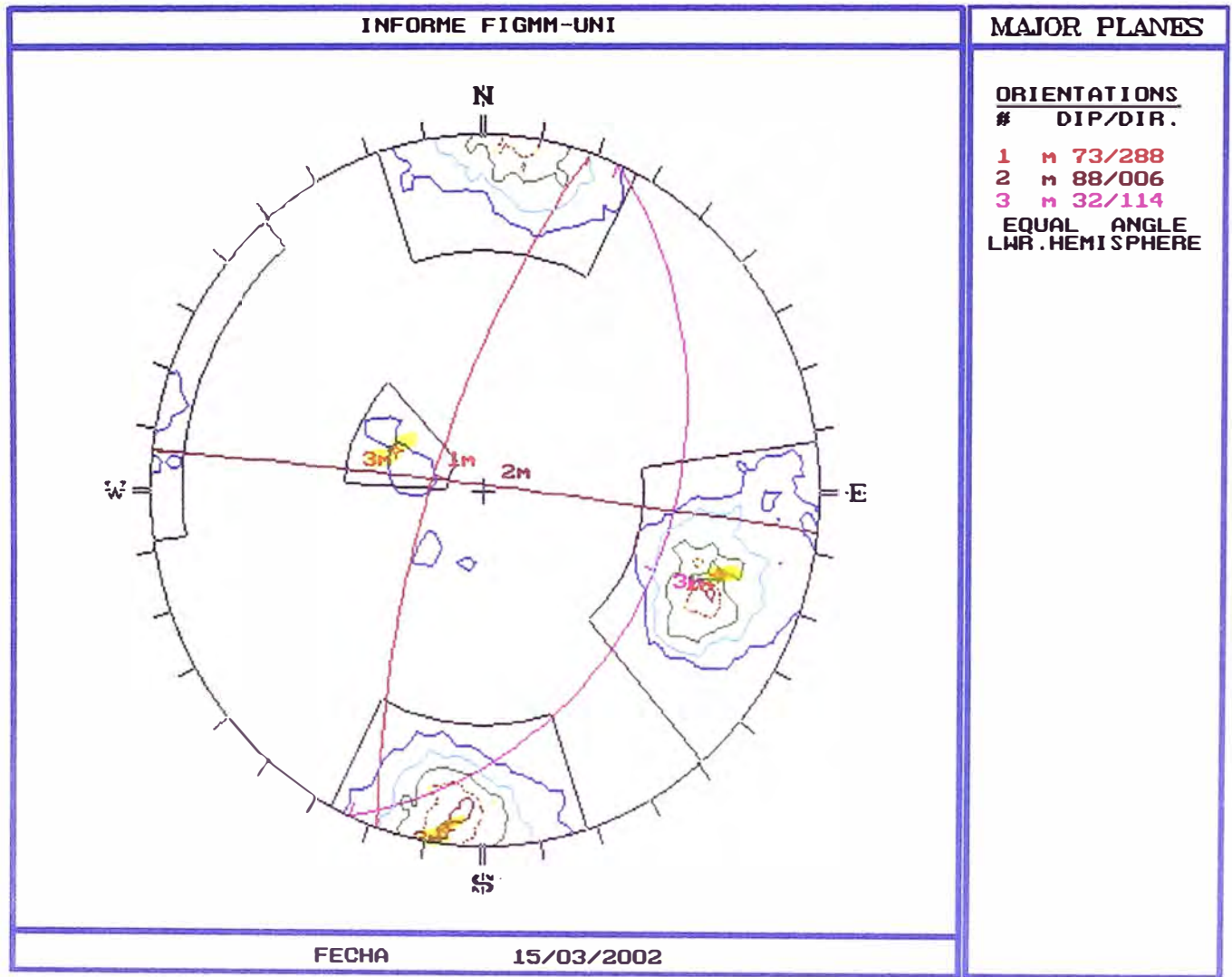
number	dip	dipdirection;	number	dip	dipdirection;	number	dip	dipdirection;	number	dip	dipdirection;	number	dip	dipdirection;
1	80	54	83	83	56	165	77	45	247	72	300	329	25	240
2	30	48	84	30	8	166	25	25	248	35	300	330	65	300
3	85	160	85	70	320	167	75	300	249	90	278	331	90	290
4	55	285	86	75	300	168	70	295	250	80	220	332	50	340
5	25	350	87	50	165	169	90	0	251	25	100	333	85	200
6	65	285	88	70	280	170	60	280	252	85	20	334	30	0
7	60	280	89	50	250	171	50	255	253	30	130	335	76	280
8	65	285	90	65	280	172	85	300	254	65	358	336	50	18
9	30	5	91	85	160	173	85	355	255	60	288	337	60	260
10	60	230	92	60	290	174	60	280	256	80	330	338	80	150
11	50	140	93	70	300	175	75	320	257	60	130	339	50	300
12	75	280	94	55	105	176	40	140	258	80	180	340	25	100
13	75	35	95	85	10	177	75	15	259	30	120	341	70	230
14	40	0	96	30	55	178	75	20	260	20	55	342	70	270
15	85	30	97	75	10	179	85	192	261	80	290	343	85	200
16	85	185	98	80	90	180	80	190	262	85	350	344	75	10
17	78	290	99	40	300	181	65	310	263	80	10	345	75	300
18	75	80	100	35	120	182	85	4	264	40	110	346	35	150
19	40	115	101	45	120	183	40	120	265	88	205	347	25	220
20	60	290	102	45	290	184	90	210	266	85	8	348	80	220
21	50	100	103	85	20	185	70	10	267	80	290	349	65	110
22	25	120	104	25	110	186	70	280	268	45	105	350	75	5
23	80	200	105	75	188	187	40	160	269	86	270	351	90	5
24	85	285	106	68	300	188	68	95	270	25	180	352	65	280
25	80	0	107	80	290	189	90	295	271	65	280	353	88	1
26	85	185	108	80	10	190	35	140	272	85	10	354	75	290
27	45	90	109	10	115	191	90	5	273	85	265	355	85	105
28	85	50	110	90	185	192	85	358	274	70	295	356	70	300
29	85	285	111	85	285	193	75	295	275	90	280	357	85	10
30	15	10	112	75	160	194	70	160	276	68	305	358	70	300
31	75	250	113	75	265	195	75	305	277	85	170	359	20	270
32	85	295	114	90	170	196	85	170	278	80	190	360	80	90
33	90	0	115	55	182	197	80	5	279	70	310	361	85	190
34	25	100	116	80	160	198	85	10	280	75	5	362	25	40
35	70	270	117	00	0	199	75	0	281	75	300	363	85	55
36	65	295	118	20	170	200	90	15	282	80	185	364	25	50
37	15	90	119	88	185	201	15	280	283	35	225	365	90	140
38	80	270	120	25	100	202	70	300	284	35	170	366	30	5
39	80	185	121	80	195	203	85	10	285	80	260	367	30	10
40	85	355	122	70	345	204	55	290	286	35	155	368	85	220
41	30	50	123	20	290	205	69	60	286	75	55	369	20	356
42	75	46	124	80	60	206	35	50	288	70	300	370	90	180
43	28	20	125	25	40	207	30	280	289	30	60	371	25	210
44	80	300	126	75	300	208	75	280	290	70	300	372	90	260
45	55	280	127	90	90	209	75	340	291	80	220	373	20	150
46	55	180	128	85	45	210	30	85	292	65	300	374	60	265
47	75	280	129	60	295	211	80	270	293	80	170	375	65	30
48	65	280	130	50	270	212	80	190	294	40	230	376	45	280
49	60	290	131	70	280	213	90	0	295	80	170	377	30	90
50	80	350	132	55	356	214	55	285	296	65	280	378	80	18
51	60	290	133	55	295	215	85	340	297	78	270	379	65	290
52	70	310	134	74	290	216	50	140	298	70	160	380	80	90
53	75	285	135	40	120	217	85	190	299	90	195	381	80	4
54	90	15	136	80	0	218	25	110	300	30	125	382	85	270
55	20	30	137	70	200	219	15	90	301	55	250	383	35	165
56	75	20	138	80	5	220	75	15	302	68	280	384	25	210
57	82	5	139	85	0	221	80	320	303	85	345	385	85	210
58	20	100	140	40	255	222	90	20	304	85	278	386	70	280
59	70	290	141	80	205	223	35	120	305	60	300	387	80	10
60	45	29	142	42	115	224	85	15	306	80	190	388	80	200
61	62	290	143	85	200	225	85	5	307	88	15	389	75	285
62	60	290	144	75	0	226	85	286	308	90	0	390	80	10
63	25	105	145	70	270	227	45	125	309	50	120	391	73	280
64	85	10	146	80	5	228	85	90	310	85	350	392	0	0
65	88	105	147	70	300	229	85	310	311	10	170	393	90	260
66	85	190	148	90	280	230	75	290	312	75	285	394	80	290
67	90	200	149	85	190	231	78	190	313	88	8	395	85	188
68	25	95	150	45	0	232	85	348	314	85	295	396	85	260
69	90	2	151	85	5	233	72	295	315	20	290	397	50	280
70	80	300	152	70	290	234	80	350	316	85	100	398	70	300
71	85	0	153	85	350	235	70	300	317	65	290	399	80	15
72	70	240	154	55	265	236	90	175	318	85	0	400	65	305
73	85	175	155	85	168	237	85	195	319	65	300	401	85	175
74	85	4	156	85	5	238	65	320	320	70	110	402	70	290
75	70	230	157	85	20	239	80	195	321	40	280	403	70	285
76	75	295	158	90	190	240	80	260	322	80	0	404	70	25
77	70	295	159	75	300	241	85	195	323	85	10	405	75	290
78	10	100	160	85	190	242	25	290	324	15	280	406	85	5
79	80	275	161	30	150	243	65	295	325	55	75	407	80	60
80	75	10	162	90	290	244	80	290	326	85	250			
81	90	0	163	65	350	245	30	170	327	25	30			
82	25	35	164	50	270	246	82	62	328	80	295			



77

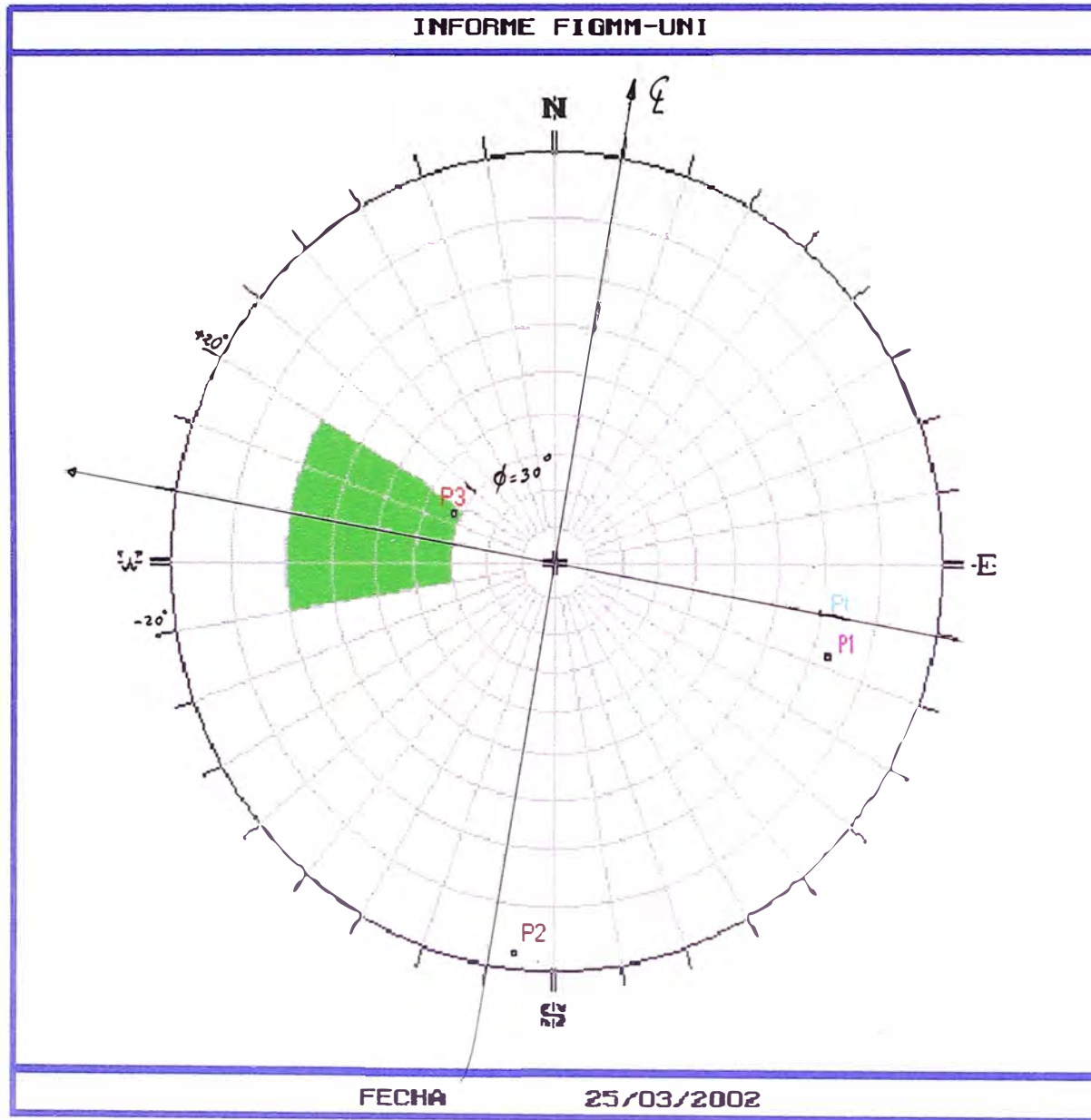






FALLA TIPO PLANAR

INFORME FIGMM-UNI



POLE PLOT

POLES

MAJOR PLANES

DIP/DIR.

1 M 73/288

2 M 88/006

3 M 32/114

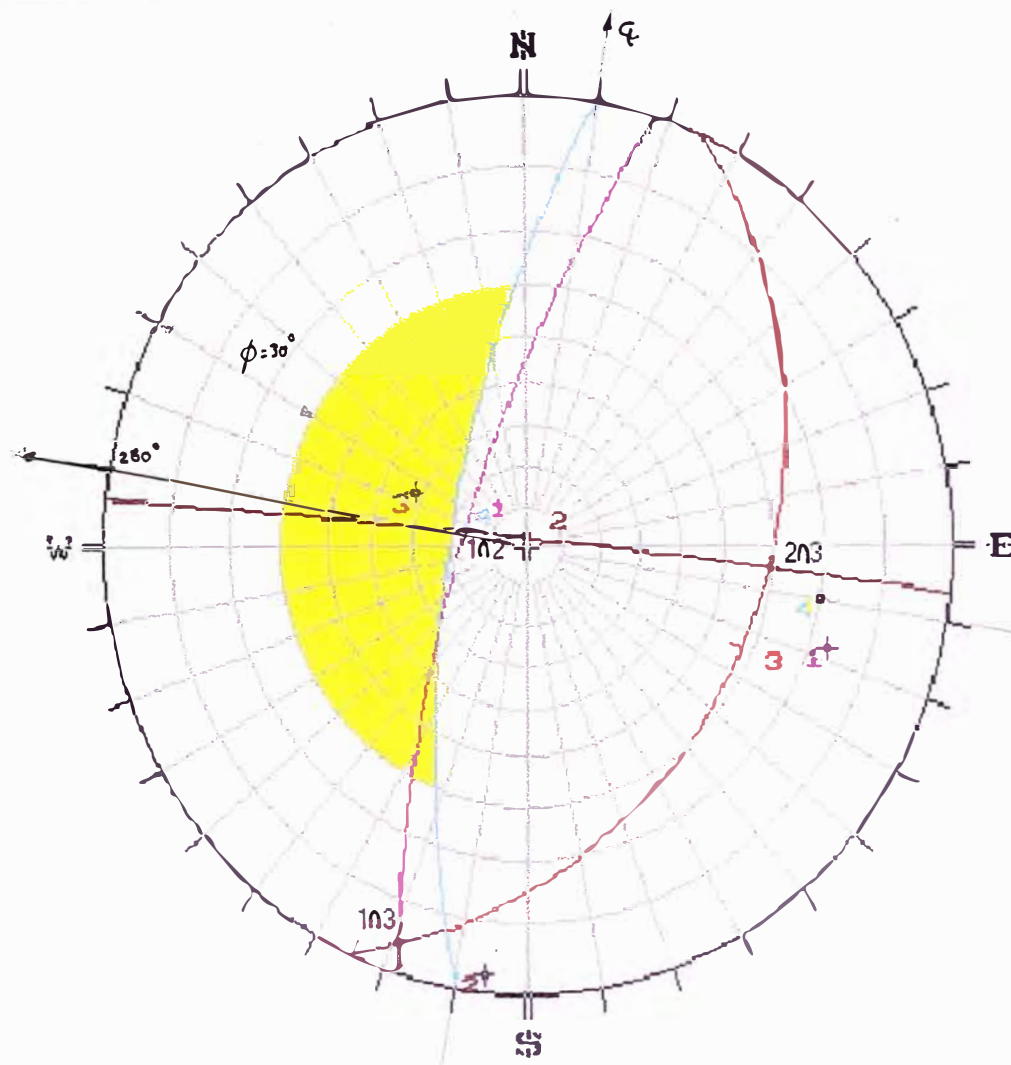
4 M 70/280 (talud)

 Zona potencial de inestabilidad

CONCLUSION:
SE PRODUCE LA
FALLA PLANAR

FALLA TIPO CUÑA

INFORME FIGMM-UNI



MAJOR PLANES

#	DIP/DIR.
1	M 73/288
2	M 88/006
3	M 32/114
4	M 70/280 (falud)

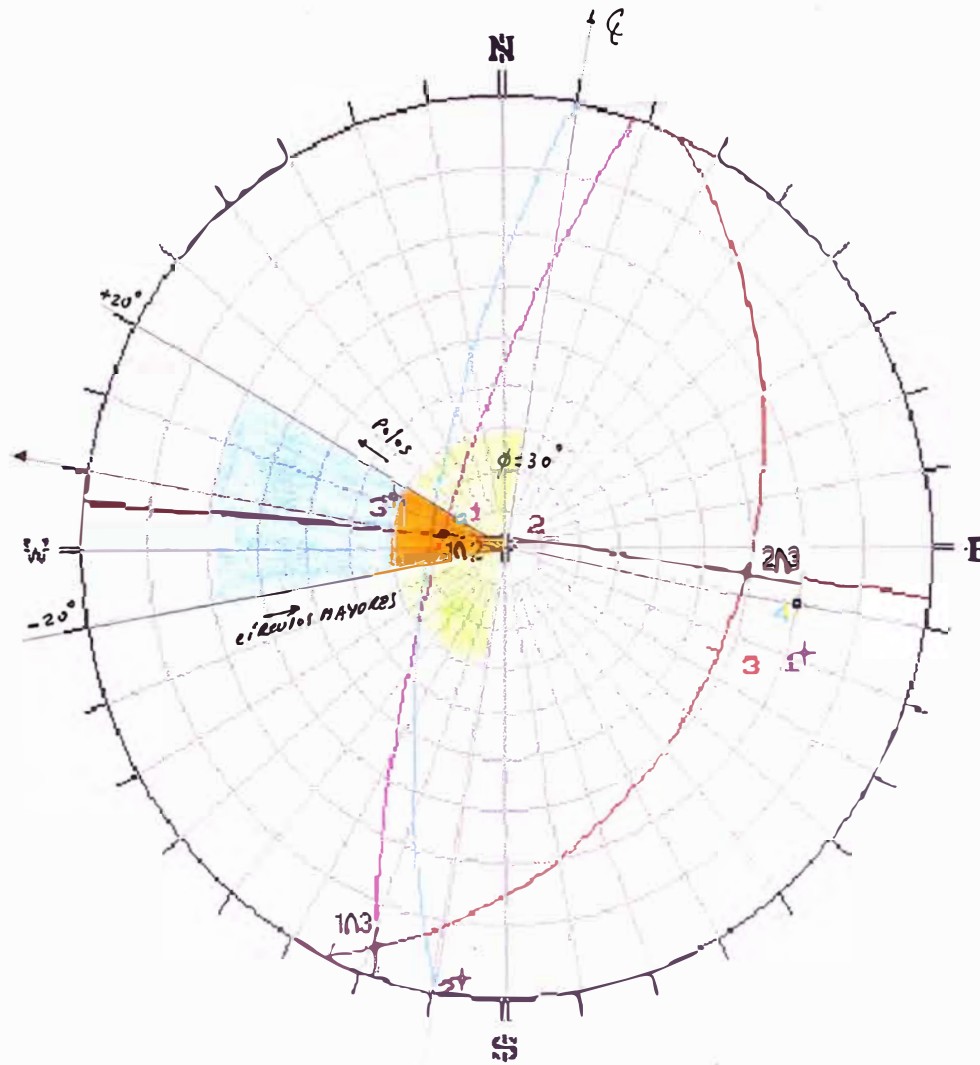
ZONA POTENCIAL DE FALLA

EN CONCLUSION:
 NO SE PRODUCE
 LA FALLA TIPO CUÑA

FECHA 25/03/2002

FALLA POR VOLTEO

INFORME FIGMM-UNI



MAJOR PLANES

#	DIP/DIR.
1	M 73/288
2	M 88/006
3	M 32/114
4	M 70/280 (ahid)

Para las intersecciones

- Zona de principal inestabilidad
- Posible extensión de bloques inestables
- Posible extensión de taludes escarpados

Para los polos

- Zona de principal inestabilidad
- Zona de posible extensión inestable

EN CONCLUSION:

NO SE PRODUCE LA FALLA POR VOLTEO

FECHA

25/03/2002

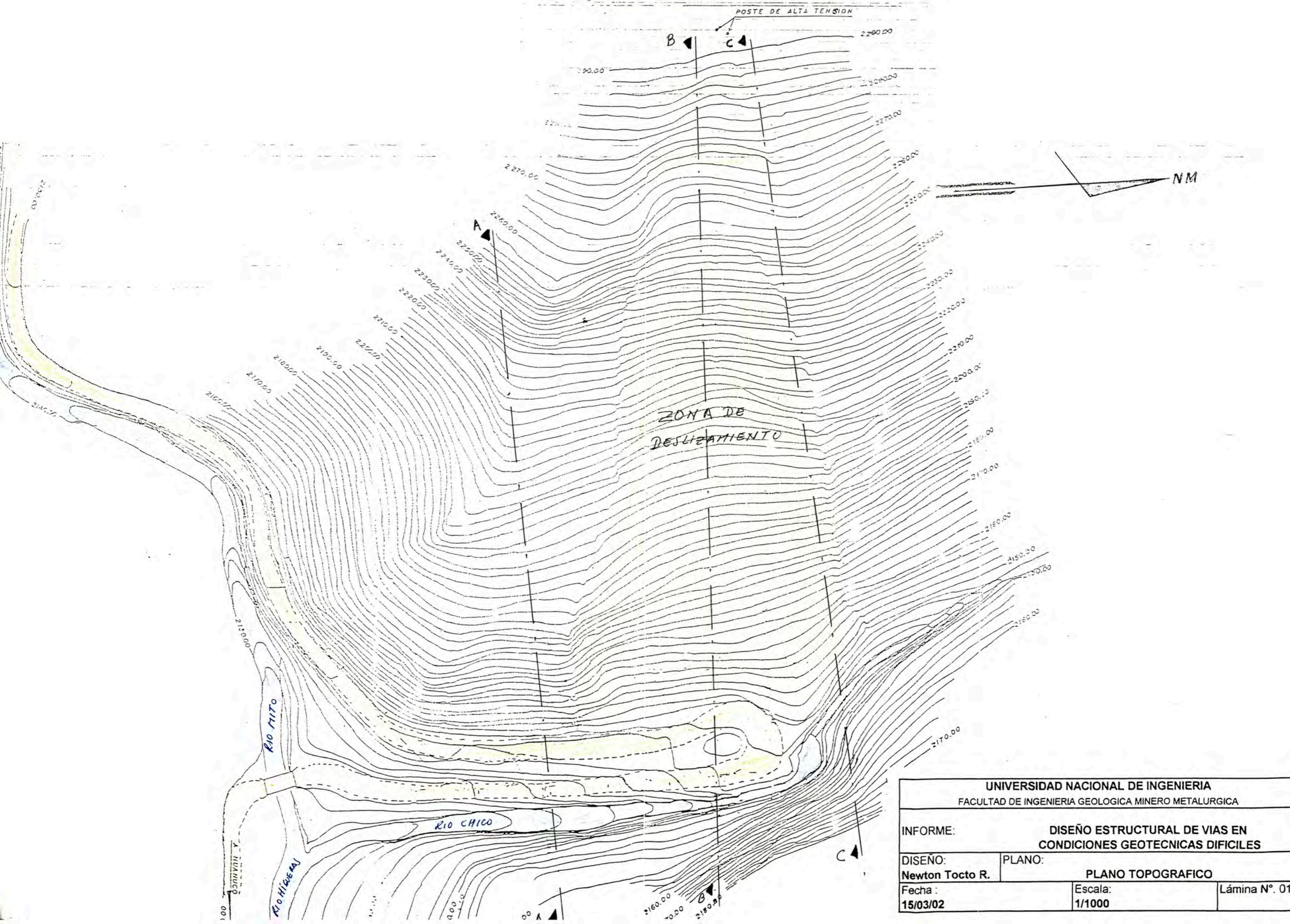
VI. BIBLIOGRAFIA

- 1.- ANUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, Section 4, CONSTRUCTION . Vol 04.08. USA 1988.
- 2.- BOWLES, Joseph, Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. 22 Ensayos de Laboratorio.
- 3.- BOWLES, Joseph, Physical and Geotechnical Properties of Soils.
- 4.- BROWN E. T, Rock Characterization Testint and Monitoring. Society Rock Mechanic. Suggested Methods.
- 5.- CARRILLO GIL, A. Slope Stabilization in Residual Soils of Peru. Tema expuesto en: International Symposium on Slope Stability Engineering. Matsuyama, Japan. 1999.
- 6.- CHANG CHANG, Luis Antonio. Inestabilidad de Taludes en el Perú. Tesis de Grado FIC-UNI. Código TG/2870 00266. Biblioteca FIC-UNI Lima-Perú
- 7.- CHERO BALLON, G. Alternativas para Mejorar la Estabilidad de Taludes Naturales. Tesis de Grado FIC-UNI. Código: TP/3726 03709. Biblioteca FIC-UNI. Lima-Perú.
- 8.- CRAWFORS y HUSTRULID. Open Pit mine Planning and Design. Published by Society of Mining Engineers. New York 1979. Pág. 145.
- 9.- DURAND, Aldo, Estabilidad de Macizos Rocosos, PUC Rio-Brasil.
- 10.- FUKUOKA, Masami. (traductor al Español) Manual de Protección de Taludes. Publicado por la Asociación de Carreteras de Japón. 1972.
- 11.- GUTIERREZ LAZARES, José Wilfredo. Diseño de Taludes en Obras de Tajo Abierto. Tesis de Grado FIC-UNI. Código: TG/2916 00677. Biblioteca FIC-UNI Lima-Perú.
- 12.- HIGHWAY RESEARCH BOARD, Soil and Slope. FIC UNI.
- 13.- JUAREZ BADILLO y RICO RODRIGUEZ. Mecánica de Suelos. Tomo I. Teoría y Aplicaciones de Mecánica de Suelos. Editorial Limusa. México 1996. Pág. 613
- 14.- JUAREZ BADILLO y RICO RODRIGUEZ. Mecánica de Suelos. Tomo II. Teoría y Aplicaciones de Mecánica de Suelos. Editorial Limusa. México 1996. Pág. 255, 341.

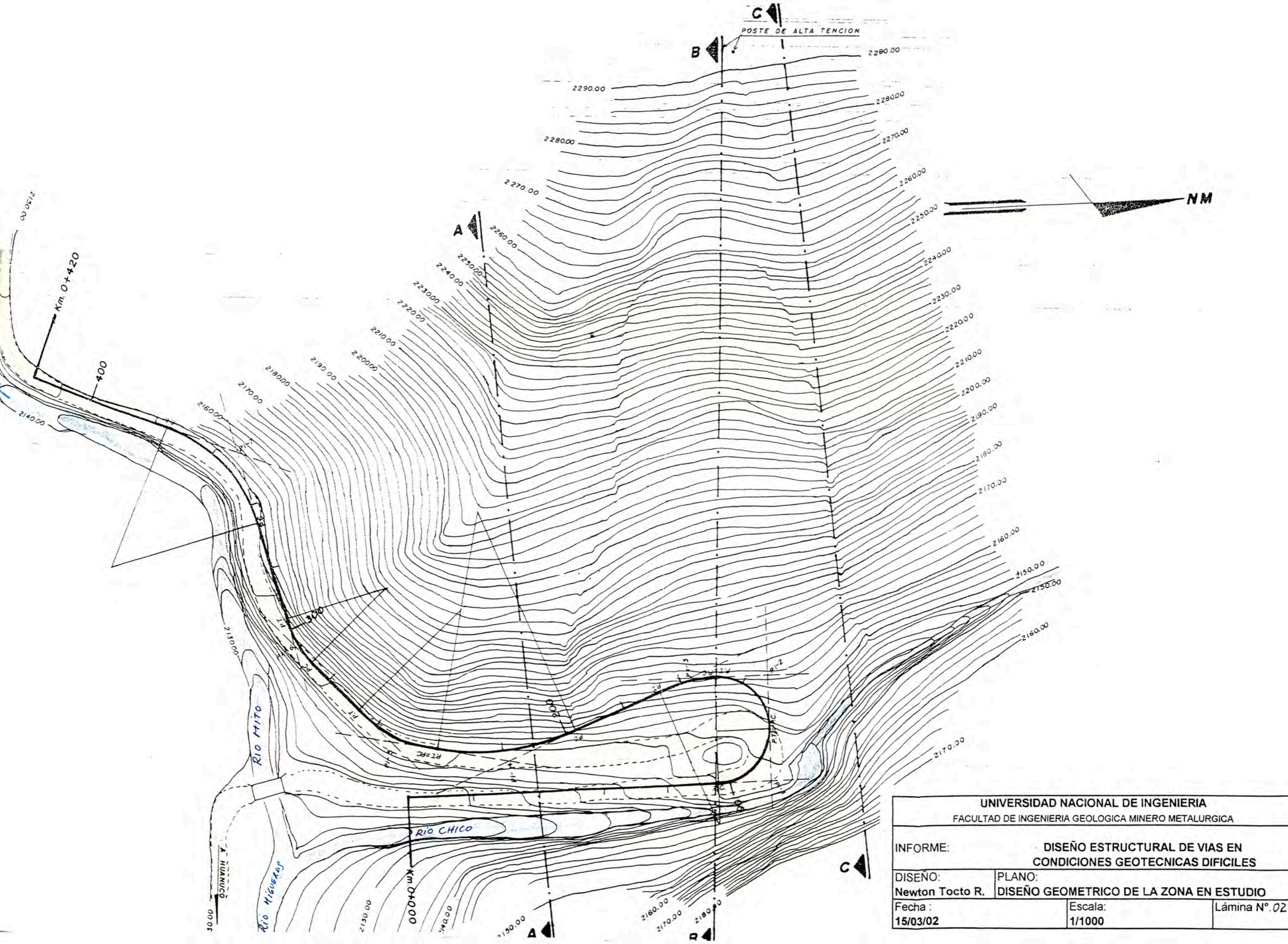
- 15.- LAMBE T. William y WHITMAN Robert, Mecánica de Suelos. Instituto Tecnológico de Massachusetts. Editorial Limusa. México 1996. Pág. 371, 489.
- 16.- NORMAS PERUANAS PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS. Lima –Perú. Pág. 47.
- 17.- ORDOÑEZ HUAMAN, A. Curso de Estabilidad de Taludes. Tema expuesto en el Seminario “Aspectos Técnicos en el Diseño de Carreteras”-Huánuco. Junio del 2000.
- 18.- RABANAL COSTA, Miguel G. Software de Aplicación para Estabilidad de Taludes. Tesis de Grado FIC-UNI. Código: TP/3604 03588. Biblioteca FIC-UNI Lima-Perú.
- 19.- RICO-DEL CASTILLO, La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Editorial Limusa. México 1998.
- 20.- RAULD, Paraud, Caminos I-II, Curso Completo, UNI Lima-Perú. Pág. 514.
- 21.- SALVADOR MENDIVIL, E. Deslizamiento de Tierras en el Cerro Martín Capasha de Huariaca. Estudio Técnico. 1963.
- 22.- SANCHEZ LARA, L. Análisis y Diseño de Estabilidad de Taludes. Tesis de Grado FIC-UNI. Código: TG/1756 02155. Biblioteca FIC-UNI. Lima-Perú.
- 23.- SEMINARIO TALLER DE MECANICA DE SUELOS Y EXPLORACION GEOTECNICA. CISMID-UNI 1992.
- 24.- SOWERS, GEORGE F. Introductory Soil Mechanics and foundations: Geotechnical Engineering. FIC-UNI.
- 25.- VII CONGRESO NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS E INGENIERIA DE CIMENTACIONES. Pág. 393.
- 26.- X CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL , Lima, Perú. Págs. 29 (G07), 88 (G-19).
- 27.- XI CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL , Trujillo, Perú. Págs. 42 (G-10), 56 (G-14), 99 (G-23).
- 28.- XII CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL –HUANUCO 1999. Págs. 48 (G-08), 59 (G-10)

ANEXOS

1. Plano Topográfico
2. Diseño Geométrico de la zona en estudio
3. Plano Geológico
4. Geología Regional
5. Esquema Geomorfológico
6. Foto N° 1
7. Foto N° 2
8. Foto N° 3

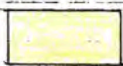


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERO METALURGICA		
INFORME:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIAS EN CONDICIONES GEOTECNICAS DIFICILES
DISEÑO:	PLANO:	PLANO TOPOGRAFICO
Newton Tocto R.		
Fecha:	Escala:	Lámina N°. 01
15/03/02	1/1000	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERO METALURGICA		
INFORME:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIAS EN CONDICIONES GEOTECNICAS DIFICILES
DISEÑO: Newton Tocto R.	PLANO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA ZONA EN ESTUDIO	
Fecha: 15/03/02	Escala: 1/1000	Lámina N°.02

PIZARRAS, FILLITAS



LUTITAS - ARCILLAS



SUELOS ORGANICOS

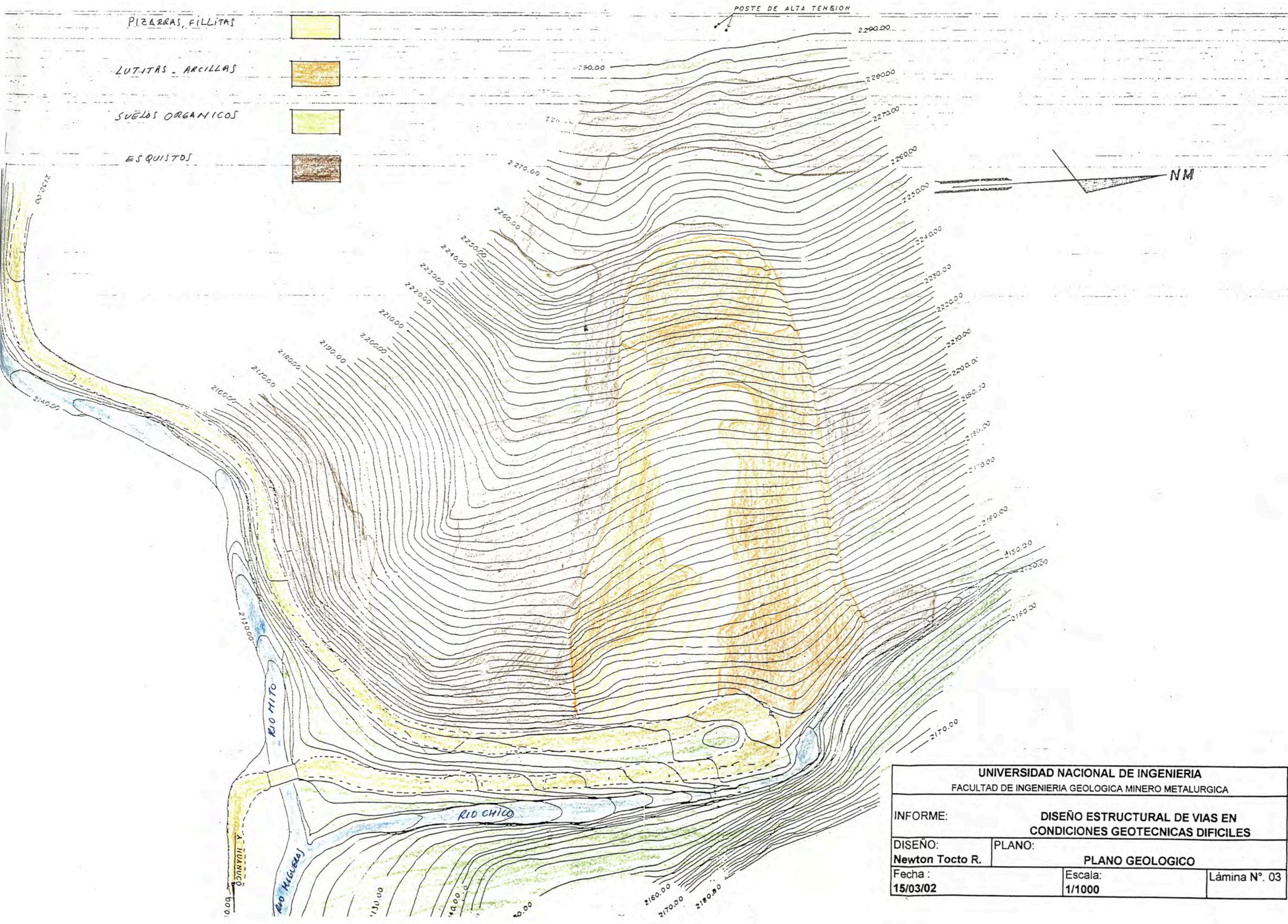


ESQUISTOS



POSTE DE ALTA TENSION

NM



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERO METALURGICA		
INFORME:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIAS EN CONDICIONES GEOTECNICAS DIFICILES	
DISEÑO: Newton Tocto R.	PLANO:	PLANO GEOLOGICO
Fecha: 15/03/02	Escala: 1/1000	Lámina N°. 03

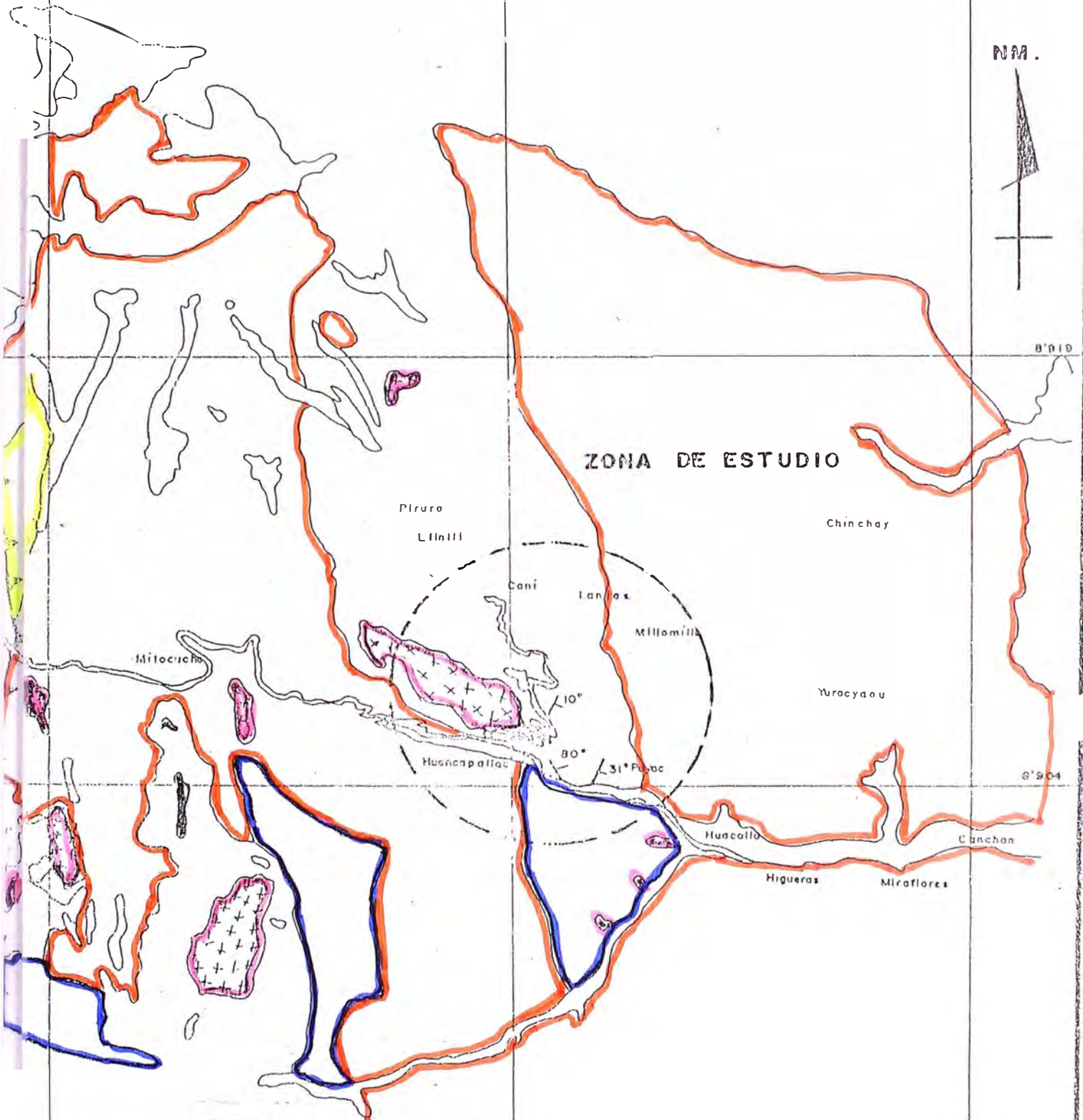
N.M.



B' 010

0' 504

ZONA DE ESTUDIO



LEYENDA

Depositos Cuaternarios	
Grupo Mitu	
Grupo Anbo	
Complejo Morafion	
Intrusivos Granitos	
Intrusivos Ultrabasicos	
Fallas	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERO METALURGICA		
INFORME:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIAS EN CONDICIONES GEOTECNICAS DIFICILES
DISEÑO:	PLANO:	GEOLOGIA REGIONAL
Newton Tocto R.		
Fecha :	Escala:	Lámina N°. 04
15/03/02	1/100,000	



Foto N° 01

DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN UNO DE
LOS TRAMOS DE LA VIA EN ESTUDIO



Foto N° 02

**DESLIZAMIENTO DE TALUDES POR
EFECTO DE NIVEL FREATICO DEL AGUA**



Foto N° 03

IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO POR
LA CONSTRUCCION DE UNA OBRA VIAL