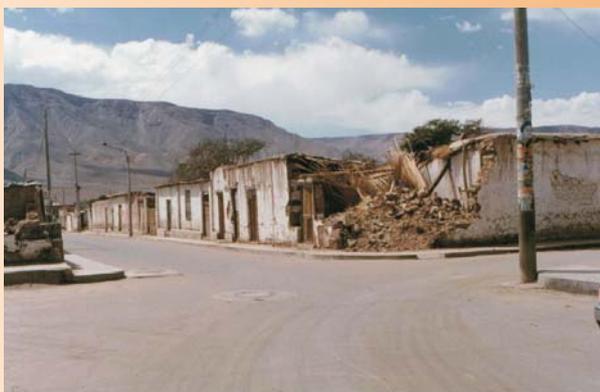




UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

CONVENIO UNSA - INDECI

Proyecto PER 98/018 PNUD - INDECI



EVALUACIÓN DE PELIGROS DE CARAVELI

Arequipa, setiembre del 2001

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE
AREQUIPA**

**CONVENIO UNSA - INDECI
Proyecto PER 98/018 PNUD – INDECI**

AUTORIDADES

Dr. Rolando Cornejo Cuervo
RECTOR

Contralmirante (r). Juan Luis Podesta LLosa
JEFE, INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL-INDECI

**EVALUACION DE PELIGROS
DE LA CIUDAD DE CARAVELI**

AUTORES

Ing. Roberto Kosaka Masuno Ing. Edgard Gonzáles Zenteno
Ing. Hector Palza Arias Barahona Ing. Armando Minaya Lizarraga
Ing. Eduardo Farfán Bazán Ing. Javier Ticona Paucara
Br. José Campano

COLABORADORES

Ing. Robert Salazar Br. Luis Bustamante
Ing. Victor Aguilar P.

Arequipa, setiembre 2001

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
Capítulo I	
1. INTRODUCCION	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS	1
1.3 METODOLOGIA	2
1.3.1 Trabajo bibliográfico	2
1.3.2 Trabajo de campo	2
1.3.3 Gabinete	2
1.3.4 Base cartográfica	2
Capítulo II	
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
2.1 ÁREA GEOGRÁFICA	3
2.2 ACCESIBILIDAD	3
2.3 FORMACIONES ECOLÓGICAS Y ZONAS DE VIDA	3
2.4 INFORMACIÓN SOCIO – DEMOGRÁFICO	3
2.4.1 Características de la población	3
2.5 INFORMACION SOCIO-ECONÓMICO	6
2.5.1 Infraestructura de transporte	6
2.6 INFRAESTRUCTURA AGRICOLA	7
2.6.1 Número de productores y superficie de las unidades agropecuarias	7
2.6.2 Condición jurídica del productor	8
2.6.3 Lugar de residencia	9
2.6.4 Condición de alfabetismo	10
2.6.5 Nivel educativo	10
2.6.6 Profesión u oficio	11
2.7 ASPECTOS HIDROLOGICOS	11
2.7.1 Recursos hídricos superficiales	11
2.7.1.1 Río Caravelí	11
Capítulo III	
3. GEOLOGIA	
3.1 GEOMORFOLOGIA	13
3.1.1 Valles	13
3.1.2 Llanura de Caravelí	13
3.1.3 Flanco Occidental de los Andes	14
3.1.1.1 Peniplanicie de Pausa	14
3.1.1.2 Altiplano	14
3.1.1.3 Zonas de Conos Volcánicos	15
3.1.4 Río Caraveli	15
3.2 CLIMA	15

3.3 ESTRATIGRAFIA	15
3.3.1 Generalidades	15
3.4 ROCAS INTRUSIVAS	26
Capítulo IV	
4. GEODINAMICA INTERNA	
4.1 GENERALIDADES DE LA GEODINAMICA INTERNA	27
4.1.1 Sismicidad	27
4.1.1.1 Sismicidad Histórica	27
4.1.1.2 Tectonismo de la Región Andina	36
4.1.1.3 Análisis de la Sismicidad	39
Capítulo V	
5. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS	
5.1 REFRACCION SISMICA	44
5.1.1 Interpretación de refracción sísmica de Caravelí	44
5.2 ESTUDIOS DE RESISTIVIDAD GEOELECTRICA	46
5.2.1 Descripción de los horizontes geoelectricos determinados en Caravelí	47
5.3 ESTUDIO GEOTECNICO	48
5.3.1 Mecánica de Suelos	48
5.3.2 Tipos de suelos	50
5.3.2.1 Suelos Tipo II	50
5.3.2.2 Suelos Tipo III	50
5.4 MAPA DE PELIGROS	52
5.4.1 Efectos por Inundaciones	52
5.4.2 Efectos por Sismos	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	56
ANEXOS	58
A. LISTA DE PERFILES SISMICOS	
B. LISTA DE COLUMNAS SISMICAS	
C. LISTA DE COLUMNAS GEOELECTRICAS	
D. RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO	
E. RESULTADO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	
F. RESULTADO DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO	
G. RESULTADO DE ENSAYOS DE DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA	
H. RESULTADO DE ENSAYO GRANULOMETRICO	
I. RESULTADO DE ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA	
J. LISTADO DE PLANOS	

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Mapa de ubicación de la Zona de Estudio	4
2. Mapa Topográfico de Caravelí	16
3. Mapa Geológico de Caravelí	17
4. Isosistas del Sismo del 15 de enero de 1958	32
5. Isosistas del Sismo del 13 de enero de 1960	34
6. Isosistas del Sismo del 16 de febrero de 1979	35
7. Isosistas del Terremoto del 23 de junio del 2001	37
8. Mapa epicentral, período 1964-1998	40
9. Mapa epicentral, Campañas Sísmicas: 1965, 1969, 1975-76 y 1985	41
10. Secciones Sísmicas	43

LISTA DE CUADROS

	Pág.
1. Población de la provincia de Caravelí y distritos	6
2. N° de productores y superficie de Unid. Agrop., según región natural	7
3. N° de productores y superficie de las Unid. Agrop., según provincia	8
4. Condición jurídica de los productores agropecuarios, según provincia	9
5. Lugar de residencia de los productores agropecuarios indiv. según provincia	10
6. Condición de alfabetismo de los productores agropecuarios indiv. según prov.	10
7. Nivel de educación alcanzado por los productores agropecuarios individuales	11
8. Profesión u oficio de los productores agropecuarios indiv. según provincia	11
9. Velocidades y espesores de Caravelí	46
10. Valores de resistividad y espesores	46
11. Evaluación de daños ocasionados por el sismo del 23 de junio del 2001	53

RESUMEN

El Convenio suscrito entre el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa ha hecho posible la elaboración del Mapa de Peligros de la localidad de Caravelí como parte del Proyecto general de ciudades sostenibles para el desarrollo. La finalidad fundamental es la identificación de los peligros como consecuencia de la geodinámica externa e interna que podrían tener un impacto sobre las viviendas y otras estructuras en Caravelí. Todo ello permitirá diseñar el Plan de Usos del Suelo y Plan de Mitigación ante la ocurrencia de desastres naturales.

Caravelí se ubica en una pampa o llanura en el cono de deyección, en la margen derecha del río del mismo nombre con suave pendiente hacia el oeste. La ciudad se encuentra asentada sobre un suelo proluvial a aluvional, constituido por una mezcla de gravas y arenas gruesas medianamente densas.

Para el presente estudio se ha verificado los trabajos geológicos existentes como base para los estudios sucesivos que permitan identificar los peligros existentes en el valle. Para la determinación de la estratigrafía y las condiciones de los suelos se ha realizado prospección geofísica mediante los métodos de refracción sísmica y sondeos eléctricos verticales y adicionalmente calicatas en áreas específicas.

De los resultados de la prospección geofísica se deduce que los suelos de la parte alta de la ciudad tienen mejores características geotécnicas que la parte baja, la diferencia radica en sus velocidades sísmicas y coincidentemente por los daños registrados.

Podríamos precisar que los suelos en Caravelí por sus características pueden considerarse como suelos medianamente competentes, sin embargo los efectos por el sismo del 23 de junio son considerables, este hecho radica en la precariedad de las viviendas que son de adobe y su antigüedad.

La estabilidad de los suelos en Caravelí hace que no exista el problema de los deslizamientos, pero debe considerarse el fenómeno de las inundaciones por el nivel de las precipitaciones en la zona y la pendiente existente.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El presente estudio tiene como objetivo la identificación y conocimiento de los fenómenos naturales que pueden afectar a la ciudad de Caravelí. Particularmente estará orientado a la geodinámica externa como las inundaciones y a la geodinámica interna como la amplificación de las ondas sísmicas.

El poblado de Caravelí como otras ciudades del Sur del Perú a través de los tiempos ha soportado la ocurrencia de sismos destructores, con saldos dolorosos por las pérdidas de vidas humanas y pérdidas materiales, un ejemplo cercano es éste último sismo del 23 de junio cuya intensidad en la ciudad alcanzó entre los grados VII y VIII en la Escala Modificada de Mercalli.

En el Departamento han ocurrido una serie de desastres naturales, provocando una fuerte incidencia en el desarrollo socio-económico. Por ello, resulta una necesidad impostergable la identificación de los peligros así como la propuesta de la vulnerabilidad y de riesgo que permitan plantear las políticas de prevención y mitigación.

Entre los principales terremotos ocurridos y que afectaron a Caravelí son los de 1821, 1868, 1922, 1958, 1960 y 2001 que destruyeron además algunas otras ciudades y poblados del Sur del Perú. Por consiguiente, en Caravelí por sus características geológicas los esfuerzos se centrará fundamentalmente en la calidad de los suelos, para determinar con precisión los peligros que la amenazan y ponen en riesgo la seguridad física de las viviendas.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos del mapa de peligros son:

- Identificación de la estratigrafía de Caravelí en base a los estudios geológicos, geofísicos y de suelos.
- Definir las características físicas y químicas de los suelos.
- Mejorar las características físicas de las viviendas que en la mayoría de los casos son de adobe y quincha, formulando nuevos sistemas constructivos con este material, que brinde mayor seguridad y resistencia a los efectos de sismos.
- Crear conciencia y responsabilidad en la colectividad frente a los riesgos a los cuales nuestra región esta expuesta; Para que esta se organice y tome las medidas necesarias para cautelar su seguridad física e integridad de sus bienes.
- Facilitar las operaciones de evacuación y rescate.

- Definir estrategias que permitan acelerar las actividades de rehabilitación y reconstrucción
- Identificar las zonas de mayor peligrosidad, que permitirá definir y cuantificar las principales medidas que deben ser adoptadas para reducir la vulnerabilidad de las viviendas y de los terrenos.

1.3 METODOLOGIA

El estudio se ha realizado teniendo en consideración las siguientes etapas:

1.3.1 Trabajo bibliográfico

- Evaluación de la información disponible
- Análisis de los fenómenos naturales de la zona de estudio
- Recopilación de información hidrológica
- Interpretación foto geológica
- Información sísmica
- Recopilación sobre información de suelos

1.3.2 Trabajo de campo

- Evaluación de los estudios geológicos
- Reconocimiento General del terreno materia de estudio
- Estudio sísmico de refracción
- Sondeo eléctrico vertical
- Calicatas
- Evaluación de daños del sismo del 23 de junio
- Estudio hidrológico

1.3.3 Gabinete

- Ensayos de laboratorio
- Análisis y evaluación de los fenómenos
- Tratamiento de información sísmica
- Interpretación de los sondajes
- Interpretación de los resultados de análisis de suelos
- Preparación del informe
- Presentación del estudio

1.3.4 Base cartográfica

Para la realización del presente estudio se ha utilizado lo siguiente:

- Imágenes de satélite Landsat
- Cartas fotogramétricas a escala 1:100 000 del Instituto Geográfico Nacional
- Mapas de la Carta Geológica
- Mapas de diversos organismos

CAPITULO II

DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 AREA GEOGRAFICA

El área de estudio se encuentra ubicada en la Provincia de Caravelí, Departamento de Arequipa, la ciudad de Caravelí esta asentada en un cono de deyección, en la margen derecha del río Caravelí, sobre un suelo de origen proluvial a aluvional (Fig. 1, foto 1).

2.2 ACCESIBILIDAD

Desde la Panamericana Sur, a partir de Chala y Atico, existen dos vías de acceso hacia la zona de estudio.

- a) De Chala se llega a Pausa pasando por Cháparra e Incuyo. El tramo de Incuyo a Pausa es poco transitable en los meses de invierno.
- b) La otra ruta parte de Atico y se llega al pueblo de Caravelí.

En conclusión, la accesibilidad vehicular se encuentra en el sector oeste del área de estudio. La parte oriental carece de este acceso y constituye el área más accidentada.

2.3 FORMACIONES ECOLÓGICAS Y ZONAS DE VIDA

El relieve es algo plano y accidentado, los flancos del valle están compuestos por rocas sedimentarias en algunas áreas y en otras de rocas intrusivas. La vegetación se circunscribe a la actividad agrícola a lo largo del valle en lugares con agua constante

2.4 INFORMACIÓN SOCIO - DEMOGRÁFICO

2.4.1 Características de la población

La población de la provincia de Caravelí asciende a 28 908 habitantes, representado menos del 4% de la población del departamento

Las viviendas en Caravelí en su mayoría son edificaciones de adobe, a raíz del sismo del 23 de junio muchos de ellos sufrieron daños, en las construcciones de material noble prácticamente los efectos del sismo han sido mínimos.

CUADRO 1
POBLACIÓN DE LA PROVINCIA DE CARAVELI Y DISTRITOS

DISTRITO	POBLACION TOTAL	ALTITUD (msnm.)	TASA DE CRECIMIENTO 1981-1993	% DE POBLACION RURAL
Huanuhuanu	1363	948	11.9	94.5
Quicacha	1710	1820	1.3	84.3
Cahuacho	853	3340	-2.5	71.2
Atiquipa	574	325	5.4	80.9
Chaparra	1790	300	2.1	82.4
Lomas	844	18	8.3	41.2
Jaqui	2567	295	5.0	19.3
Yauca	1738	22	-1.6	19.0
Bella Unión	1667	225	-1.2	79.1
Acarí	5269	163	-3.4	29.9
Chala	2675	18	3.2	13.7
Atico	3718	75	1.3	28.2
Caravelí	3477	1779	3.4	13.2
DISTRITO	% POBLACION MENOR DE 15 AÑOS	MUJERES DE 15 A 49 AÑOS	% DE MUJERES DE 30 A 49 AÑOS, CON 4 ó MAS HIJOS	% DE MADRES SOLTERAS DE 15 A 49 AÑOS
Huanuhuanu	29.9	235	26.6	21.2
Quicacha	45.3	308	38.7	44.3
Cahuacho	42.2	154	42.3	41.8
Atiquipa	47.2	105	42.4	16.7
Chaparra	36.1	341	27.2	32.9
Lomas	32.3	184	19.6	27.9
Jaqui	31.6	478	27.1	20.0
Yauca	37.2	344	27.5	19.1
Bella Unión	33.8	312	25.0	30.3
Acarí	39.0	1124	29.3	19.1
Chala	35.3	606	23.7	23.6
Atico	31.1	794	23.3	19.5
Caravelí	32.7	766	20.4	18.2

FUENTE: Mapa de necesidades básicas insatisfechas de los hogares a nivel distrital. INEI, agosto 1994

2.5 INFORMACION SOCIO-ECONOMICA

En este punto se describe lo concerniente a infraestructura que existe en el área de estudio.

2.5.1 Infraestructura de transporte

En el área de estudio existen carreteras afirmadas y trochas que comunican diferentes pueblos de la provincia de Caravelí así como los pueblos del Departamento de Ayacucho. La carretera principal de Atico a la ciudad de Cravelí se encuentra en proceso de asfaltado.

2.6 INFRAESTRUCTURA AGRICOLA

En el área de estudio la actividad principal es la agricultura y en menor escala la ganadería, la fuente hídrica proviene de las aguas que discurren en el río Caravelí, sin embargo existen algunas limitaciones en su uso por la falta de infraestructura adecuada y el escaso caudal. Por consiguiente para incrementar urgentemente la productividad del valle es necesario la ejecución de programas en la obtención de mayores recursos hídricos, alternativas en la siembra, mayor organización y uso de nuevas tecnologías.

2.6.1 Número de productores y superficie de las unidades agropecuarias

El departamento de Arequipa cuenta con 45,424 productores agropecuarios, los cuales conducen igual número de unidades agropecuarias (UA) con una extensión total de 2 043 578,50 Has. El 98,1 % de estos productores poseen unidades con tierras y el 1,9 % no la poseen, dedicándose exclusivamente a la actividad pecuaria o avícola.

CUADRO N° 2
NUMERO DE PRODUCTORES Y SUPERFICIE DE LAS UNIDADES
AGROPECUARIAS QUE CONDUCEN, SEGUN REGION NATURAL Y
CONDICION DE LAS MISMAS

REGION NATURAL Y CONDICION DE LAS UNIDADES AGROPECUARIAS	PRODUCTORES */		SUPERFICIE	
	N°	%	Has	%
TOTAL	45424	100.0	2043578.50	100.0
UNIDADES AGROPECUARIAS CON TIERRAS	44571	98.1	2043578.50	100.0
TRABAJADAS	44316	97.6	2041092.50	99.9
ABANDONADAS	255	0.6	2486.00	0.1
UNIDADES AGROPECUARIAS SIN TIERRAS */	853	1.9	-	-
COSTA	11342	100.0	86150.35	100.0
UNIDADES AGROPECUARIAS CON TIERRAS	11143	98.2	86150.53	100.0
TRABAJADAS	11076	97.7	85976.48	99.8
ABANDONADAS	67	0.6	173.87	0.2
UNIDADES AGROPECUARIAS SIN TIERRAS */	199	1.8	-	-
SIERRA	34082	100.0	1957428.15	100.0
UNIDADES AGROPECUARIAS CON TIERRAS	33428	98.1	1957428.15	100.0
TRABAJADAS	33240	97.5	1955166.02	99.9
ABANDONADAS	188	0.6	2312.13	0.1
UNIDADES AGROPECUARIAS SIN TIERRAS */	654	1.9	-	-

*/ Son unidades que no poseen tierras sólo conducen especies pecuarias.

FUENTE: INEI - III CENSO NACIONAL AGR PECUARIO, 1994.

De las unidades agropecuarias con tierras, 44 316 se mantienen en operación y 255 en situación de abandono. En términos de superficie, esto significa que 99,9% (2041 092,50 Has.) de las tierras agropecuarias, están siendo trabajadas y 0,1 % (2486,00 Has.) están en estado de abandono.

*** Según Región Natural**

En la Costa de Arequipa 11 076 unidades agropecuarias (25,0 % de las unidades trabajadas en el departamento) están siendo trabajadas y 67 se encuentran en abandono. La extensión de tierras trabajadas es de 85 976,48 Has. (4,2% de la superficie agropecuaria a nivel departamental).

En la Sierra, son 33 240 las UA trabajadas (75,0% de las UA que se trabajan en el departamento) que ocupan una extensión de 1 955 166,02 Has. (95,8 % del área trabajada a nivel departamental).

**CUADRO N° 3
NUMERO DE PRODUCTORES Y SUPERFICIE DE LAS UNIDADES
AGROPECUARIAS QUE CONDUCEN, SEGUN PROVINCIA Y TAMAÑO DE LA
UNIDAD AGROPECUARIA**

PROVINCIA Y TAMAÑO DE LAS UA (Has.)	PRODUCTORES */		SUPERFICIE	
	N°	%	Has	%
TOTAL	44316	100.0	2041092.50	100.0
MENOS DE 3.0	27576	62.3	29829.42	1.5
DE 3.0 A 9.9	11098	25.0	58008.04	2.8
DE 10.0 A 49.9	2764	6.2	49545.46	2.4
DE 50.0 Y MÁS	2878	6.5	1903709.58	93.3
CARAVELI	2218	100.0	145952.84	100.0
MENOS DE 3.0	995	44.9	1073.52	0.7
DE 3.0 A 9.9	873	39.4	4770.45	3.3
DE 10.0 A 49.9	289	13.0	4820.20	3.3
DE 50.0 Y MÁS	61	2.7	135288.67	92.7

*/ Sólo considera a los productores con Unidades Agropecuarias que tienen tierras trabajadas.

Nota: Se han establecido cuatro estratos de tamaño de las UA, minifundio (Unidades con menos de 3,0 Has.), Pequeña agricultura (Unidades entre 3,0 a 3,9 Has.), Mediana agricultura (Unidades entre 10,0 a 49,9 Has.) Y gran agricultura (Unidades de 50 y más Has.).

FUENTE: INEI - III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, 1994.

En la Costa y la Sierra de Arequipa la distribución de los productores y la superficie agropecuaria mantiene las relaciones que se presentan a nivel de departamento.

2.6.2 Condición jurídica del productor

La actividad agropecuaria en el departamento de Arequipa es realizada en su gran mayoría por personas naturales (96,1 %), siendo mínima (0,7 %), la participación de las personas jurídicas. Las personas naturales y las sociedades de hecho son en esencia personas naturales y, en conjunto, constituyen los productores individuales. Este grupo conduce el 99,3 % de las unidades agropecuarias, pero sólo controla el 48,6 % de la superficie del total de las UA del departamento. En cambio, las personas jurídicas a pesar de ser en número menor (0,7 % del total de productores), manejan el 51,4 % de las tierras restantes

La mayor parte de la tierra esta concentrada en personas jurídicas y básicamente en comunidades campesinas: 8 comunidades en Caravelí poseen el 73,2 % de la superficie agropecuaria, de la superficie agropecuaria provincial.

CUADRO N° 4
CONDICION JURIDICA DE LOS PRODUCTORES
AGROPECUARIOS, SEGUN PROVINCIA

PROVINCIA Y CONDICION JURIDICA	PRODUCTORES */		SUPERFICIE	
	N°	%	Has	%
TOTAL	44316	100.00	2041092.50	100.0
PERSONA NATURAL	42590	96.1	869410.73	42.6
SOCIEDAD DE HECHO	1433	3.2	122295.46	6.0
SOCIEDAD RESP. LTDA	27	0.1	437.61	(a)
SOCIEDAD ANONIMA	36	0.1	7835.40	0.4
COMUNIDAD CAMPESINA	91	0.2	1002510.79	49.1
COOPERATIVA	4	(a)	14272.72	0.7
OTRA	135	0.3	24329.79	1.2
CARAVELI	2218	100.0	145952.83	100.0
PERSONA NATURAL	2150	96.9	25720.42	17.6
SOCIEDAD DE HECHO	52	2.4	13213.56	9.1
SOCIEDAD RESP. LTDA	1	(a)	27.33	(a)
COMUNIDAD CAMPESINA	8	0.4	106827.05	73.2
OTRA	7	0.3	164.47	0.1

*/ Sólo considera a los productores con Unidades Agropecuarias que tienen tierras trabajadas.

(a): Porcentaje no significativo

FUENTE: INEI - III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, 1994.

2.6.3 Lugar de residencia

En el departamento de Arequipa, el 62,4% de los productores individuales no viven en sus unidades agropecuarias, desconociéndose si sus viviendas están próximas o distantes de las UA; en cambio, 37,2 % declaran residir dentro de sus unidades productivas.

**CUADRO N° 5
LUGAR DE RESIDENCIA DE LOS PRODUCTORES
AGROPECUARIOS INDIVIDUALES, SEGUN PROVINCIA**

PROVINCIA Y LUGAR DE RESIDENCIA	PRODUCTORES */	
	N°	%
TOTAL	44023	100.0
VIVE EN LA UNIDAD AGROPECUARIA	16386	37.2
NO VIVE EN LA UNIDAD AGROPECUARIA	27468	62.4
NO ESPECIFICADO	169	0.4
CARAVELI	2202	100.0
VIVE EN LA UNIDAD AGROPECUARIA	696	31.6
NO VIVE EN LA UNIDAD AGROPECUARIA	1495	67.9
NO ESPECIFICADO	11	0.5

*/ Sólo considera Personas Naturales y/o Sociedades de Hecho con Unidades Agropecuarias que tienen tierras trabajadas.

(a): Porcentaje no significativo

FUENTE: INEI - III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, 1994.

2.6.4 Condición de alfabetismo

El 87,5% (44 023) de los productores agropecuarios individuales que conducen el 82,7% (820 598,06 Has.) de las tierras agropecuarias, saben leer y escribir. El 12,1 % restante que conduce el 16,6% de las tierras, por su condición de analfabetos, están en desventaja para conocer por medios escritos lo relacionado con la técnica y administración de sus respectivas unidades productivas.

**CUADRO N° 6
CONDICION DE ALFABETISMO DE LOS PRODUCTORES
AGROPECUARIOS INDIVIDUALES, SEGUN PROVINCIA**

PROVINCIA Y CONDICION DE ALFABETISMO	PRODUCTORES */		SUPERFICIE	
	N°	%	Has.	%
CARAVELI	2202	100,0	38933,98	100,0
SABE LEER Y ESCRIBIR	1895	86,1	28438,25	73,0
NO SABE LEER Y ESCRIBIR	256	11,6	10116,46	26,0
NO ESPECIFICADO	51	2,3	379,27	1,0

*/ Sólo considera Personas Naturales y/o Sociedades de Hecho con Unidades Agropecuarias que tienen tierras trabajadas.

FUENTE: INEI - III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, 1994.

2.6.5 Nivel educativo

El 57,6 % de los productores agropecuarios tienen nivel de educación primaria y el 22,3 % estudiaron secundaria, siendo muy bajos los porcentajes correspondientes a los que cursaron superior no universitaria (2,3 %) y superior universitaria (5,2%). De otro lado, es apreciable el porcentaje (10,3 %) de los que no tienen nivel alguno de educación formal.

CUADRO N° 7
NIVEL DE EDUCACION ALCANZADO POR LOS PRODUCTORES
AGROPECUARIOS INDIVIDUALES

PROVINCIA Y NIVEL DE EDUCACION ALCANZADO	PRODUCTORES */	
	N°	%
CARAVELI	2202	100,0
NINGUN NIVEL	226	10,3
PRIMARIA	1268	57,6
SECUNDARIA	490	22,3
SUPERIOR NO UNIVERSITARIA	52	2,3
SUPERIOR UNIVERSITARIA	114	5,2
NO ESPECIFICADO	52	2,3

*/ Sólo considera Personas Naturales y/o Sociedades de Hecho con Unidades Agropecuarias que tienen tierras trabajadas.
 FUENTE: INEI - III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, 1994.

2.6.6 Profesión u oficio

Los productores agropecuarios en Caravelí tienen diferentes profesiones u oficios. El 83,6 % tienen oficios manuales, principalmente, son agricultores y ganaderos. Del resto cabe mencionar, a los técnicos de mando medio (1,6 %) y los que tienen formación profesional (3,7 %).

CUADRO N° 8
PROFESION U OFICIO DE LOS PRODUCTORES
AGROPECUARIOS INDIVIDUALES, SEGUN PROVINCIA

PROVINCIA Y PROFESION U OFICIO	PRODUCTORES */	
	N°	%
CARAVELI	2202	100,0
PROFESIONALES	82	3,7
TECNICOS	36	1,6
OFICIOS	1840	83,6
COMERCIANTES	35	1,6
SIN PROFESION U OFICIOS	142	6,5
NO ESPECIFICADO	67	3,0

*/ Sólo considera Personas Naturales y/o Sociedades de Hecho con Unidades Agropecuarias que tienen tierras trabajadas.
 FUENTE: INEI - III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, 1994.

2.7 ASPECTOS HIDROLÓGICOS

2.7.1 Recursos hídricos superficiales

El ministerio de Agricultura y la Cooperación Técnica del Gobierno Español, elaboraron el año de 1990, el Estudio de Recursos Hídricos en el Perú. Se señalan que la distribución de las precipitaciones pluviales tiene un papel importante en la disponibilidad estacional de los recursos hídricos, se presentan períodos de déficit en la vertiente pacífica, en la costa durante todo el año y parcialmente en la Sierra.

2.7.1.1 Río Caravelí

Nace de una serie de quebradas en la parte alta de la cuenca, las que se juntan en las quebradas de Chuñuño y Macha, que al confluir dan lugar al río Caravelí; cambia de nombre al de pescadores en las cercanías de su desembocadura. Sus afluentes principales son por la margen derecha las quebradas La Yesera y Pedregal de Llocllasca y, por la margen izquierda, las quebradas Grande de Ocoruro, San

Gregorio, Macha, Chuicane, Huarucanqui y Las Ovejas, presenta un caudal promedio de $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$, una longitud de 136 Km, con una pendiente promedio de 3%, que se incrementa en la quebrada de Chuicane, donde alcanza 9%, su cuenca húmeda es de 981 Km^2 , el curso es poco sinuoso, teniendo desde su origen una dirección N-S. Forma dos valles: Caravelí, a 1780 m.s.n.m., tipo interandino con características sub-tropicales; y Pescadores, cerca de su desembocadura.

Su cuenca tiene forma alargada, de fondo profundo y quebrado, con fuertes pendientes; presenta descargas solo en época de avenidas, esporádicas y de corta duración, con años en que se presenta seco; en la parte baja pequeños afloramientos de agua son utilizados para la agricultura.

El contenido de sales en las aguas se incrementa hacia el litoral, principalmente el sulfato de sodio y bicarbonatos de calcio y magnesio, el contenido de boro es de 0,3 ppm.

CAPITULO III

GEOLOGIA

3.1 GEOMORFOLOGIA

Dentro de la región, se ha diferenciado tres unidades geomorfológicas principales, originadas por los ciclos erosivos, como consecuencia del levantamiento de los Andes, las cuales son:

- Valles
- Llanuras de Caravelí y
- Flanco Occidental de los Andes

Esta última unidad constituye el relieve más importante y de mayor extensión y en ella se puede determinar otras formas secundarias como: Peneplanicie de Pausa, Altiplano y Zonas de conos Volcánicos.

3.1.1 Valles

Esta Unidad geomorfológica es el resultado de las etapas de erosión Valle y Cañón, las que durante su actividad han originado numerosas quebradas, y valles profundos, presentes en el cuadrángulo de Pausa, por donde discurren en forma impetuosa, hacia la costa. Los ríos descienden de la Cordillera Occidental de los Andes, desde una altura de 4,800 m. En Caravelí, los principales valles, como el Ocoña, tienen un gradiente más suave y un lecho bastante amplio.

Como consecuencia de la intensa actividad erosiva, en gran parte de los flancos de los valles Huanca-Huanca y Cotahuasi, se producen desmoronamientos y asentamientos ocasionados por el socavamiento de éstos, originando un ensanchamiento de los mismos. En los ríos de la hoja de Caravelí, que pertenecen al régimen costero, como son el Ocoña, el Chichas, el Churunga, etc., los desmoronamientos y asentamiento son casi nulos debido no sólo a una menor actividad erosiva, ya que su gradiente es suave, sino también porque los flancos de los valles están constituidos por rocas intrusivas y metamórficas.

3.1.2 Llanura de Caravelí

Esta Unidad geomorfológica abarca más o menos el 35% del cuadrángulo de Caravelí; representa una parte de la llanura costanera ubicada aproximadamente a 1,500 m.s.n.m. Esta superficie muestra un relieve bajo y ondulado con suave inclinación al suroeste, mientras que hacia el noreste se eleva bruscamente, constituyendo los flancos de la Cordillera Andina. Litológicamente la llanura de Caravelí está constituida por la acumulación de depósitos continentales y marinos del Terciario-Cuaternario, modificada por varios ciclos erosivos que han borrado la parte

central de esta zona, dejando como remanente, cerros aislados de poca altura, como los denominados: Indio e India Vieja, C° Tetilla, C° Bandera, C° Pan de Azúcar y otros menores.

Este rasgo geomorfológico representa una parte de la gran depresión tectónica longitudinal que se prolonga a lo largo de toda la faja costanera, entre Ica y Tacna, en forma casi paralela a la línea de costa; está limitada al este, por la Cordillera Occidental y al oeste por la Cordillera de la Costa.

3.1.3 Flanco Occidental de los Andes

Esta Unidad geomorfológica forma parte de la Cordillera de los Andes y se extiende todo el sector norte de la hoja de Caravelí y casi toda la hoja de Pausa con alturas que van desde los 2,500 hasta los 5,000 m.s.n.m.

Esta conformada por cadenas de cerros que se alinean con una dirección NO-SE. Dentro de esta unidad y de acuerdo a su fisiografía se puede reconocer tres subunidades: una llanura baja denominada Peneplanicie de Pausa, una zona de mesetas altas denominada Altiplano y una serie de picos que sobresalen por encima de la altiplanicie denominada Zona de Conos Volcánicos.

3.1.1.1 Peneplanicie de Pausa.-El pueblo de Pausa está asentado sobre una planicie suavemente inclinada, con una pendiente hacia el norte de 2 a 5%, disectada por una serie de pequeñas quebradas.

Esta subunidad se encuentra delimitada al norte por el río Pararca, al este por el río Huanca-Huanca y al sur y oeste por los flancos del nevado Sara Sara. Tiene una forma alargada de norte a sur, de 5 Km. de largo por 3 Km. de ancho, con una altura promedio de 2,400 m.s.n.m. Su superficie es bastante plana constituida por un relleno de material piroclástico y una cubierta aluvial moderna con más de 100 m. de grosor.

Desde el punto de vista genético, es el resultado de la sedimentación de rocas piroclásticas provenientes de las erupciones de los volcanes Sara Sara y Solimana, alternadas con elementos provenientes de la erosión de áreas adyacentes, los cuales fueron transportados por corrientes de agua hacia una laguna de varios kilómetros cuadrados que se formó al ser represado el cauce del río Pausa por lavas basálticas que provinieron de los volcanes Sara Sara, Uccho y Apaiñño.

Posteriormente el río Huanca-Huanca, al formar un nuevo cauce de desagüe, estos depósitos vulcano-sedimentarios quedaron expuestos a lo largo de las quebradas Huanca-Huanca, Pararca, Oyolo y Tantarapampa.

3.1.1.2 Altiplano.-Esta subunidad geomorfológica se observa en la esquina nororiental del cuadrángulo de Pausa. En forma general, es una planicie disectada por quebradas que corren hacia el sur.

Constituye una antigua superficie de erosión que se encuentra a una altitud de más de 4,500 m.s.n.m. con una inclinación suave hacia el suroeste.

3.1.1.3 Zonas de Conos Volcánicos.- Constituyen principalmente, las partes más altas del cuadrángulo de Pausa y están formadas por una serie de aparatos y conos volcánicos que sobresalen dentro de la llanura andina; originan una morfología bastante agreste y empinada como el Sara-Sara (5,505 m.s.n.m.), el Huañipaco (5,183 m.s.n.m.) y el Auqunato (5,021 m.s.n.m.). Algunos conos volcánicos han sido parcialmente destruidos, sin embargo otros, como el Sara-Sara, conservan aún su cono volcánico completo.

El Volcán Sara-Sara está ubicado al oeste del pueblo de Pausa, presenta un aspecto cónico, cuyas lavas y piroclásticos se han acumulado e interestratificado a través de numerosas erupciones, constituyendo un aparato efusivo tipo estrato-volcán. Lo mismo se puede decir del Volcán Solimana, con más de 6,100 m.s.n.m..

3.1.4 Río Caravelí.- Este río tiene su cuenca de recepción en la altiplanicie, a más de 4 000 msnm. y se forma en el lugar denominado el pasaje, mediante la confluencia de las quebradas, Macha, Chuñuñu y Chuicane.

Este río parte del año es de escaso caudal, en época de lluvias su caudal es considerablemente mayor. El tramo inicial del lecho de este río está desarrollado en rocas intrusivas; sigue lineamientos de fracturas y origina una quebrada estrecha (100 a 300) m. de ancho), de fuerte pendiente. Al sur del pueblo de Caravelí su cauce está labrado sobre rocas clásticas, por lo que, aquí, el valle es bastante amplio (ver Fig. 2, Mapa Topográfico).

3.2 CLIMA

La región de Caravelí, de acuerdo a su posición geográfica, presenta un clima que varían desde el desértico con escasez de lluvias, a estaciones con abundantes precipitaciones durante épocas bien marcadas.

3.3 ESTRATIGRAFIA

3.3.1 Generalidades

La columna estratigráfica de la región de caravelí, comprende rocas metamórficas, sedimentarias y volcánico-sedimentarias, que en edad van desde el Precambriano al Cuaternario Reciente (Fig. 3, Mapa Geológico).

El Precambriano está representado por rocas metamórficas que constituyen el basamento de la secuencia estratigráfica; aflora como consecuencia de la profunda acción erosiva de los ríos Marán, Ocoña y Cotahuasi.

Dentro del área de estos cuadrángulos no se han encontrado rocas del Paleozoico, observándose rocas mesozoicas directamente sobre rocas precambrianas.

El mesozoico se inicia con la secuencia volcánica de la formación Chocolate que aflora en la parte suroeste de la hoja de Pausa donde está cubierta discordantemente por las calizas de la formación Socosani.

Testigos sedimentarios de las transgresiones jurásicas, son las rocas clásticas del Grupo Yura, que afloran a lo largo de los ríos Huanca-Huanca y Cotahuasi, sobre las que yacen las rocas calcáreas del cretáceo medio.

Remanentes de esta secuencia rojiza terciaria (formaciones San José y Caravelí) afloran en el cuadrángulo de Caravelí, en capas horizontales, sobre rocas metamórficas y rocas intrusivas del Batolito Costanero, cubiertas discordantemente por una gruesa secuencia clástica, proveniente de una intensa actividad erosiva ocurrida en el Terciario inferior. Estas dos unidades, que en la región, representan a la base del Terciario en estudios previos eran consideradas como del Terciario medio a superior (Grupo Moquegua). Debido a movimientos verticales, la sedimentación pasa a ser de ambiente marino, bastante fosilífera (formación Paracas y Camaná).

La parte superior de la secuencia estratigráfica está representada por rocas volcánicas y volcano-sedimentarias de edad Terciario medio a Cuaternario Reciente.

*** Complejo Basal**

Con este nombre, BELLIDO y NARVAEZ (1960) designaron a las rocas que constituyen el basamento de la Cadena Costanera en el sur del Perú.

Las rocas metamórficas que conforman el basamento de esta región están constituidas principalmente por gneíses, granitos potásicos con estructuras gnéisicas, diques de composición básica a intermedia, así como por pequeños cuerpos tabulares de pegmatita granatífera.

La exposición más extensa se encuentra en el ángulo Noreste de la hoja de Caravelí y a lo largo de los ríos Ocoña, Marán y Cotahuasi.

El aspecto físico, mineralógico y estructural de los citados afloramientos son semejantes a los que se exponen los cuadrángulos de Atico, Ocoña, Camaná y La Yesera ampliamente discutidos en los boletines ya publicados por esta Institución, los años 1960, 1960-, y 1969, respectivamente.

Las rocas gnéisicas más representativas afloran a 8 Km. al sur de Marán, en los flancos de los ríos Marán y Ocoña, donde constituyen los cercos de composición granítica, mayormente de tono gris oscuro con bancas claras y oscuras que tienen aproximadamente de 0.5 a 2 cm., de grosor. Los estudios microscópicos demuestran que están constituidos por ortosa entre 15% y 20% y plagioclasa aproximadamente 10%. Las bandas oscuras a negras están compuestas por biotita y otros ferromagnesianos,. En estas rocas se observan también muscovita, clorita, sericita, esfena y zircón.

*** Volcánico Chocolate**

Esta unidad fue estudiada inicialmente por JENKS. W. (1948) en las canteras Chocolate ubicadas 20 Kms. Al noroeste de la ciudad de Arequipa, su litología mayormente está constituida por volcánicos con niveles de rocas sedimentarias a las que denominó "Volcánico chocolate".

Regionalmente estas rocas volcánico-sedimentarias se exponen en tramos y a lo largo de la costa sur del Perú, desde la latitud de Paracas hasta la frontera con Chile.

En el cuadrángulo de Pausa, al sur del pueblo del mismo nombre, sus afloramientos están constituidos por rocas volcánicas, bien estratificadas, que afloran en forma continua en ambos flancos del profundo cañón del río Marán conformado los cerros Minas Orco, Cocha Cocha y Jatunnasa.

Litológicamente, el volcánico Chocolate esta constituido por más de 800 m. de rocas volcánicas de composición mayormente andesítica que presentan diferentes tonalidades como púrpura oscuro, gris rojizo, gris oscuro y verde claro. Presentan aspectos masivo, bastante compacto, de grano fino a mediano, interestratificadas con algunos derrames brechoides, en capas de 1 a 2 m., de composición traquítica, las que se aprecian claramente en el tramo Coyohuata-Marán-Curuhuayno.

*** Formación Socosani**

Esta Unidad litológica fue estudiada por JENKS W.F.(1948) a quien debe su denominación, JENKS reconoció a esta formación 500 m. aguas abajo de los baños termales de Socosani (Arequipa).

En el cuadrángulo de Pausa, sus afloramientos están circunscritos al sector de Saina y alrededores.

Sus principales exposiciones se encuentran en los cerros Pumaculca-Huarcampuna, así como en la falda noroeste del C° Pauca-Pauca donde se ha recolectado especímenes fósiles, habiéndose reconocido dos secuencias:

La secuencia inferior aflora en las quebradas Curuhuayno y Cceucha, está constituida por calizas grises a negaras, en capas de 0.30 a 1.00 m. que alternan con otras gris claras arenosas y fosilíferas intercaladas de niveles de lutitas negras y violáceas bastante fracturadas. También se observan algunos niveles delgados de lavas andesíticas de color gris oscuro a gris verdoso de grano fino.

*** Grupo Yura**

Su denominación como formación se debe a JENKS W.R. (1948); posteriormente WILSON J. (1962) lo elevó a la categoría de Grupo.

En las hojas de Pausa y Caravelí, el Grupo Yura presenta características litológicas semejantes a las de la región de Arequipa.

De la formación Puente, que es la unidad inferior del Grupo Yura, no se ha observado afloramientos en los cuadrángulos de Pausa y Caravelí.

Las formaciones cachíos y Labra se encuentran bastante falladas y plegadas y se les ha mapeado como una sola unidad. La parte superior, llamada formación Hualhuaní, aflora principalmente en el cuadrángulo de Pausa, con un grosor superior a 250 m.

La formación Gramadal se presenta bastante delgada y lenticular, en paquetes de 5 a 8 m. de espesor y está incluida en las unidades inferiores.

*** Formación Murco**

JENKS, W.F. (1948), denominó con este nombre a una secuencia de “pizarras rojas, gris claras a verdes y areniscas blancas, gris amarillentas y pardo rojizas, con algunas capas delgadas de conglomerado de yeso”, que aflora en las inmediaciones del pueblo de Murco, valle de Sihuas (Dpto. de Arequipa).

Rocas equivalentes a esta formación, se encuentran afloramiento en la margen derecha del río Cotahuasi y en las partes altas de la margen izquierda del río Huanca (cuadrángulo de Pausa).

Estas rocas constituyen un nivel guía en la estratigrafía de esta región, debido a su coloración rojiza que la caracteriza y a su posición entre las rocas del Grupo Yura y las calizas Arcurquina.

La parte inferior está conformada por una secuencia de areniscas cuarzosas de color gris ocre interestratificadas con lutitas y areniscas rojizas. Litológicamente la parte superior de esta formación está constituida mayormente por lutitas y areniscas rojizas con niveles delgados de conglomerados cuyos elementos son mayormente cuarcitas subangulares con 1 a 5 cms. de diámetro.

*** Formación Arcurquina**

La denominación de formación Arcurquina fue inicialmente empleada por JENKS W. (1948) para designar a una secuencia de calizas, cuya sección típica se encuentra al sur del cerro Arcurquina, en el cuadrángulo de Arequipa.

Estas calizas son el producto final de una de las principales transgresiones del Mesozoico y Afloran en gran parte del sur del Perú. En la región estudiada, sus afloramientos están restringidos al cuadrángulo de Pausa.

Sus afloramientos se exponen en las partes altas de los valles Huanca-Huanca y Cotahuasi.

La mejor exposición se extiende, en forma de una faja continua desde Andamarca hasta el cerro Tanisca, en las partes altas de la margen derecha del río Cotahuasi, donde está limitada por la falla Tanisca y cubierta por el Grupo Tacaza. Otros afloramientos, digno de mención, se encuentran al norte del poblado de San José de Ushua, en el cerro Accha, cubierto por los volcánicos del Grupo Tacaza y en contacto fallado con las cuarcitas Hualhuani del Grupo Yura. Igualmente al norte del distrito de Cahuacho (ángulo SO del cuadrángulo de Pausa) las calizas Arcurquina afloran constituyendo un sinclinal bastante apretado, que se prolonga al oeste, hacia el cuadrángulo de Cora Cora.

Afloramientos conspicuos de esta unidad también se encuentran en el cerro Jochajocha a 5 Km. al sur de Charcana, donde su litología está constituida por: calizas arenosas a margosas y calizas clásticas de color gris claro a gris amarillento, con 700 m. de espesor.

*** Sedimentación Terciaria Continental y Marina en la costa sur del Perú**

La sedimentación terciaria en el sur del Perú, se inicia con un cambio notable en el régimen deposicional. Así, de una serie gruesa de calizas y lutitas, con abundantes

restos de fósiles, se pasa bruscamente a depósitos rojizos sub-acuáticos, arcillo-limosos con abundante material detrítico tipo molasa, carente de fauna, como consecuencia de los movimientos epirogénicos, que elevaron considerablemente el relieve de esta región, lo que originó el retroceso del mar cretáceo, dejando pequeñas cuencas aisladas de sedimentación a diferentes niveles, se ubica entre el flanco oeste de la Cordillera Occidental y la Cordillera de la Costa.

Estas cuencas sedimentarias pueden ser consideradas como pequeños lagos salinos alimentados de agua dulce que diluyó considerablemente la salinidad, no permitiendo el desarrollo de fósiles en estos sedimentos rojizos.

El área de Caravelí como parte constituyente de la fosa Tacna-Paracas, presenta la secuencia sedimentaria-terciaria en cuya base se observa sedimentos arcillosos y lutáceos, de coloración rojiza sus afloramientos se encuentran en forma de remanentes como consecuencia de un período fuerte de erosión. Sobre esta secuencia de capas rojas se asienta una gruesa serie de rocas detríticas, de color gris a gris claro con neta discordancia erosional y con un cambio brusco en su litología que refleja una fuerte modificación en las condiciones de la sedimentación; por estas características se les ha separado en dos formaciones: la inferior denominada formación San José y la superior llamada formación Caravelí, sobre esta última yacen unidades de origen marino como la formación Paracas y la formación Camaná.

*** Formación San José**

Se le asigna este nombre a una secuencia de areniscas, lutitas y arcillas finamente estratificadas y cruzadas por abundantes vetillas de yeso e intercaladas con niveles de conglomerados; en su tercio superior existen abundantes capas de evaporitas.

Estas rocas fueron depositadas en cuencas lagunares de baja profundidad y son de color rojizo mayormente; su lugar típico de exposición es el cerro San José, ubicado al sureste del pueblo de Caravelí.

Los afloramientos que representan esta unidad se encuentran en forma de remanentes, a alturas de 1,000 a 2,000 m.s.n.m., desde las inmediaciones de Caravelí se prolongan hacia el sur. Las exposiciones más completas se encuentran en los cerros San José, Fortuna, Cruz Blanca, Los Mellizos, etc.

*** Formación Caravelí**

La depresión de la región costera, entre Paracas y Tacna, se encuentra rellena por depósitos clásticos que fueron denominados por JENKS W. F. (1948) como formación Moquegua superior. En el cuadrángulo de Caravelí esta depresión está colmada por depósitos de ambiente torrencial, lacustrino continental en donde puede observarse casi íntegramente esta formación así como sus relaciones estratigráficas, claras y definidas.

Estos depósitos de carácter molásico, representan acumulaciones de pie-demonte como consecuencia de un intenso ciclo erosivo que siguió al levantamiento regional, resultado de la primera fase de la tectónica andina.

Sus afloramientos se extienden, en forma continua a partir de las inmediaciones de la ciudad de Caravelí hacia el sur, observándoseles en los cerros Pampa de Gramadal,

Altos del Gramadal, Pampa Buena Vista, Quebrada del Carrizal, cerros cruz Blanca, Pan de azúcar, Bandera e Infiernillo. Otros afloramientos menores cubren gran parte del fondo del valle Caravelí, hasta los límites con el cuadrángulo de la Yesera.

La sección más completa, se encuentra aflorando en las paredes verticales del cerro Cuno Cuno y en el flanco izquierdo del valle de Caravelí, cubierta por la formación Paracas y la formación Huaylillas, siendo inaccesibles para la medición de una sección que permitiría dividirla en varios miembros. Regionalmente se puede reconocer tres miembros:

Tanto el miembro superior como el inferior están constituidos mayormente por gruesas secuencias conglomerádicas, fácilmente deleznable, mientras que el miembro intermedio está conformado por clásticos bien estratificados y compactos, teniendo además niveles de conglomerados finos, a medianos que originan por erosión, escarpas. Los contactos entre ellos son gradacionales y fácilmente reconocibles por su coloración.

El miembro superior es de tono gris a gris claro mientras que la parte media es gris claro, verdusco y marrón; el miembro inferior es gris a gris rosado.

*** Formación Paracas**

Esta denominación fue introducida en la estratigrafía del Perú por PETERSEN G (1947) en el estudio de la Geología de la Faja Costanera del Departamento de Ica, donde ha sido descrita detalladamente.

En el cuadrángulo de Caravelí, la formación Paracas marca el inicio de las transgresiones terciarias que ocurrieron a lo largo de la costa del Perú. Sus mejores exposiciones se encuentran en la pampa Gramadal en los cerros Tetillas, Infiernillo y Ladera y en la pampa Cortadera. En la margen izquierda del río Ocoña, aflora en los cerros Clavelinas y Cuno Cuno, donde constituyen las secciones más completas.

En general la formación Paracas está integrada por areniscas de grano grueso hasta conglomerádicas, con cemento calcáreo, interestratificadas con lutitas, areniscas tobáceas, areniscas arcillosas, arcillas tobáceas, calcarenitas, margas, etc. Se intercalan dentro de esta secuencia, niveles delgados de diatomita y estratos tobáceos, con grosores que van desde decímetros hasta de 2 m.

El color de esta formación varía de gris claro a gris blanquecino en la parte superior y blanco a blanco amarillento en la parte inferior.

Tanto por su litología así como por su coloración y abundante contenido fosilífero, que llega a formar niveles gruesos coquinas, esta unidad constituye niveles guías.

El paso hacia formaciones superiores está claramente marcado por la presencia de un grueso banco tobáceo de más de 30 m. de espesor, perteneciente a la formación Camaná que se extiende en forma regional y que es muy fácil de seguir.

Esta unidad piroclástica yace, en discordancia erupcional, sobre la formación Paracas y su separación se hace por la diferencia litológica, y por el hecho de que la

formación Paracas es sumamente fosilífera, como se puede observar en la Fig. N° 6, que corresponde a una sección de los cerros Altos de Gramadal.

*** Formación Camaná**

El nombre de esta formación fue introducido por RIVERA V. M. (1950) al hacer el estudio geológico del Valle de Majes y Camaná, donde esta unidad tiene gran desarrollo.

En el cuadrángulo de Caravelí, los afloramientos de la formación Camaná representan depósitos litorales acumulados durante regresiones y transgresiones marinas habidas durante el oligoceno superior y el mioceno que afectó no sólo a las costas del Perú sino también a gran parte de la costa oeste de América del Sur., llegando a sobrepasar el umbral costero representado por la Cordillera de la Costa y depositar sedimentos del mar de Camaná entre 50 a 60 Km. tierra adentro hasta la región de Caravelí.

Mientras que en la zona de Camaná los depósitos pertenecientes a esta formación corresponden a depósitos epineríticos evidenciados no sólo por su litología y fauna sino también por su posición con respecto a la cuenca. Los afloramientos del área de Caravelí representan depósitos ribereños.

*** Grupo Tacaza**

Originalmente, este grupo fue descrito por NEWELL N.(1949) en la mina Tacaza (Departamento de Puno)

En el área de estudio, rocas volcánicas pertenecientes a este grupo afloran en gran proporción; sus mejores exposiciones se encuentran ocupando la parte alta y media de las paredes que constituyen los principales valles en el cuadrángulo de Pausa. Yace con fuerte discordancia angular sobre rocas del Complejo Basal y del Volcánico Chocolate, especialmente en la parte meridional del cuadrángulo de Pausa. Discordante sobre el Mesozoico aflora en ambos márgenes del río Cotahuasi, así como a lo largo del río Huanca Huanca, al norte de Pausa y en el río Marán.

Otro afloramiento conspicuo se presenta constituyendo la base del río Pararca y sus exposiciones van desde el límite oeste del cuadrángulo de Pausa hasta el río Mirmaca y su confluencia con el río Huanca Huanca.

Superiormente se encuentra cubierto, con discordancia angular, por los volcánicos Alfabamba, Sencca, Barroso y depósitos más recientes.

Litológicamente constituye una secuencia predominantemente volcánica, con intercalaciones sedimentarias de tipo lacustrino y un conglomerado volcánico en la base, siendo factible de ser dividido en dos unidades separadas por una suave discordancia erosional.

La sección superior del Grupo Tacaza está constituida por una serie volcánica gruesa de más de 900 m. de espesor, integrada por derrames andesíticos, riolíticos y dacíticos, con tonalidades que varían entre el violáceo, rojizo, verdoso grisáceo oscuro, alternados con piroclásticos constituidos por brechas, tufos ingnimbríticos y

conglomerados tobáceos que presentan tonalidades que varían entre el blanco amarillento y el rosado.

La parte inferior de esta formación está constituida mayormente por rocas sedimentarias de ambiente lacustrino, altamente tobáceas, con intercalaciones al sureste de Oyolo y de la Qda., Charcana.

*** Formación Huaylillas**

Fue descrita inicialmente por WILSON y GARCIA (1962) en el estudio geológico del cuadrángulo de Huaylillas, con una litología constituida principalmente por tobas y en menor porcentaje por derrames lávicos.

En el cuadrángulo de Caravelí tiene una amplia distribución especialmente en la región occidental de la hoja, mientras que en el cuadrángulo de Pausa, sus afloramientos son más restringidos y están cubiertos por volcánicos más modernos.

En la hoja de Caravelí se extiende desde el límite norte hasta el límite sur en forma de grandes fajas irregulares, no así en el sector oriental donde ha sido erosionada totalmente. Se le observa en Seglla Pampa, cerro Buena Vista, Pampa Sondor llegando hasta Pampa de Cortaderas. Al oeste de Caravelí aflora otra faja entre Pampas de Bombón y Pampa de Gramadal.

Litológicamente, en forma general, consiste en tobas dacíticas y riolíticas de color blanco amarillento a rosado.

Mineralógicamente sus rocas están constituidas en mayor proporción, por feldespatos y biotita, que se presenta en laminillas y cristales de hornblenda. Estos minerales se encuentran mayormente alterados” también tienen cuarzo en cristales oscuros y corroídos. Se presentan ya sea en bancos compactos y macizos, entre 1 y 3 m. de grosor, y en forma de tobas porosas, de poca consistencia hasta pulverulentas, que al descomponerse originan depósitos de arena gruesa de color blanquecino.

*** Volcánicos Sencca**

El nombre original de este volcánico proviene de la región de Maura (Tacna-Puno) y fue introducido por MENDIVIL S. (1965) al describir afloramientos de rocas piroclásticas depositadas, en forma levemente horizontal, en el fondo de la quebrada Sencca.

En el cuadrángulo de Pausa, rocas tobáceas equivalentes, se encuentran distribuidas en la esquina nororiental. En el de Caravelí cubre pequeñas áreas del fondo de las quebradas y de los valles Caravelí y Cotahuasi.

Litológicamente está constituido por tobas y brechas tobáceas de naturaleza mayormente dacítica a riolítica. Macroscópicamente se observa, a simple vista, feldespatos, cuarzo, laminillas de biotita y vidrio volcánico. Tienen una coloración blanca a blanco rosado, alterado por intemperismos a gris amarillento o rojizo. Esta formación se presenta en bancos compactos formando cornisas verticales o en forma de depósitos de lapilli, que se intercalan con arena gruesa y tobas retrabajadas.

En el cuadrángulo de Caravelí, en la margen izquierda del río Ocoña, se presenta con igual característica cubriendo discordantemente a rocas intrusivas, hipabisales y sedimentarias.

Yacen discordantemente en forma horizontal, cubriendo rocas de diferentes edades que van desde el Jurásico superior hasta el Terciario. Así tenemos que en la quebrada Clavelinas yace sobre rocas del Grupo Yura y en gran parte de los valles de Pausa y Caravelí cubren rocas del Mesozoico. Su tope se encuentra unas veces cubierto por rocas del Volcánico Borroso y otras por depósitos aluviales y piroclásticos recientes. Su mayor grosor ha sido observado en la quebrada de Cotahuasi donde tiene entre 90 y 100 m.

*** Grupo Barroso**

Inicialmente denominado formación Barroso, por WILSON J.J. C 1962) y posteriormente elevada a la categoría de Grupo Barroso, por MENDIVIL S. (1965), constituye un conjunto de rocas volcánicas de gran propagación en el sur del país, representado principalmente, por andesitas, traquitas y tranquiandesitas, depositadas sobre una superficie de erosión llamada Capillune.

En los cuadrángulos de Pausa y Caravelí, rocas volcánicas con las mismas características litológicas, estructurales y geomorfológicas se exponen en las partes más altas. Se presentan en capas levemente horizontales con inclinaciones que siguen la pendiente de los valles o de los aparatos volcánicos. Se pueden diferenciar dos series, la parte inferior constituido por derrames andesíticos y tranquiandesíticos con intercalaciones lenticulares de brechas y aglomerados tobáceos y la superior constituida mayormente por tobas, brechas y conglomerados tobáceos y niveles de lavas.

*** Depósitos Morrénicos y Fluvioglaciares**

Bajo esta denominación, se ha mapeado una serie de depósitos originados por la actividad glacial durante el Cuaternario. Se han acumulado sobre una planicie, a más de 3,600 m.s.n.m. que se expone en la región norte del cuadrángulo de Pausa

- **Morrenas.**- Las morrenas, producto de diferentes deglaciaciones, se exponen principalmente en el ángulo noreste de la hoja de Pausa ocupan gran extensión y conservan su forma poco típica erosionada. En algunos lugares cubren superficies glaciadas constituidas por material morrénico antiguo.

Este tipo de depósitos se encuentra aflorando al norte y noroeste de Charcana, en la denominada Pampa de Antapurco y Cerro Chuto, así como en Surapampa y Pampa La Aguada al noroeste del pueblo de Pausa. Su grosor sobrepasa los 30 m.

La mayoría de estos depósitos se encuentran bien conservados, acumulados sobre los 4,200 m.s.n.m. y bordeando el domo del cerro Huanipaco, con un grosor superior a 100 m., medido desde su base hasta la cima de sus crestas. Algunos tienen una longitud de 3 Kms.

Litológicamente están constituidas por conglomerados dentro de una matriz arenotobácea, regularmente compactadas.

Los clastos poco redondeados están constituidos predominantemente por rocas volcánicas.

Dentro de este conjunto se pueden distinguir morrenas laterales y terminales.

- **Depósitos Fluvioglaciares.**-Estos depósitos se han acumulado en pampas y valles antiguos, especialmente al pie de las morrenas como consecuencia de la destrucción de éstas por las corrientes de agua. Sus elementos están constituidos mayormente por rocas volcánicas semi-redondeadas con una matriz areno-tobácea, poco compactada, con un grosor que varía entre 5 y 10 m., tal como se ve en la margen derecha de la quebrada Pararca y en ángulo noreste del cuadrángulo de Pausa.

- **Depósitos Clásticos Recientes.**- Dentro de este título agrupamos a los depósitos de cenizas volcánicas, conos de escombros, aluviales, fluviales, etc., originados por la meteorización y erosión actual y que cubren no sólo grandes planicies sino laderas, quebradas y grandes valles que drenan a estos cuadrángulos. Su litología y origen es muy variado y se exponen principalmente en la hoja de Caravelí, con un grosor máximo de 150 m.

3.4. ROCAS INSTRUSIVAS

* Rocas Hipabisales

De acuerdo a estudios recientes efectuados por el profesor W.S. Pitcher y el Dr. J. Cobbing, el Batolito de la Costa ha sido dividido en cinco segmentos, denominados: segmento Piura, Trujillo, Lima, Arequipa y Toquepala,

En los estudios geológicos de los cuadrángulos de Pausa y Caravelí se incluyen los conceptos de dichos autores y se hace una descripción sucinta, de las características geológicas, estructura y composición mineralógica.

El magmatismo andino en los cuadrángulos de Pausa y Caravelí se inicia con la intrusión de grandes cuerpos de rocas hipabisales realizada en el Cretáceo y que rompen y metamorfizan a rocas sedimentarias del Jurásico, Cretáceo inferior y medio, siendo a su vez cortadas por rocas del Batolito Costanero. Estos hipabisales se han emplazado principalmente, siguiendo la dirección de las zonas de mayor fracturamiento, aflorando en el cuadrángulo de Caravelí, en forma de pequeños cuerpos a lo largo de una dirección aproximada N 30°.

En el estudio se denomina Complejo Bella Unión a estos hipabisales, al igual que los que afloran en el cuadrángulo de Acarí CALDAS J. (1978), debido en parte a la semejanza en su emplazamiento, litología, edad y por la variedad de los cuerpos que lo constituyen.

CAPITULO IV

GEODINAMICA INTERNA

4.1 GENERALIDADES DE LA GEODINAMICA INTERNA

4.1.1 Sismicidad

La distribución de sismos en tiempo y espacio es una materia elemental en sismología, observaciones sísmicas han acumulado una extensa información de la actividad sísmica (Sismicidad).

La definición de la palabra "sismicidad" no es muy precisa, pero podemos describirla como la actividad sísmica en un área particular durante un cierto período de tiempo, o como la cantidad de energía liberada en forma de ondas sísmicas. Sin embargo, la representación de la sismicidad deberá tener en cuenta no sólo el número de eventos registrados sino también su dimensión, frecuencia y distribución espacial, así como su modo de ocurrencia.

4.1.1.1 Sismicidad Histórica

Aunque se tiene referencias históricas del impacto de terremotos durante el Imperio de los Incas, la información se remonta a la época de la conquista. En la descripción de los sismos se han utilizado como documentos básicos los trabajos de Silgado (1968) y Tesis.

Entre los años de 1471 - 1490.- Gran terremoto que destruyó el primitivo asiento de la ciudad de Arequipa, fue la época del Inca Túpac Yupanqui, en la cual perecieron todos sus habitantes y hubo la erupción del volcán Misti, alcanzó una intensidad de VIII en la Escala Modificada de Mercalli.

Entre los años de 1513 - 1515.- Grandes sismos acompañados de formidables deslizamientos de tierra de algunos cerros altos, en la costa el mar sobrepasó muchas veces la línea de playa. En Arequipa alcanzó intensidades de VIII en la Escala Modificada de Mercalli.

22 de Enero 1582.- A las 11:30 terremoto que destruyó la Ciudad de Arequipa. El movimiento se percibió en Lima. Perecieron más de 30 personas sepultadas entre los escombros, tuvo una magnitud de 8.1.(750 Km. al NE de Arequipa), el movimiento sísmico alcanzó una intensidad de X en la Escala Modificada de Mercalli, en Socabaya; en Arequipa se sintió con una intensidad de IX.

En el año de 1590.- Fuerte sismo sentido en casi toda la Costa del Sur del Perú, destruyó el pueblo de Camaná debido a la salida del mar y el represamiento del río.

19 de Febrero de 1600.- A las 05:00 Fuerte sismo causado por la explosión del Volcán Huaynaputina (Omate), la lluvia de ceniza oscureció el cielo de la Ciudad de Arequipa, según el relato del Padre Bartolomé Descaurt. Se desplomaron todos los edificios con excepción de los más pequeños, alcanzando una intensidad de XI en la Escala Modificada de Mercalli, en la zona del volcán.

24 de Noviembre de 1604.- A las 13:30, la conmoción sísmica arruinó las ciudades de Arequipa y Arica. Un tsunami destruyó la ciudad de Arica y el puerto de Pisco, como consecuencia del Tsunami murieron 23 personas en Arica. Tuvo una magnitud de 7.8, y alcanzó una intensidad de VIII en la Escala Modificada de Mercalli, en las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna y Arica.

31 de Marzo de 1650.- A las 14:00, se produjo un terremoto en el Cuzco que dejó a la ciudad en ruinas. Fue sentido en Lima y tuvo una magnitud de 7.6.

20 de Octubre de 1687.- Gran movimiento sísmico ocurrido en la ciudad de Arequipa aproximadamente a las 06:30. causando serios daños en los templos y viviendas, los efectos secundarios de éste sismo trajo como consecuencia el agrietamiento de muchos kilómetros de extensión, entre Ica y Cañete, el mar inundó parte del litoral comprendido entre Chancay y Arequipa.

Otros daños ocasionó en los valles de Siguan y Majes, alcanzando en Aplao y Siguan una intensidad de VIII en la Escala Modificada de Mercalli.

22 de Agosto de 1715.- A las 19:00 horas, en la ciudad de Arequipa ocurrió un gran terremoto que sepultó a pequeños pueblos, por los derrumbes de las partes altas de los cerros, alcanzando una intensidad de VII en la Escala Modificada de Mercalli, el movimiento se sintió en Arica.

08 de Enero de 1725.- A las 08:00 horas, fuerte temblor remeció la ciudad de Arequipa destruyendo la mayor parte de sus viviendas, éste movimiento sísmico tuvo una intensidad de VII en la Escala Modificada de Mercalli, como consecuencia del sismo se levantó una gran polvareda que cubrió la ciudad.

27 de Marzo de 1725.- Gran sismo que se sintió en toda la costa sur del Perú, llegándose a sentir hasta el Callao, el pueblo de Camaná fue el que sufrió grandes daños, el mar salió sobrepasándose la línea de playa.

13 de Mayo de 1784.- A las 07:35. Terremoto que arruinó la ciudad de Arequipa, ocasionando graves daños en sus templos, murieron 54 personas, 500 heridos, tuvo una magnitud de 8.4, en Arequipa alcanzó una intensidad de VII en la Escala Modificada de Mercalli.

10 de Julio de 1821.- A las 05:00. Terremoto que causó graves daños en los pueblos de Camaná, Ocoña, Caravelí, Chuquibamba y valle de Majes. Se sintió en Lima. Murieron 70 personas en Camaná y Ocoña, 60 en Chuquibamba y 32 en Caravelí, tuvo una magnitud de 7.9, y una intensidad de VII en la Escala Modificada de Mercalli.

08 de Octubre de 1831.- A las 21:15, fuerte sismo en Tacna, Arica y en el interior del departamento. de Arequipa, ocasionó algunas víctimas y alrededor de 32 heridos.

18 de Setiembre de 1833.- A las 05:45 violento movimiento sísmico que ocasionó la destrucción de Tacna y grandes daños en Moquegua, Arequipa, Sama, Arica, Torata, Locumba e Ilabaya, murieron 18 personas; fue, sentido en La Paz y Cochabamba, en Bolivia.

13 de Agosto de 1868.- A las 16:45. Este terremoto alcanzó una intensidad de grado XI y fue acompañado de tsunami. Según el historiador Toribio Polo (1904), este terremoto es uno de los mayores que se han verificado en el Perú desde su conquista. El epicentro posiblemente estuvo en el Puerto de Arica, se sintió hasta unos 1400 Kms. al norte y a la misma distancia hacia el sur. Este movimiento sísmico destruyó la ciudad de Arequipa, llegando a producir fracturas en los cerros de la caldera, inmediatos a los baños de Yura. Este movimiento sísmico ocasionó fuerte destrucción en Arica, Tacna, Moquegua, Ilo, Torata, Iquique y Arequipa. A las 17:37 empezó un impetuoso desbordamiento del mar. La primera ola sísmica alcanzó una altura de 12 metros y arrasó el puerto de Arica. A las 18:30, el mar irrumpió nuevamente con olas de 16 metros de altura, finalmente a las 19:10, se produjo la tercera ola sísmica que varó la corbeta América de 1560 toneladas y el Wateree de los Estados Unidos, que fueron arrojados a unos 300 metros de la playa tierra adentro. Las salidas del mar, arrasaron gran parte del litoral peruano y chileno, muriendo en Chala 30 personas y en Arica unas 300 personas. La agitación del océano llegó hasta California, Hawai, Yokohama, Filipinas, Sidney y Nueva Zelanda.

En Moquegua murieron 150 personas, en Arequipa 10 y en Tacna 3, se contaron como 300 movimientos sísmicos o réplicas hasta el 25 de agosto, tuvo una magnitud de 8.6.

03 de Noviembre de 1869.- A las 19:30 horas se produjo un fuerte temblor local en arequipa que causó deterioros en los edificios, alcanzando una intensidad de VI en la Escala Modificada de Mercalli.

09 de Mayo de 1877.- A las 20:28. Un violento sismo que sacudió y averió las poblaciones de Ilo, Arica, Mollendo y otras. Se produjo un tsunami que inundó el puerto de Ilo y destruyó parte del ferrocarril. En la ciudad de Arica el mar avanzó m s de 600 metros. Esa misma noche se produjeron como 100 réplicas. La ola sísmica originada por esa conmoción se extendió casi por todo el Pacífico, llegando hasta las costas de Nueva Zelanda y Yokohoma, en Japón.

04 de Mayo de 1906.- A las 19:36. Fuerte temblor en Mollendo, en la ciudad de Tacna ocasionó derrumbes de casas y paredes cuarteadas. Se sintió fuertemente en la ciudad de Arica y aún en Iquique.

28 de Julio de 1913.- A las 01:40. Este movimiento sísmico afectó gran parte de la costa sur situada entre Chala y Mollendo, causando roturas de tres cables submarinos frente a la costa, lo que se atribuyó a un deslizamiento del talud submarino. La posición geográfica del epicentro fue de -17° Lat. S. y -74° Long. W, y alcanzó una magnitud de 7.0.

06 de Agosto de 1913. - A las 17:13. Terremoto que destruyó la ciudad de Caravelí, este movimiento produjo desplome de todos los edificios de dicha ciudad y derrumbes de las laderas del valle. Hubo 4 heridos, además afectó otras poblaciones situadas más al Sur como la de Chuquibamba. En Atico se destruyeron muchas edificaciones, resultando un muerto y varios heridos. En el pueblo de Ocoña el sismo causó daños apreciables en las edificaciones. En la ciudad de Arequipa ocasionó daños en algunos edificios. El epicentro se le ubicó en el Océano Pacífico frente al litoral, siendo su posición geográfica de -17° Lat. S. y -74° long. W., y su magnitud de 7.7, en Caravelí y Chuquibamba alcanzó una intensidad de VIII en la Escala Modificada de Mercalli, en Ocoña y Caylloma se sintió con una intensidad de VI.

11 de octubre de 1922.- A las 09:50. Fuerte sismo que causó daños considerables en Arequipa, Caravelí y Mollendo. Fue sentido fuertemente en Chala, Acarí, Puquio, Palpa, Ica y Cañete. La posición geográfica fue de -16° Lat. S. y -72.5° long. W., se estima su profundidad focal en 50 kilómetros y su magnitud 7.4 en Arequipa y Mollendo se sintió con una intensidad de VI de la Escala Modificada de Mercalli

11 de Octubre de 1939.- A las 09:59. Se registró un fuerte sismo en el Observatorio Sismológico de Lima. Causó graves daños en el pueblo de Chuquibamba y Caravelí, además provocó daños en las ciudades de Arequipa y Moquegua. Se sintió con gran intensidad en las localidades de Puquio, Quicacha, Palpa, Chala y Mollendo, alcanzando intensidades de VII en Chuquibamba, en Arequipa y Mollendo se sintió con una intensidad de VI en la Escala Modificada de Mercalli.

24 de Agosto de 1942.- A las 17:51. Terremoto en la región limítrofe de los departamentos de Ica y Arequipa, alcanzando intensidades de grado IX de la Escala Modificada de Mercalli, el epicentro fu, situado entre los paralelos de 14° y 16° de latitud Sur. Causó gran destrucción en un área de 18,000 kilómetros cuadrados. Murieron 30 personas por los desplomes de las casas y 25 heridos por diversas causas. Se sintió fuertemente en las poblaciones de Camaná, Chuquibamba, Aplao y Mollendo, con menor intensidad en Moquegua, Huancayo, Cerro de Pasco, Ayacucho, Huancavelica, Cuzco, Cajatambo, Huaraz y Lima. Su posición geográfica fue -15° Lat. S. y -76° long. W. y una magnitud de 8.4, en Arequipa tuvo una intensidad de V en la Escala Modificada de Mercalli.

11 de Mayo de 1948.- A las 03:56. Fuerte movimiento sísmico en la región sur afectó parte de los Dptos. de Arequipa, Moquegua y Tacna. Los efectos destructores fueron máximos dentro de un área aproximada de 3,500 Km², dejando el saldo de 1 muerto y 66 heridos. En el área central alcanzó el grado VII en la Escala Modificada de Mercalli. La posición geográfica del epicentro fu, de -17.4° Lat. S. y -71° Long. W. La profundidad focal se estimó en unos 60-70 Km., con una magnitud de 7.1, en Moquegua se sintió con una intensidad de VII y en Arequipa alcanzó una intensidad de VI en la Escala Modificada de Mercalli.

20 de Julio de 1948.- A las 06:03. Sismo ligeramente destructor en las poblaciones de Caravelí y Chuquibamba. En el área epicentral alcanzó el grado VI-VII en la Escala Modificada de Mercalli. La posición geográfica del sismo fue de -16.6° Lat. S. y -73.6° Long. W., la magnitud fue de 7.1.

03 de Octubre de 1951.- A las 06:08. Fuerte temblor en el Sur del país. En la ciudad de Tacna se cuartearon las paredes de un edificio moderno, alcanzó una intensidad del grado VI en la Escala Modificada de Mercalli. Se sintió fuertemente en las ciudades de Moquegua y Arica. La posición geográfica fue de -17° Lat. S. y -71° Long. W., y su profundidad de 100 Km.

15 de Enero de 1958.- A las 14:14:29. Terremoto en Arequipa que causó 28 muertos y 133 heridos. Alcanzó una intensidad del grado VII en la Escala Modificada de Mercalli, y de grado VIII en la escala internacional de intensidad sísmica M.S.K.(Medvedev, Sponheuer y Karnik) (Fig. 4), este movimiento causó daños de diversa magnitud en todas las viviendas construidas a base de sillar, resistiendo sólo los inmuebles construidos después de 1940.

Se considera los poblados más afectados por este sismo a Tiabaya, Sabandia, Cerrillos, incluyendo las viviendas construidas a base de adobe en el sector de La Pampilla, de igual manera sufrieron daños los domicilios situados a las orillas de la torrentera de San Lázaro; en Sachaca: la iglesia, el cementerio y la gran mayoría de casas fueron cuarteadas; la calle Mercaderes, es una de las zonas que sufrió fuertes daños, en la cual la mayoría de paredes se vinieron al suelo.

Por efectos del sismo, se desprendieron enormes bloques de rocas tanto del volcán Misti como de los cerros circunvecinos. Los derrumbes dañaron en varios tramos la línea del ferrocarril a Puno, la carretera panamericana en el sector comprendido entre Chala y Arequipa, quedó cubierta en varios trechos por deslizamientos de magnitud variable, siendo la zona más afectada entre Camaná y Atico. El movimiento fue sentido de Chíncha a Tarapacá en Chile, por el Este en Cusco, Puno y otras localidades del Altiplano.

El pueblo de Yura fue sacudido fuertemente, el movimiento sísmico también se sintió en las localidades de Chuquibamba, Aplao y Moquegua.

La posición geográfica del epicentro fue localizado en las siguientes coordenadas: -16.479° Lat. y -71.648° long. W., con una profundidad focal de 60 Km. y una magnitud 6.3.

13 de Enero de 1960.- A las 10:40:34, fuerte terremoto en el departamento de Arequipa que dejó un saldo de 63 muertos y centenares de heridos.

El pueblo de Chuquibamba quedó reducido a escombros, siendo igualmente destructor en Caravelí, Cotahuasi, Omate, Puquina, Moquegua y la ciudad de Arequipa.

En ésta última ciudad los edificios antiguos de sillar afectados por el sismo de 1958 sufrieron gran destrucción, como consecuencia del movimiento una inmensa nube de polvo cubrió gran parte de la ciudad, advirtiéndose gigantescos derrumbes de las faldas del volcán Misti, por toda la ciudad se miraba ruinas; fuera de Arequipa, Miraflores no mostraba mayores daños. Tiabaya, Tingo, Huaranguillo, Tingo Grande, Sachaca, Alata, Arancota, pampa de Camarones, Chullo y la urbanización de Hunter, exhibían el 90% de sus viviendas destruidas o a medio destruir.

Igual cuadro presentaba La Pampilla, Paucarpata, Characato, Socabaya, Mollebaya y los distritos aledaños a éstos. A consecuencia del movimiento telúrico se produjo en Charcani un derrumbe que cortó el suministro de fluido eléctrico. Los canales de agua sufrieron también ruptura, principalmente el canal de Zamácola.

Todas las casas del distrito de Polobaya, quedaron destruidas por efecto del sismo y apenas pasado el movimiento llovió granizada y la tormenta se produjo con rayos y relámpagos, el 95% de las casas de Puquina y alrededores quedaron completamente destruidas.

En la zona urbana del puerto de Mollendo los daños se limitaron a algunas caídas de cornisas. Las carreteras de penetración a Puno, a las diversas localidades del departamento. y hacia la costa quedaron intransitables por los derrumbes.

El radio de perceptibilidad fue, de aproximadamente 750 Km. sintiéndose en toda la extensión de los departamentos de Cuzco, Apurímac y Ayacucho. En el área epicentral la intensidad fue del grado VIII en la escala internacional de intensidad sísmica M.S.K. (Fig. 5). Este sismo fue percibido en la ciudad de Lima con una intensidad del grado III y en la ciudad de la Paz con el grado III-IV. La posición geográfica del epicentro es de: -16.145° Lat. y -72.144° long. W.. La profundidad focal se estima en 60 Km., y una magnitud de 6.2.

09 de Marzo de 1960.- A las 18:54, se produjo una violenta réplica del terremoto del 13 de enero, en la ciudad de Arequipa se cayeron las cornisas removidas, este sismo fue, sentido en Puno, en los Puertos de Matarani y Mejía tuvo una Intensidad de V en la Escala Modificada de Mercalli, en la ciudad de Arequipa se sintió con una magnitud de 6.0 y una intensidad de grado VIII, el epicentro se ubicó a -16° Lat. S. y -72° Long. W.

26 de Enero de 1964.- A las 04:00 se produjo un sismo en el sur del Perú, en Arequipa como producto del violento movimiento se registró cuatro heridos, y daños en las viviendas que ya se encontraban remecidas por anteriores sismos, este sismo tuvo una intensidad de VI en la Escala Modificada de Mercalli en la ciudad de Arequipa, en Mollendo y Ubinas alcanzó una intensidad de V.

16 de Febrero de 1979.- A las 05:08:53. Fuerte terremoto en el departamento de Arequipa, que ocasionó algunas muertes y muchos heridos. Este sismo produjo severos daños en las localidades de Chuquibamba y pueblos del valle de Majes. Alcanzó una intensidad máxima del grado VII en la Escala Internacional de Intensidad Sísmica M.S.K.(Fig. 6)

En la ciudad de Arequipa el sismo fue del grado VI habiendo afectado seriamente algunas viviendas de sillar. Además ocasionó graves daños en edificios relativamente modernos como el Hospital Regional N° 2 (Ex-empleado) Programa académico de Arquitectura y el pabellón Nicholson, ubicados estos 2 últimos en los Campus de la Universidad de San Agustín. La posición geográfica del epicentro es localizada en las siguientes coordenadas: -16.515° latitud S. y -72.599° longitud W. La profundidad focal se estima en 52.5 Km., y la magnitud de 6.2..

23 de Junio de 2001.- A las 15 horas 33 minutos, terremoto destructor que afectó el Sur del Perú, particularmente los Departamentos de Moquegua, Tacna y Arequipa. Este sismo tuvo características importantes entre las que se destaca la complejidad de su registro y ocurrencia. El terremoto ha originado varios miles de post-sacudidas o réplicas.

Las localidades más afectadas por el terremoto fueron las ciudades de Moquegua, Tacna, Arequipa, Valle de Tambo, Caravelí, Chuquibamba, Ilo, algunos pueblos del interior y Camaná por el efecto del Tsunami.

El Sistema de Defensa Civil y medios de comunicación han informado la muerte de 35 personas en los departamentos antes mencionados, así como desaparecidos y miles de edificaciones destruidas, Las intensidades se presentan en la [Fig. 7](#).

4.1.1.2 Tectonismo de la Región Andina

El Sur del Perú es, desde el punto de vista tectónico, una de las regiones más activas de la tierra y está sujeta a frecuentes fenómenos catastróficos, la actividad tectónica de la región occidental del continente sudamericano, están relacionadas con la interacción principalmente de las Placas Litosféricas de América del Sur y de Nazca, constituyendo una de las regiones de subducción más extensas en nuestro planeta. En esa interacción también deben ser considerados los efectos que causan las placas menores próximas como la de Cocos y la del Caribe en la porción norte y la placa de Escocia en la porción sur, principalmente por presentar diferentes velocidad y direcciones del movimiento con relación a las Placas principales.

De acuerdo con Wortel (1984), el modelo simple de interacción entre una Placa Oceánica y otra Continental sobre la región andina, que fue considerado poco después del lanzamiento de la teoría de la tectónica de placas, al inicio de la década de los 70, fue modificada en base a investigaciones subsecuentes que mostraban la existencia de cambios significativos de norte a sur, en la estructura de la placa sumergida y los procesos asociados con la subducción. entre estos procesos están los fenómenos sísmicos y vulcanológicos, el tectonismo superficial y la formación de depósitos minerales. Esos cambios no concuerdan con la velocidad de la convergencia entre esas placas que es prácticamente uniforme a lo largo de toda la zona de subducción (~10 cm/año), la cual era considera como principal proceso del control de la subducción; esta discrepancia, de acuerdo con Wortel hace cuestionar la validez del modelo de la tectónica de placas para la región andina.

Esa discrepancia entre tanto puede ser explicada (Wortel, 1984) tomándose en consideración la edad de la Placa Litosférica sumergida. Muchas de las complejidades de la zona de subducción en la región andina, resultan de la circunstancia peculiar de que la zona se encuentra en transición desde una etapa primitiva de absorción de la Placa Litosférica oceánica más antigua (> 70 ma. y que produce sismos profundos). Ese estado de transición habría provocado un modelo tectónico sobre la región andina con variaciones temporales importantes, principalmente con cambio en el ángulo de subducción y la extensión de la Placa sumergida, además varios segmentos de esa placa se encuentran en diferentes etapas de esa evolución.

Entre los elementos tectónicos más importantes relativos a la zona de subducción entre las placas de Nazca y de América del Sur, destacan las Dorsales Marinas Asísmicas, la Fosa Perú - Chile, los Volcanes Activos y la Topografía de la Zona de Subducción.

*** Dorsal de Nazca**

La Dorsal de Nazca es una formidable elevación submarina de rumbo Suroeste. Está a 2500 metros por debajo de la superficie del mar, dividiendo a la Fosa Oceánica en dos segmentos, la Fosa de Arica hacia el SE. y la Fosa de Lima hacia el NW. La Dorsal influye notablemente en la parte continental, determinando una inflexión en la dirección general de la Cadena Andina. Por consiguiente, la Cadena Andina se extiende en dirección NW a SE, a la latitud del contacto de la Dorsal con el continente, se dobla para seguir una nueva orientación de Oeste a Este, posteriormente recupera aproximadamente su dirección inicial, hasta aproximadamente la latitud del codo de Arica, tomando una dirección Sur.

*** Geometría del plano de subducción**

Ha sido frecuentemente estudiada debido a las características peculiares presentes en la placa de Nazca subduida bajo la Región Andina. Los investigadores como Isacks & Molnar (1971), Sykes (1972), Barazangi & Isacks (1976, 1979), Sacks (1977), Snoke et al. (1977), tomando como base los datos de los catálogos internacionales y las soluciones de los mecanismos focales muestran la existencia de características distintas en el plano de subducción.

Utilizando la distribución hipocentral de los sismos con focos superficiales e intermedios, fueron reconocidas hasta cuatro porciones en la placa de Nazca (Stauder, 1973, 1975; Barazangi & Isacks, 1976, 1979; Isacks & Barazangi, 1977). Estos investigadores concluyeron que entre 2° - 15° S, el plano tiene un ángulo de subducción entre 5 y 10 grados hacia el Este, o sea un plano casi horizontal donde no hay actividad volcánica, más aún, sin deformación en el continente, en tanto que desde los 15° a los 24° S y al sur de los 33° S el ángulo de subducción alcanza los 30° hacia el Este, y por el contrario, existe presencia de la actividad volcánica (Jordán et al., 1983), Además la "Deflexión de Abancay", una importante estructura transversal andina, que comprende seis sectores de fallas discontinuas con longitudes entre 3 y 18 kms., se presenta al norte de la zona de transición entre la zona de subducción casi horizontal y la porción con una subducción de 30° (Mercier et al, 1992).

Los cambios en la geometría del plano de subducción sobre el sur del Perú y norte de Chile, fueron estudiados, posteriormente, por medio de datos de redes sísmicas locales, en trabajos presentados por Hasegawa & Sacks (1981), Grange et al. (1984), y Boyd et al. (1984), que confirmaron un plano con un ángulo de buzamiento menor en la porción central del Perú y un ángulo de casi 30° al Sur del Perú, y atribuían este cambio a una contracción y no a un empuje como había sido propuesto por Barazangi & Isacks (1979). Schneider & Sacks (1987) demostró que efectivamente en el sur del Perú la actividad sísmica muestra un ángulo de subducción mayor que el observado en el Perú Central, proponiendo entonces que se trata de una contorsión en la Placa. En la región Norte de Chile también se realizó varios estudios sismológicos; Comte & Suárez (1994) y Comte et al. (1994) han publicado algunos trabajos sobre el plano en esta región. Ellos dan evidencias de una fase de transformación a lo largo

de la porción subduida, con fallamiento normal e inverso entre 100 y 200 km. de profundidad y la ausencia de una corteza oceánica subduida.

Estudios efectuados por Abe & Kanamori (1979) mencionan que los sismos profundos e intermedios proveyeron importante información sobre las propiedades mecánicas y la distribución de esfuerzos de la placa oceánica subduida. Estudios sobre los sismos profundos en América del Sur, con esta finalidad, fueron efectuados por Suyehiro (1967), Khattri (1969), Mendiguren (1969), Wyss (1970), Isacks & Molnar (1971), Linde & Sacks (1972), Giardini (1984, 1986, 1988).

A partir de los 300 Km. de profundidad, no hay presencia de actividad sísmica en la zona de Benioff sobre la región andina, sin embargo ésta vuelve aparecer cerca de los 500 Km., lo que conduce a especulaciones sobre la continuidad en profundidad de la zona de Benioff, sobre esa región (Baranzagi & Isacks, 1976, 1979; Berrocal, 1991).

Berrocal & Fernández (1997), proponen que la porción de la placa de Nazca que es subduida entre 24° y 14.5° S, parece tener continuidad lateral y en profundidad hasta los 600 km. Esa porción de la placa subduida, según ese trabajo, parece que está siendo contorsionada hacia el Sur, cuando se correlaciona con los sismos muy profundos ocurridos en el extremo Sur, sugiriendo además, que la placa que es subduida correspondiente a los otros sismos profundos es contorsionada en menor proporción que la del extremo Sur. También sobre la base de un mapa de contornos del plano de subducción, elaborado por los mismos autores, se observa el efecto provocado por las dorsales de Nazca y de Juan Fernández en la topografía de la porción subduida de la placa de Nazca, una contorción del plano de Benioff parece ser originada por la subducción de esas dorsales. El efecto de la dorsal de Nazca es más evidente y provoca una porción subduida flotante, representada por la amplia separación de las isópacas y la contorción cóncava y convexa de esos contornos alrededor del contacto de la dorsal con el continente. Esto también es observado en la subducción de la dorsal de Juan Fernández sobre Chile Central, en tanto que la dorsal Perdida aparentemente se curva hacia el Norte antes de ser subduida sobre la costa de Chile.

4.1.1.3 Análisis de la sismicidad

Distribución epicentral en el área de estudio.- La distribución epicentral se encuentra en las Figuras 8 y 9, las cuales representan todos los sismos disponibles para el área de estudio. La Figura 8 muestra la distribución de los sismos para el periodo 1964 a 1998 usando para ello el catálogo Engdahl (Engdahl et al. 1998). Se puede ver en esta figura, en una primera aproximación que la sismicidad en un rango de profundidades superficiales ($h < 70$ Km) toman lugar continuamente a lo largo de la línea de costa conformando la porción más superficial de la subducción. En esta área han ocurrido los sismos más destructivos en la historia de la sismicidad de esta región como son los sismos de 1604 y de 1868 frente al Sur del Perú, sin embargo, otros sismos superficiales se encuentran ubicados dentro del continente los que pueden estar asociados a estructuras activas provocadas principalmente por el levantamiento de los Andes.

La actividad intermedia ($70 < h < 300$) se distribuye hacia el interior del continente determinando de esta manera el Plano de Benioff en esta región. Del mismo modo, los sismos profundos, que son escasos, se hallan distribuidos en la franja NS, al Sur

del paralelo 15° S. sufriendo un desvío hacia el oeste a los 14° S. Estos sismos representan la porción más profunda del plano.

Sin embargo dada la escasez de datos para el Sur del Perú contenidos en el catálogo de Engdahl no es posible determinar fuentes sismogénicas significativas asociadas a estructuras activas en el interior del continente, por tal motivo ha sido necesario utilizar información de campañas sísmicas locales.

En la Figura 9, a diferencia de la Figura 8, muestra con mejor detalle la sismicidad local del área de estudio obtenida a partir de campañas sísmicas locales a pesar de que el periodo de adquisición de datos de dichas campañas es muy corto (1965, 1969, 1975-1976, 1980-1981), podemos notar dos claros alineamientos posiblemente asociados a estructuras activas, el primero cerca a la ciudad de Arequipa que tiene un largo aproximadamente de 150km. y 40km. de ancho y oscila en un rango de profundidades superficiales. El segundo alineamiento se encuentra más pegado a la costa y tiene un largo de aproximado de 140 km. y un ancho de 30km, oscila en un rango de profundidades entre superficiales e intermedias, profundidades que serán mejor detalladas al realizar las secciones sísmicas las mismas que permitirán hacer una mejor zonificación. También se puede notar actividad correspondiente a la zona de subducción hacia el oeste de la línea de costa.

El rango de magnitudes de esta actividad es muy pequeño, se encuentran sismos desde una magnitud de 2.5 a 4.0 como se puede ver en el catálogo obtenido a través del reprocesamiento de los datos de Schneider y usando la fórmula obtenida para la determinación de la magnitud (M_D) a partir de la coda de duración de los sismos.

Secciones sísmicas.- Estas secciones (Fig. 10) son elaboradas para conocer la morfología de las fuentes sismogénicas, a través de la distribución espacial de los hipocentros, que son proyectados en planos verticales convenientemente orientados. El análisis de las secciones sísmicas permitieron determinar que los sismos en las cordilleras oceánicas son superficiales, en tanto que los sismos más profundos se presentan en los márgenes activos de los continentes. En América del Sur son superficiales en la zona de la costa y profundos en el interior del continente.

CAPITULO V

IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

5.1 REFRACCION SISMICA

5.1.1 Interpretación de refracción sísmica de Caravelí

En la localidad de Caravelí se efectuaron 10 perfiles de refracción sísmica (Foto 2), distribuidos de una manera regular en toda la ciudad con un tendido que permita una adecuada profundidad de investigación, las velocidades sísmicas y los espesores del substrato nos indicarán las calidades de los suelos (Anexo J, Plano 1).

Los perfiles sísmicos 1, 2, 3, 7, 8, 9 y 10 se encuentran ubicados en la parte alta de la ciudad (ingreso), determinándose los siguientes horizontes refractores. El primer horizonte presenta velocidades entre 312.50m/seg a 500.00m/seg, con un espesor de 1.45m. a 3.20m. que correspondería a material proluvial a aluvional, constituido por una mezcla de gravas y arenas gruesas de formas subangulosas a subredondeadas poco consolidada, un segundo horizonte fue determinado únicamente en el perfil sísmico 3, con una velocidad de 628.57m/seg. y un espesor de 4.33m. que se relacionaría con el material del horizonte anterior pero algo más compacto, por debajo de los horizontes anteriores tenemos velocidades de 711.86m/seg. a 1166.67m/seg. con espesores de 1.79m. a 21.18m. que probablemente corresponda a material medianamente consolidado de un mismo origen con materiales más gruesos y subyaciendo a este material tenemos velocidades de 1242.42m/seg. a 2666.67m/seg. que correspondería a materiales más densos.

Los perfiles sísmicos 4, 5 y 6 se encuentran ubicados en la parte baja de la ciudad presentando tres horizontes. El primero presenta velocidades de 238.10m/seg. a 292.68m/seg., con espesores de 1.15m. a 2.61m. que correspondería a suelos de cultivo con arenas y material orgánico, el segundo horizonte presenta velocidades de 448.28m/seg. a 500.00m/seg. con una potencia de 7.52m. a 10.09m. que guardaría relación con el mismo material que el anterior horizonte pero algo más compacto, el tercer horizonte no fue determinado en el perfil 5, y en los perfiles sísmicos 4 y 6, presenta velocidades de 1310.34m/seg. a 1423.08m/seg. que se relacionaría con materiales de origen aluvional compacto.

CUADRO 9
VELOCIDADES Y ESPESORES DE CARAVELI

PRS.	CAPA 1		CAPA 2		CAPA 3		CAPA 4	TOTAL
	V ₁ (m/seg)	Z ₁ (m)	V ₂ (m/seg)	Z ₂ (m)	V ₃ (m/seg)	Z ₃ (m)	V ₄ (m/seg)	∑Z(m)
1	333.33	1.86	1166.67	1.79	1258.62			3.65
2	500.00	2.49	939.39	13.77	1250.00			16.26
3	312.50	1.45	628.57	4.33	967.74	7.57	1242.42	13.35
4	292.68	1.15	448.28	10.09	1310.34			11.24
5	238.10	1.40	454.55					1.40
6	285.71	2.61	500.00	7.52	1423.08			10.13
7	369.86	3.20	884.96	9.83	1250.00			13.03
8	470.59	1.85	773.58	21.18	2500.00			23.03
9	348.84	2.93	711.86	16.54	2666.67			19.47
10	407.41	3.07	900.00					3.07

PRS. Perfil de Refracción Sísmica

V₁, V₂,... Velocidad de los diferentes horizontes

Z₁, Z₂,... Espesores de los diferentes horizontes

∑Z Sumatoria de los espesores

* Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos mencionar, que los mejores suelos se encuentran ubicados en la parte alta de la ciudad estarían constituidos por material proluvial a aluvional, correspondiente a una mezcla de gravas y arenas gruesas, mientras que en la parte baja de la ciudad el suelo estaría conformado por limos, material orgánico por su cercanía al río, asimismo, en este lugar se encuentra asentada la parte antigua de Caravelí y es en esta zona donde se han registrado los mayores daños por el terremoto del 23 de junio.

5.2 ESTUDIOS DE RESISTIVIDAD GEOELECTRICA.

Se han realizado 03 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), los cuales se ubicaron siguiendo un alineamiento longitudinal a la localidad de Caravelí, ([Anexo J, Plano 1](#)). Seguidamente se presenta los valores obtenidos en el campo

CUADRO 10
VALORES DE RESISTIVIDAD Y ESPESORES

S E V	Coordenadas Geográficas (UTM)	H ₁		H ₂		H ₃		H ₄		H ₅	
		R ₁	E ₁	R ₂	E ₂	R ₃	E ₃	R ₄	E ₄	R ₅	E ₅
01	0674578	786	0.7	-----	-----	980	1.8	10	194.4	67	?
	8255446	139	1.1			257	22				
02	0675134	76	1.9	18	7.8	45	10.3	4	205.0	90	?
	8255760					156	37				
03	0675373	20	0.4	16	4.6	104	61.2	8	?	-----	----
	8255780	78	0.9								

H₁ = Horizonte Geoelectrico

R₁ = Resistividad Verdadera

E₁ = Espesor

5.2.1 Descripción de los horizontes geoelectricos determinados en Caravelí

Horizonte H1.

Presenta resistividades muy variables, en el Sev1 le corresponde un valor de 786 y 139 Ohmios-metro, en el Sev2 corresponde un valor de 76 Ohmios-metro, en el Sev3 los valores medidos son de 20 y 78 Ohmios-metro, su espesor varía entre 1.1 y 1.9 metros. Esta diferencia radica fundamentalmente en la calidad de los suelos, en el SEV2 y particularmente el SEV3 están constituido por suelos agrícolas con cierto grado de humedad, a diferencia del SEV1 en que los materiales de la capa superior son de origen proluvial a aluvional constituido de gravas y arenas gruesas.

Horizonte H2.

Presenta valores bajos de resistividad, en el SEV2 tiene 18 Ohmios-metro y en el Sev3 con 16 Ohmios-metro, su espesor varía entre 4.6 y 7.8 metros, no se presenta esta estructura en el SEV1, está constituido por materiales similares al horizonte 1 saturados de humedad, comportándose en algunos casos como una estructura acuífera.

Horizonte H3.

Presenta valores de resistividad de 980 y 257 Ohmios-metro en el SEV1, valores de 45 y 156 Ohmios-metro en el SEV2, valor de 104 Ohmios-metro en el SEV3, su espesor total varía entre 24 y 61.2 metros. La diferencia corresponde a tipos de suelos y el grado de humedad.

Horizonte H4.

Presenta valores muy bajos de resistividad, los mismos varían entre 4 y 10 Ohmios-metro, presenta un espesor promedio de 200 metros, está constituido por materiales aluviales de diferente granulometría, por sus bajos valores de resistividad puede corresponder a un acuífero importante con alto contenido de sales.

Horizonte H5.

Presenta valores de resistividad correspondiente a 67 Ohmios-metro en el SEV1 y 90 Ohmios-metro en el SEV2, su espesor es indeterminado, debe corresponder a rocas ígneas de acuerdo a la estratigrafía de la zona, actúa como una estructura impermeable.

*** Descripción del Perfil geoelectrico Longitudinal**

Confeccionado a lo largo de la ciudad de Caravelí, correspondiendo al SEV1 como el punto más alto y el SEV3, como el punto más bajo ([Anexo C, Fig. 1](#)).

Se observa el primer horizonte (H1), el cual presenta diferentes valores de resistividad, los mismos que son más altos en el SEV3 y de menor valor en el otro extremo, correspondiente al SEV1, para esta primera estructura se mantiene un espesor aproximadamente homogéneo de 1.9 metros. La variabilidad en la resistividad depende del contenido de humedad, origen y granulometría.

Subyaciendo tenemos el Horizonte H2, este presenta bajos valores de resistividad y sólo es determinado en los SEVs 2 y 3, con valores de 18 y 16 Ohmios-metro y espesores de 7.8 y 4.6 metros, este horizonte se encuentra saturado de humedad y posiblemente actúa como un acuífero en la zona de estudio.

El horizonte H3, se presenta manteniendo casi las mismas características de los horizontes anteriores, los valores de resistividad son de 257 Ohmios-metro a 104 Ohmios-metro, el espesor se va incrementando del Sev1 al Sev3 desde 24 a 61.2 metros. En este horizonte por debajo del SEV2 se observa un paquete que se comportaría como parte de una estructura acuífera con resistividad de 45 Ohmios-metro y un espesor de 10.3 metros.

El Horizonte H4 se caracteriza por tener valores muy bajos de resistividad, varía entre 4 y 10 Ohmios-metro lo que indica la presencia de un acuífero, su espesor varía entre 194 metros en el Sev1 y 205 en el SEV2 e indeterminado en el SEV3.

Horizonte H5 presenta valores de resistividad de 67 Ohmios-metro en el SEV1 y 90 Ohmios-metro en el SEV2, debe corresponder a materiales volcánicos, actúa en la zona como la estructura impermeable.

En resumen, correlacionándose con la información sísmica esta guarda correspondencia en que los suelos son más estables en la parte alta de la ciudad, son suelos gravosos y gruesos, mientras que en la parte baja los suelos son finos y con contenido de agua.

5.3 ESTUDIO GEOTECNICO

5.3.1 Mecánica de Suelos

Para la realización del estudio de suelos de la zona de la Ciudad de Caravelí, de acuerdo con las condiciones topográficas, las cuales evidencian un abanico de inundación, proveniente de las zonas altas y de origen aluvional, por lo cual es visible una segregación de los materiales, esto es causado por dos factores, el primero por la pendiente de la zona y el segundo por el origen de los materiales, de este modo se hace una selección de los materiales segregados desde bloques a gravas angulosas a sub angulosas, arenas gruesas a finas y finalmente en la parte baja hacia el río Caravelí, se halla materiales areno limosos, poco consolidados, en todos los casos se tiene que los materiales se hallan con bajas densidades y poco compactos, haciendo por lo tanto un suelo susceptible en términos de la dinámica de suelos muy susceptibles de la amplificación de las ondas sísmicas, con los consiguientes efectos de daños en las estructuras, la evaluación de los suelos se han hecho a través de pozos de sondeo, no habiéndose determinado presencia de sales solubles en las zonas de evaluación.

*** Muestreo**

Los objetivos y usos de las muestras son necesarios para identificar y clasificar los suelos correctamente, siendo indispensable para la determinación de la densidad y humedad para las pruebas de laboratorio.

El muestreo se ha realizado por zonas y de acuerdo con las características estratigráficas, obteniéndose muestras alteradas e inalteradas, de cada una de las perforaciones realizadas y luego transportadas al laboratorio con la finalidad de realizar los ensayos correspondientes, conforme a las normas A.S.T.M.

*** Humedad**

La humedad del suelo esta definida como la relación del peso del agua contenido en la muestra.

*** Granulometría**

Es el análisis del tamaño de las partículas, mediante una combinación del cribado y de análisis mecánico en agua, conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), determinando de acuerdo con los diámetros comprendidos entre 3 pulg. a la malla N° 4 como gravas, los diámetros comprendidos entre las mallas N° 4 y N° 200 como arenas y los diámetros menores a la malla N° 200 denominadas como limos y arcillas

*** Límites de Atterberg**

Son los límites líquido, definido por el contenido de agua por encima del cual el suelo se comporta como un líquido viscoso.

Límite plástico, definido por el contenido de humedad por encima del cual el suelo se comporta como un material plástico, con una resistencia al esfuerzo cortante nula.

Límite de contracción, definido al grado de saturación del 100 % bajo el cual no ocurre un cambio ulterior de volumen del suelo con un secado adicional.

*** Peso específico**

El peso específico, esta constituido por el valor del peso unitario del suelo, siendo la relación del peso entre el volumen.

*** Corte Directo**

El valor de la resistencia del suelo al esfuerzo cortante, constituye el parámetro más importante, siendo un parámetro para determinar entre otros factores la estabilidad de taludes.

*** Análisis Químico**

Los análisis químicos permiten determinar la composición química, esto es determinar la presencia de agentes agresivos, tales como las sales solubles, cloruros, carbonatos, sulfatos entre otros.

*** Cálculo de capacidad portante**

La capacidad de carga última de un suelo bajo una carga de cimentación depende principalmente de la resistencia al esfuerzo cortante, la capacidad permisible o de trabajo para diseño tomara en consideración la resistencia al corte y las características de deformación.

La determinación del valor de la capacidad de carga del suelo, es el valor de resistencia a soportar la transmisión de las cargas de sollicitación de una superestructura, entre la más aplicada de las ecuaciones para la determinación de dicho valor se halla la ecuación de Hansen:

$$q_{ult} = cN_cSc_d + \gamma DN_qSq_d + 1/2 \gamma BN\gamma S\gamma d\gamma$$

Con los resultados de los valores obtenidos, se ha procedido a realizar, una zonificación de los suelos, considerando que de acuerdo con la tipificación geotécnica de los suelos se consideran cuatro grupos, el primero correspondiente a suelos rocosos de muy buenas características, el segundo correspondiente a suelos gravo – arenosos, el tercero correspondiente a suelos finos y finalmente el cuarto para suelos finos de muy bajas características de capacidad portante; en concordancia a ello, en la zona se tiene agrupado en sólo dos tipos de suelos.

5.3.2 Tipos de suelos

5.3.2.1 Suelos Tipo II

La zona comprendida por el sector de la parte alta del valle, hacia el sur oeste principalmente en la zona del A.H. Virgen del Buen Paso, en la que fundamentalmente se constituye un material superficial areno-gravosos poco húmedo, en estado suelto, envuelto por una matriz fina de color rojizo, se puede establecer valores de capacidad portante mayores de 1.50 kg/cm² (Foto 3) (Anexo J, Plano 2, color amarillo).

5.3.2.2 Suelos Tipo III

Comprendiendo toda la parte media central, entre la plaza de armas hacia el sector sur este, considerada como predominantemente areno limosos y arenas finas de origen aluvial sedimentario, poco compacto, así mismo el área correspondiente al sector agrícola próximas a las riberas del río Caravelí, caracterizado por arenas limosas poco densas; toda esta zona se puede considerar que presenta valores de capacidades portantes por debajo de 1.50 kg/cm² (Foto 4) (Anexo J, Plano 2, color naranja)

*** Conclusiones**

Se han caracterizado en dos tipos de suelos, de acuerdo con las propiedades físicas y mecánicas.

El primero constituido por bloques y gravas angulosas comprendiendo el sector norte de la localidad y el A.H. Virgen del Buen Paso, de origen aluvial, poco compacta, por consiguiente presentando relativamente buena capacidad portante como lecho de fundación.

El segundo, en dos tipos, constituidos por materiales areno limosos no plásticos comprendiendo la zona central del valle, sueltos, poco compactos y el segundo constituido por suelos areno limosos con contenidos orgánicos por su uso agrícola comprendiendo una franja de la parte baja del valle hacia el sector del cauce del río Caravelí.

Por los análisis realizados, se ha podido determinar que, por su origen de formación aluvial, es un suelo bastante suelto, por consiguiente susceptible de amplificación bajo condiciones de sollicitación dinámica.

Por lo tanto los efectos de mayor daño, como consecuencia del último sismo, se puede atribuir a un efecto principalmente de amplificación de los suelos, y de otro lado a la precariedad y antigüedad de las construcciones.

5.4 MAPA DE PELIGROS

5.4.1 Efectos por Inundaciones

Las precipitaciones pluviales en el sector de Caravelí se presentan entre diciembre y marzo con un promedio anual estimado de 250 a 300 mm. Por consiguiente, la ciudad está expuesta a un peligro moderado aún cuando la pendiente general es moderada.

Existe una probabilidad manifiesta de una activación de la Quebrada La Yesera que pasa por el lado oeste de la ciudad que a la postre representa una peligrosidad por la colmatación de su cauce y que este sector está siendo utilizado como botadero de escombros. Se considera la quebrada La Yesera como la colectora de las quebradas secundaria y pasa por uno de los flancos de la ciudad, consideramos como sector peligroso. Para un mejor control se deberá realizar la limpieza de los mismos con la finalidad evitar desbordes en la época de lluvias, [ver Anexo J, Plano 3](#).

5.4.2 Efectos por sismos

Los efectos del sismo del 23 de junio en Caravelí han sido considerables, fundamentalmente por las construcciones de adobes y la calidad de los suelos, particularmente en el sector bajo de la ciudad es decir en las cercanías del río. Se considera la parte alta de la ciudad de Caravelí como el sector más estable en relación a la calidad de los suelos por su naturaleza y compacidad. El sector bajo de la ciudad por la calidad de su suelo consistente en suelos de cultivo con humedad resulta algo inestable, por lo que se le considera como de peligro medio ([ver anexo J, Plano 4](#))

En el [cuadro 11](#), se puede observar la evaluación de daños ocasionados por el sismo del 23 de junio, tanto en el distrito capital de Caravelí, Cahuacho y Atico. En la presente evaluación se ha considerado; Centros Educativos, Viviendas, Canales de riego, Iglesias y otras Entidades públicas.

En las [fotos del 5 al 6](#), se observan los daños en las viviendas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ha determinado principalmente que los efectos, como consecuencia del último sismo, son debidos a un efecto de amplificación de los suelos, y de otro lado a la precariedad y antigüedad de las construcciones.
- Los suelos de la zona de Caravelí de acuerdo a los estudios realizados y las propiedades físicas y mecánicas, se los ha caracterizado en dos tipos de suelos.

PARTE ALTA

- Los mejores suelos se encuentran ubicados en la parte alta de la ciudad (material proluvial a aluvional), correspondiente a una mezcla de gravas, arenas gruesas, bloques y gravas angulosas comprendiendo el sector norte de la localidad y el A.H. Virgen del Buen Paso, de origen aluvial, poco compacta, por consiguiente presenta suelos estables y relativamente buena capacidad portante como lecho de fundación.
- De acuerdo al SEV, en la parte superior tiene espesores de 1 a 2 m, en promedio y una 2da estructura con espesores entre 24 y 61.2 m.

PARTE BAJA

- En la parte baja de la ciudad (parte antigua de Caravelí), el suelo estaría conformado por limos, material orgánico (por su cercanía al río), en esta zona es donde se han registrado los mayores daños por el terremoto del 23 de junio.
- Son suelos agrícolas con cierto grado de humedad y con contenido de agua.
- De acuerdo al SEV, se tiene una 2da estructura con un espesor entre 4.6 y 7.8 mts., saturado de humedad, una 3ra estructura con un espesor promedio de 200 m. pudiendo corresponder a un acuífero importante con alto contenido de sales, seguidamente otra estructura con un espesor indeterminado que puede corresponder a rocas ígneas.
- De acuerdo al análisis geotécnico ésta zona se ha considerado en dos clases, la primera constituida por materiales areno limosos no plásticos comprendiendo la zona central del valle, sueltos, poco compactos y la segunda fase constituido por suelos areno limosos con contenidos orgánicos por su uso agrícola comprendiendo una franja de la parte baja del valle hacia el sector del cauce del río Caravelí..
- Por los análisis realizados, se ha podido determinar que por su origen aluvial, es un suelo poco estable, bastante suelto, y por consiguiente susceptible de amplificación bajo condiciones de sollicitación dinámica.

RECOMENDACIONES

- Principalmente en la zona baja de Caravelí, se recomienda establecer un tipo de estructuras totalmente simétricas y en segundo lugar, elaborar las cimentaciones del tipo conectadas, con la finalidad de darle rigidez a las cimentaciones, esto permitirá atenuar las deformaciones por los efectos de asentamientos diferenciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abe, K., & Kanamori, H., (1979). Temporal variation of the activity of intermediate and deep focus earthquakes, *J. Geophysics. Res.*, 84, 3589 - 3595.
- Barazangi, M., & Isacks, B.L., (1979). Subduction of the Nazca plate beneath Peru: evidences from spatial distribution of earthquakes, *Geophysics. J. Roy. Astr. Soc.*, 57, 537-555.
- Bellido B. Geología del Cuadrángulo de Moquegua Hoja 35-u (Boletín N° 15-Carta Geológica Nacional- INGENMET), 1979.
- Boletín N° 23, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 1. INGEMMET, Lima-Perú, Dic. 2000.
- Cantos Figuerola J. Geofísica Aplicada Edit. Omega, Barcelona 1976.
- Comte, D., Roecker, S.W, & Suárez, G., (1994). Velocity structure in northern Chile: evidence of subducted oceanic crust in the Nazca plate, *Geophysics. J. Int.*, 117, 625-629.
- Dobrin M.B. Introducción a la Prospección Geofísica Ed. Omega. Barcelona 1969.
- Engdahl, R., Van der Hilst, R., & Buland, R., (1997). Global teleseismic earthquake relocation with improved travel times and procedures for depth determination, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 1998.
- Grange, F., Hatzfeld, D., Cunningham, P., Molnar, P., Roecker, S.W., Suárez, G., Rodriguez, A. & Ocola, L., (1984). Tectonic implications to the microearthquake seismicity and faulty plane solutions in southern Peru and their implications, *J. Geophysics. Res.*, 89, 6139-6152.
- Griffiths D.H. King R.F. Geofísica Aplicada para Ingenieros y Geólogos. Ed. Paraninfo Madrid. 1972.
- Gutenberg, B., & Richter, C., (1954). Seismicity of the Earth and associated phenomena, Princeton University Press, New Jersey, 2 Ed., 310p.
- James, D. E., (1971). Plate tectonic model for the evolution of the central Andes, *Geological Soc. Amer. Bull.*, 82, 3325-3346.
- Kosaka M. Soto V. Minaya L. y otros Estudio Geoelectrico y Sísmico de la zona San José de Uzuña. Arequipa. Octubre 1991 Instituto Geofísico de la UNSA.
- Kosaka M. Soto V. Minaya L. y otros Estudio Geoelectrico y Sísmico de la zona Cutanayo Pochi. Arequipa. Octubre 1991 Instituto Geofísico de la UNSA.
- Kosaka M. Soto V. Minaya L. y otros Estudio Geoelectrico y Sísmico de la zona de Chalhuanca. Arequipa. Noviembre 1991. UNSA
- Kosaka M. Soto V. Minaya L. y otros Estudio Geoelectrico y Sísmico de la zona de Bamputañe. Arequipa. 1992, Instituto Geofísico de la UNSA.
- Kosaka M. Soto V. Minaya L. y otros Estudio de Refracción Sísmica de La Joya-Arequipa. Agosto 1994 Instituto Geofísico de la UNSA.

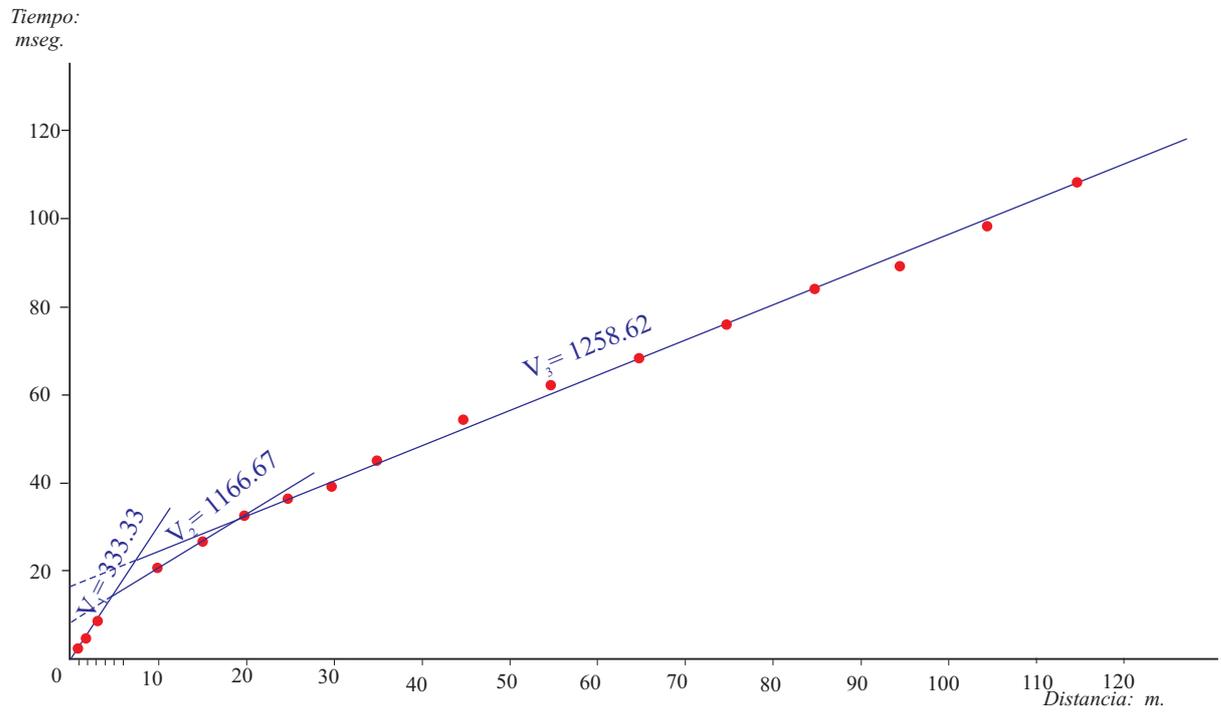
- Kosaka M. Soto V. Minaya L. Estudio de Refracción Sísmica del Sector Cerro Muyoorco Reservorio R-13 Qosqo. Arequipa. Noviembre 1994 Instituto Geofísico de la UNSA.
- Kosaka M. Soto V. Minaya L. Estudio de Refracción Sísmica y Geoeléctrico del Sector San Sebastián, Reservorio R- 10 Qosqo. Arequipa. Noviembre 1994. UNSA
- Kosaka M. Soto V. Minaya L. Estudio de Refracción Sísmica y Geoeléctrico del Sector Kenkoro Pata, Reservorio R- 12 en el Distrito de San Jerónimo Qosqo. Arequipa. Noviembre 1994.
- Kosaka M. Soto V. Palza A-B. Minaya L. Estudio Geofísico en las Lagunas de Comercocha y Senejillayoc. Región Inka Arequipa Junio 1995.
- Minaya, A., Lazo, M., Ticona, J., Escalante, C., Aguilar, V., Berrocal, J., & Fernández, C., (2000). Earthquake Hazard Assessment in the Southern Peru (13o S - 18.5o S). 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro - Brasil.
- Parasnis D.S. Principios de Geofísica Aplicada. Paraninfo. Madrid. España 1971.
- Resumen Ejecutivo. Planes de Mitigación de los Efectos producidos por los Desastres Naturales, Programa de Ciudades Sostenibles-I Etapa. Lima, octubre, 2000.
- Ticona, J., Minaya, A., Lazo, M., Escalante, C., Aguilar, V., Berrocal, J., & Fernández, C.,(2000). Recent Large destructed earthquakes occurred in Arequipa, Southern Peru, 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro - Brasil.
- Zavala C. Nuñez J. Estudio Geológico – Geotécnico de la Región SurOccidental del Perú (Boletín N° 22-INGENMET), Lima, setiembre 1999.

ANEXOS

A. LISTA DE PERFILES SÍSMICOS

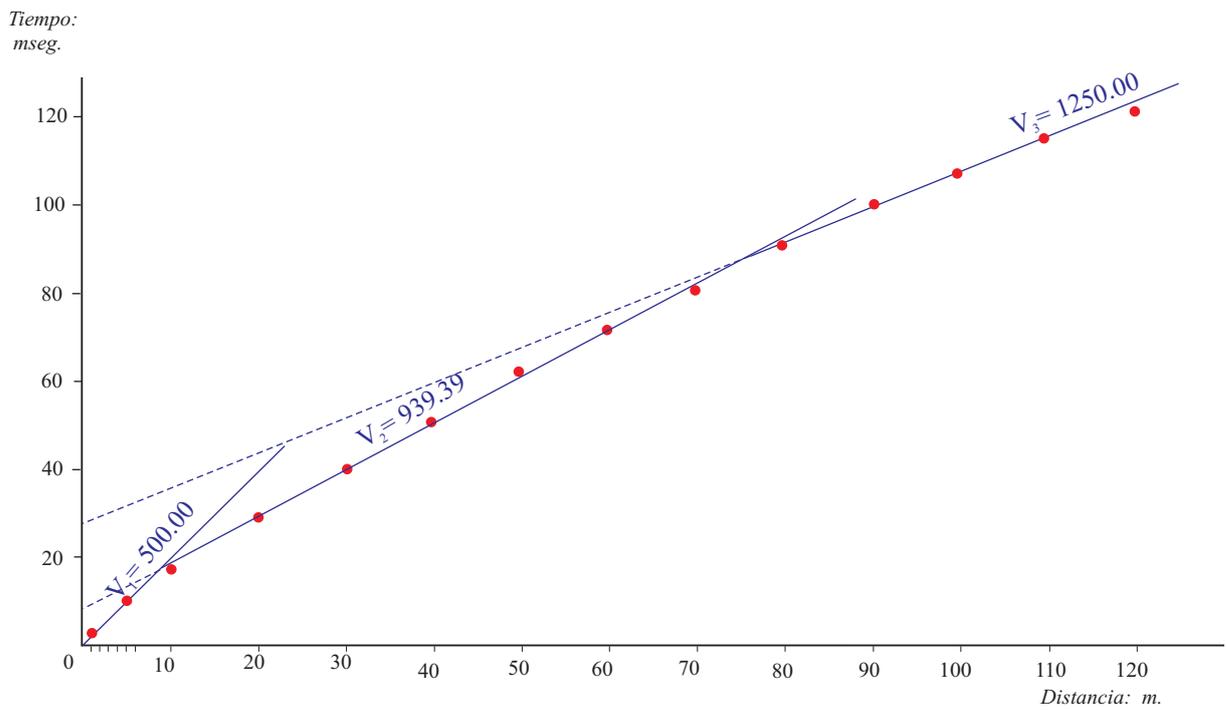
1. Perfil Sísmico, Caravelí (Costado de depósito Municipal)
2. Perfil Sísmico, Caravelí (Esq. Av. Buenos Aires-San Martín)
3. Perfil Sísmico, Caravelí (Esq. Bolívar – José Félix Andía)
4. Perfil Sísmico, Caravelí (Calle Francisco Bolognesi-Seminario)
5. Perfil Sísmico, Caravelí (Parte posterior de Iglesia Virgen del Buen Pastor)
6. Perfil Sísmico, Caravelí (Calle Augusto B. Leguía)
7. Perfil Sísmico, Caravelí (Calle Junín)
8. Perfil Sísmico, Caravelí (Calle José Balta)
9. Perfil Sísmico, Caravelí (Calle Federico Kaiser-Parque Túpac Amaru)
10. Perfil Sísmico, Caravelí (Av. Buenos Aires-Zona de kioskos)

CARAVELI - RS 01
(Costado de depósito Municipal)



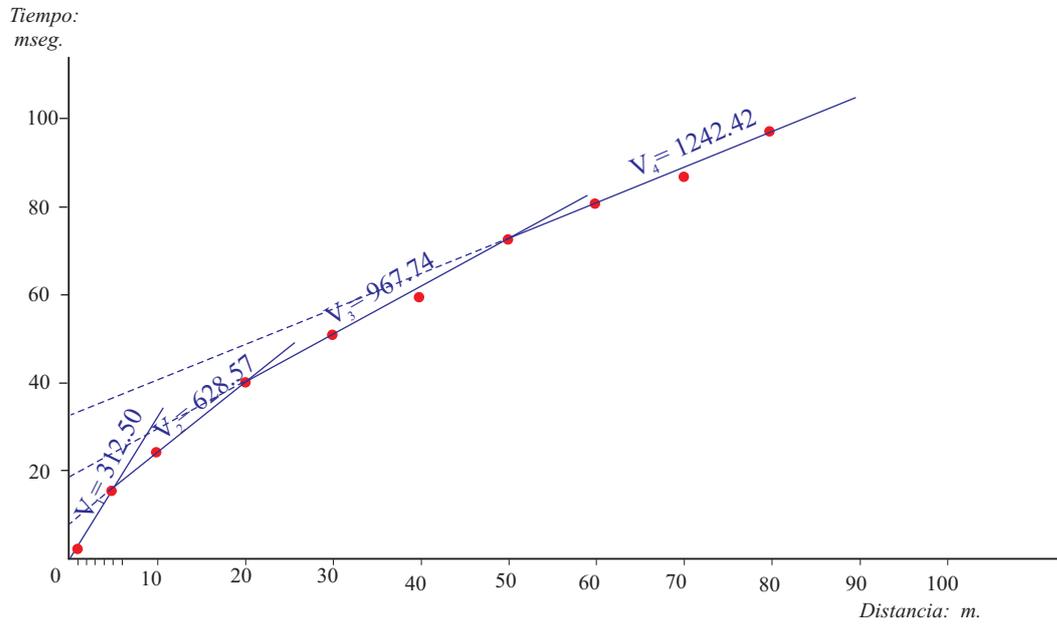
Perfil de Refracción Sísmica 01

CARAVELI - RS 02
(Esq. Av. Buenos Aires - San Martín)



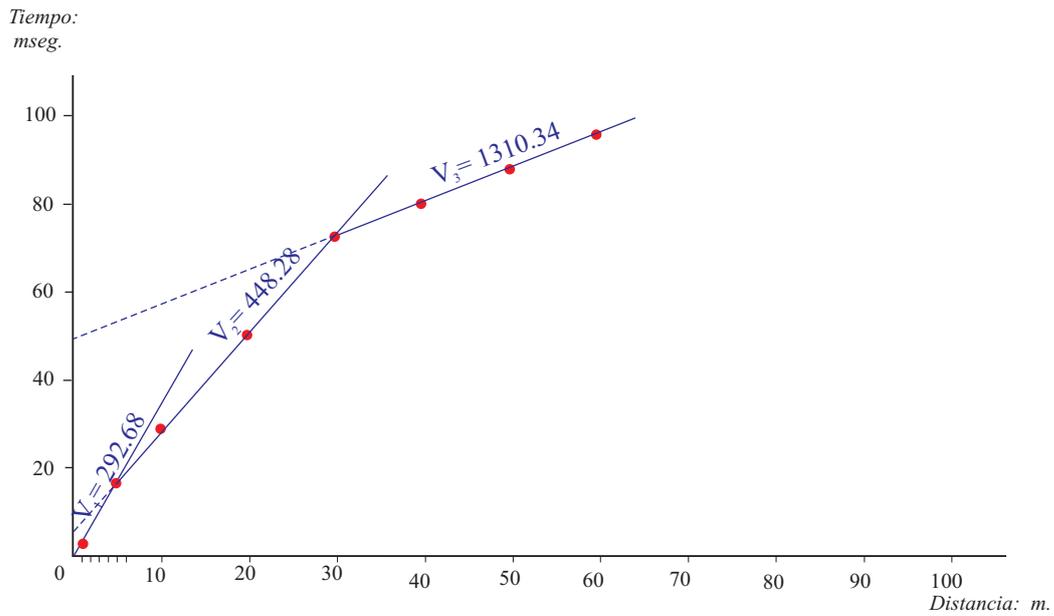
Perfil de Refracción Sísmica 02

CARAVELI - RS 03
(Esq. Bolívar - José Félix Andía)



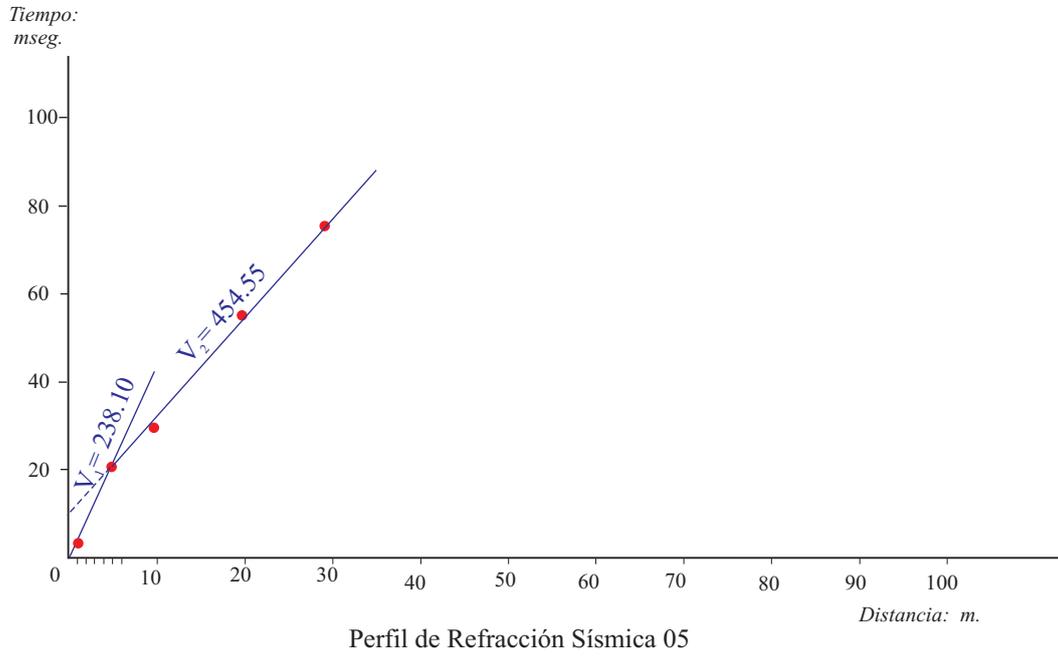
Perfil de Refracción Sísmica 03

CARAVELI - RS 04
(Calle Francisco Bolognesi - Seminario)

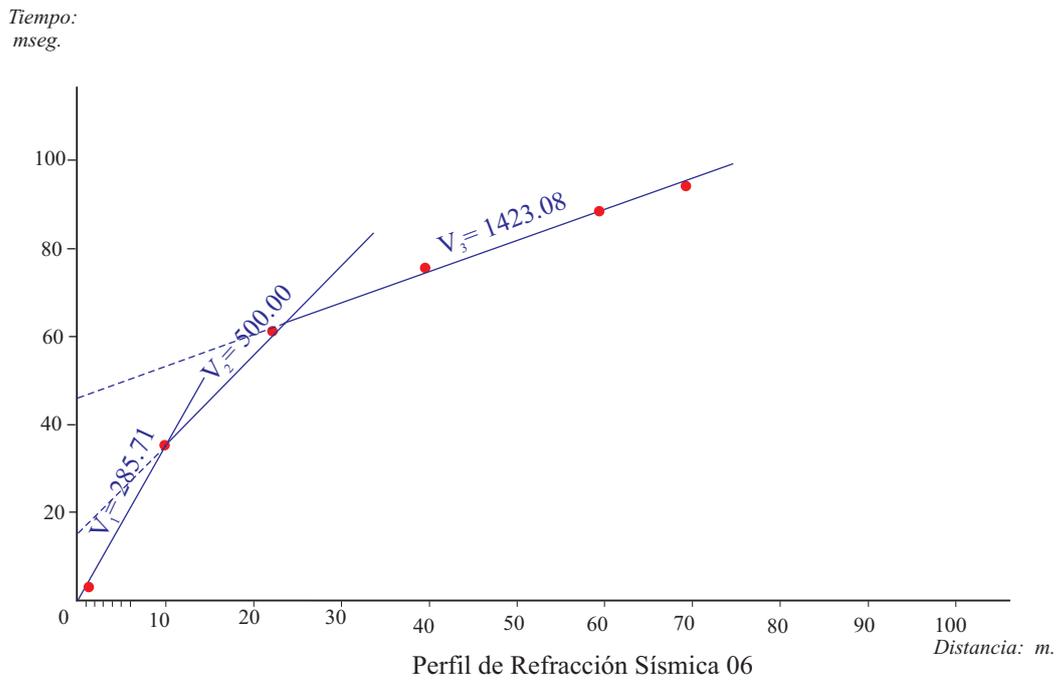


Perfil de Refracción Sísmica 04

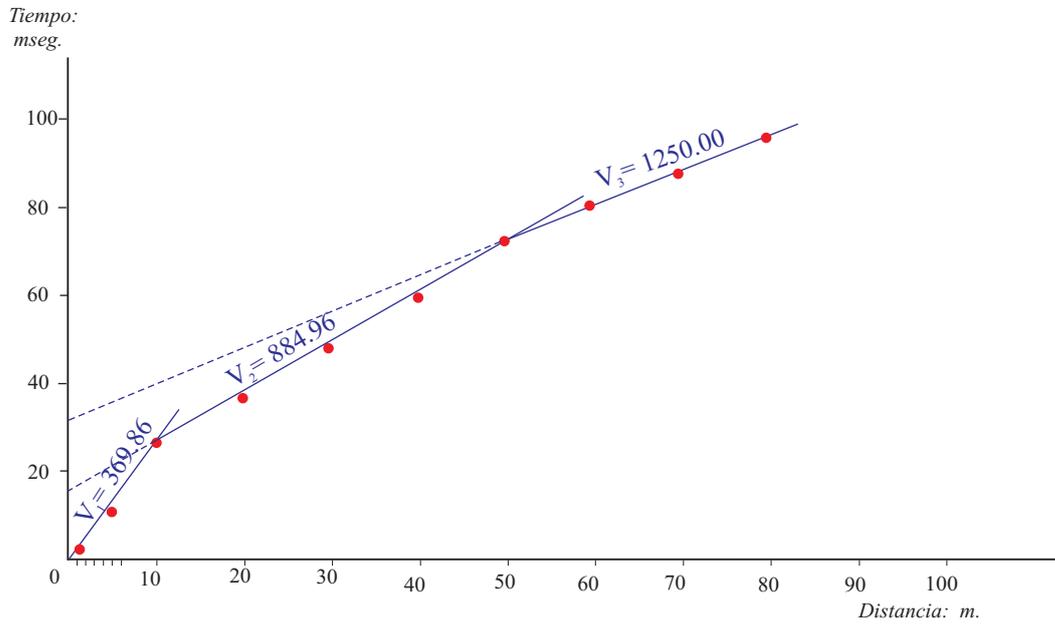
CARAVELI - RS 05
(Parte posterior de Iglesia Virgen del Buen Pastor)



CARAVELI - RS 06
(Calle Augusto B. Leguía)

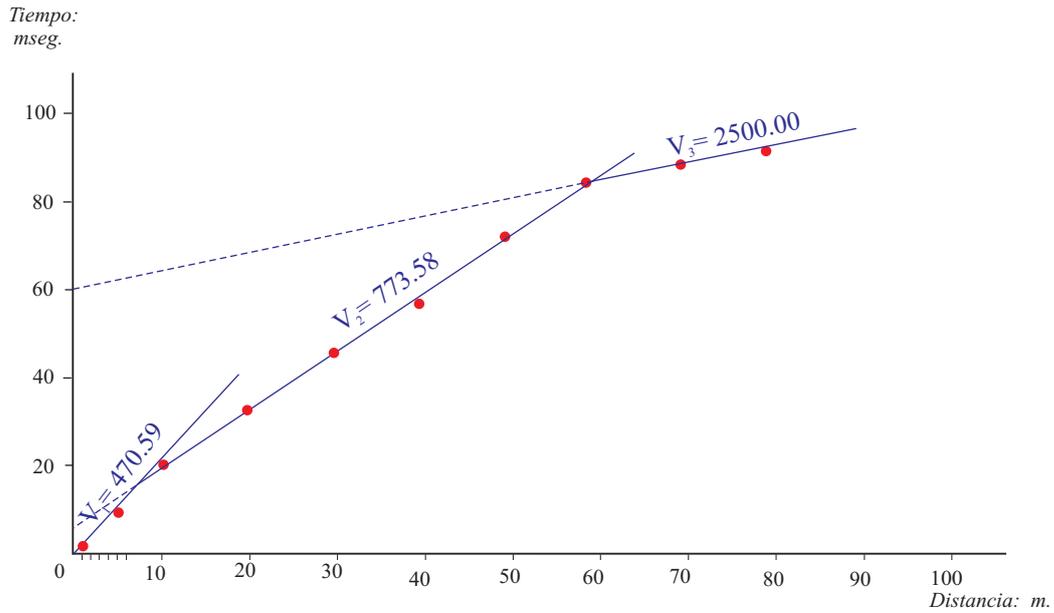


CARAVELI - RS 07
(Calle Junin)



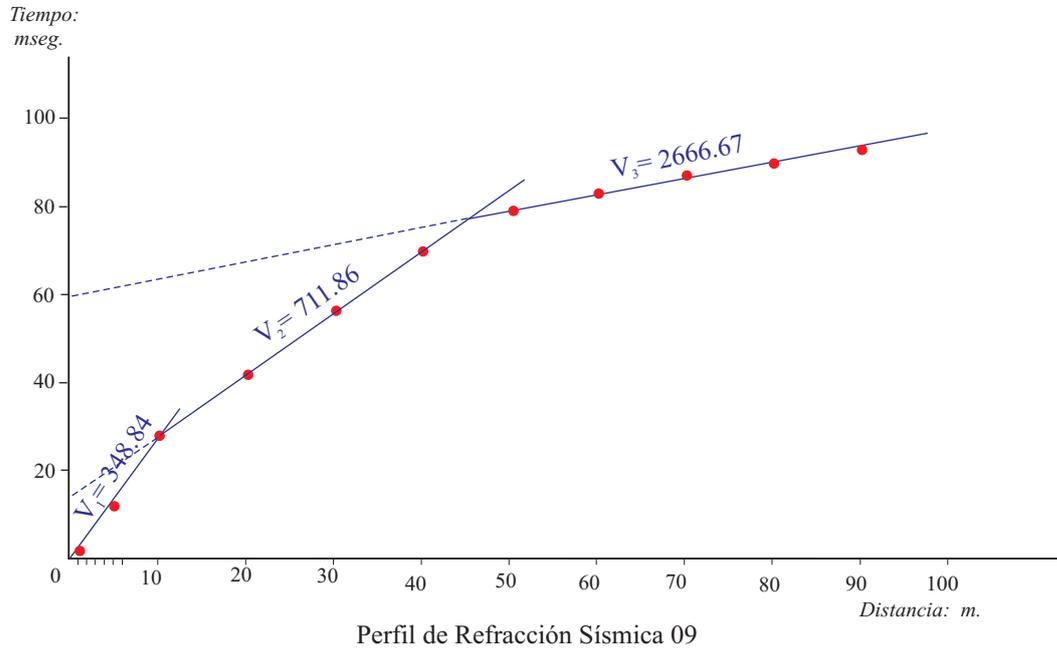
Perfil de Refracción Sísmica 07

CARAVELI - RS 08
(Calle José Balta)

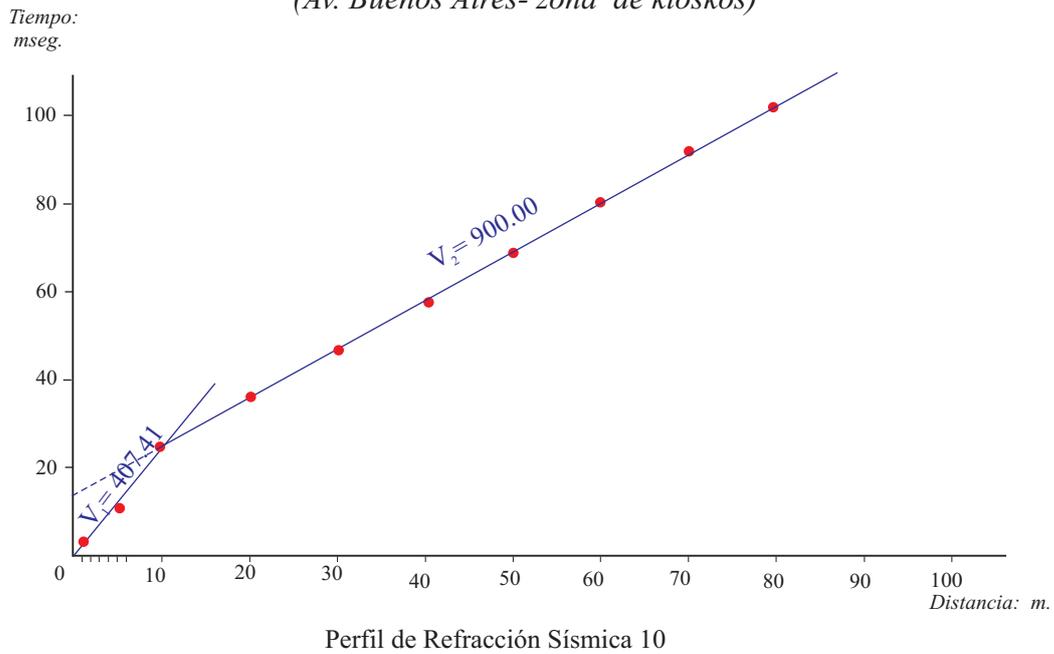


Perfil de Refracción Sísmica 08

CARAVELI - RS 09
(Calle Federico Kaiser - Parque Túpac Amaru)



CARAVELI - RS 10
(Av. Buenos Aires- zona de kioskos)



B. LISTA DE COLUMNAS SÍSMICAS

1. COLUMNA SISMICA CARAVELI

- Costado de depósito Municipal
- Esq. Buenos Aires-San Martín
- Esq. Bolivar-José Félix Andia

2. COLUMNA SISMICA CARAVELI

- Calle Francisco Bolognesi-Seminario
- Parte posterior de Iglesia Virgen del Buen Pastor
- Calle Augusto B. Leguía

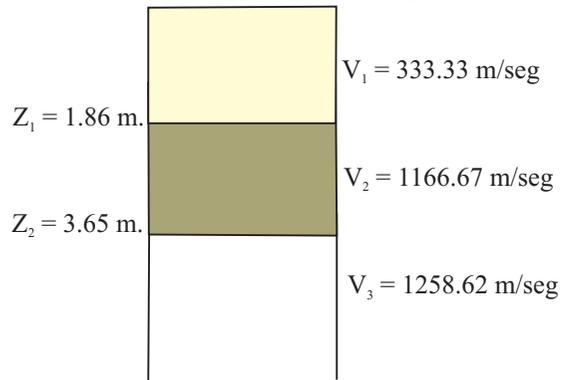
3. COLUMNA SISMICA CAMANA

- Calle Junín
- Calle José Balta

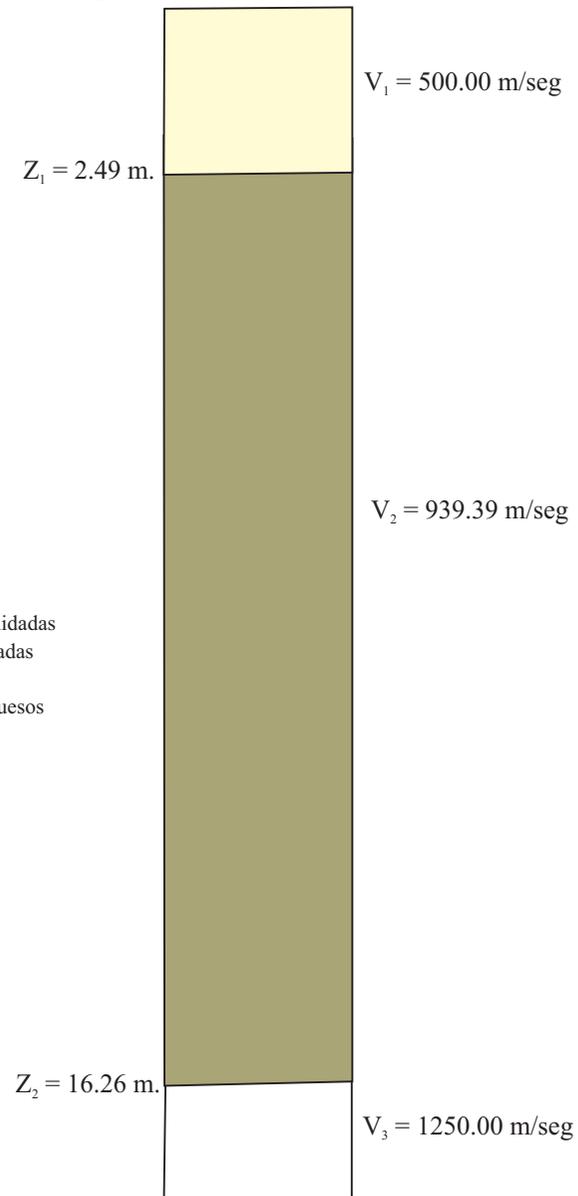
4. COLUMNA SISMICA CARAVELI

- Calle Federico Kaiser – Parque Túpac Amaru
- Av. Buenos Aires – Zona de kioskos

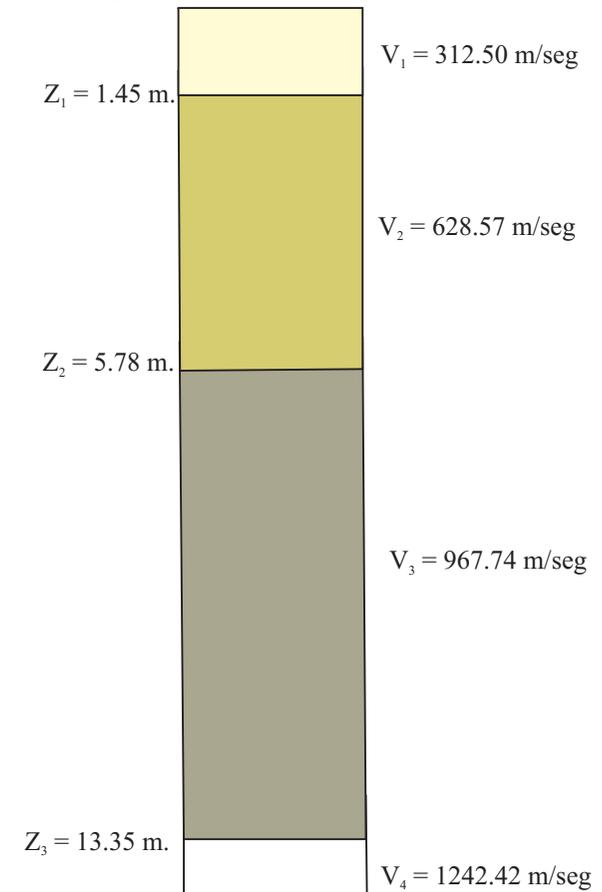
RS 1
(Costado de depósito Municipal)



RS 2
(Esq. Buenos Aires - San Martín)



RS 3
(Esq. Bolivar - José Félix Andía)



Leyenda

- Material proluvial a aluvional: gravas y arenas gruesas subangulosas a redondeadas poco consolidadas
- Gravas y arenas gruesas subangulosas a redondeadas algo más compacta
- Material medianamente consolidado algo mas gruesos
- Materiales densos

Z₁ = Profundidad

V₁ = Velocidad



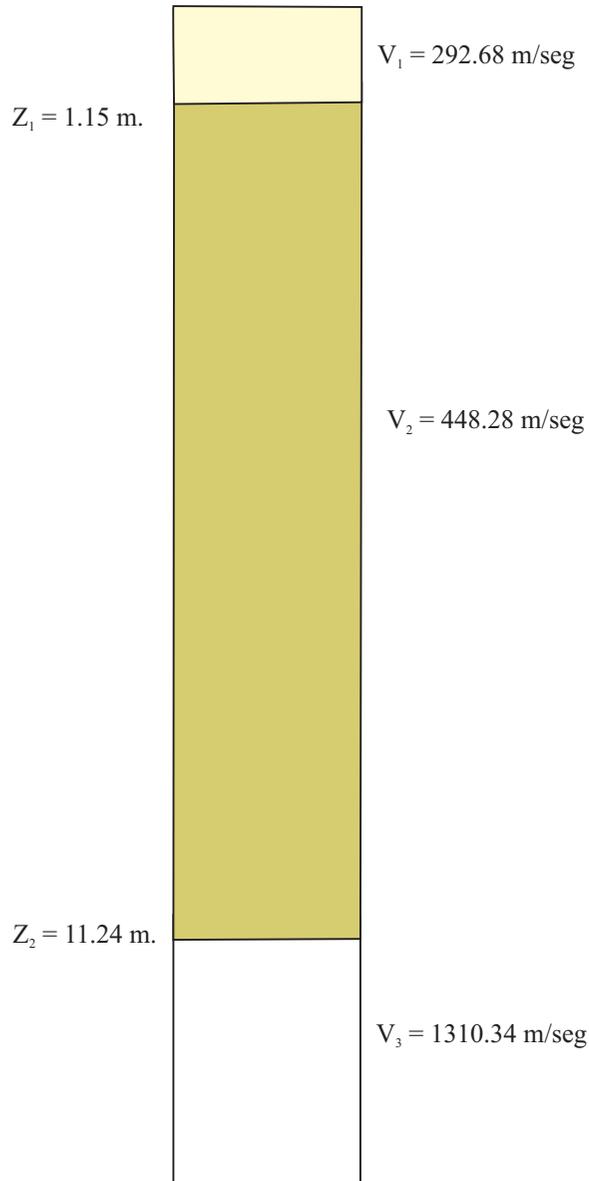
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

COLUMNA SISMICA
CARAVELI

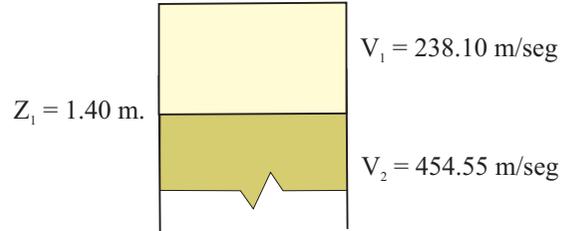
Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 1

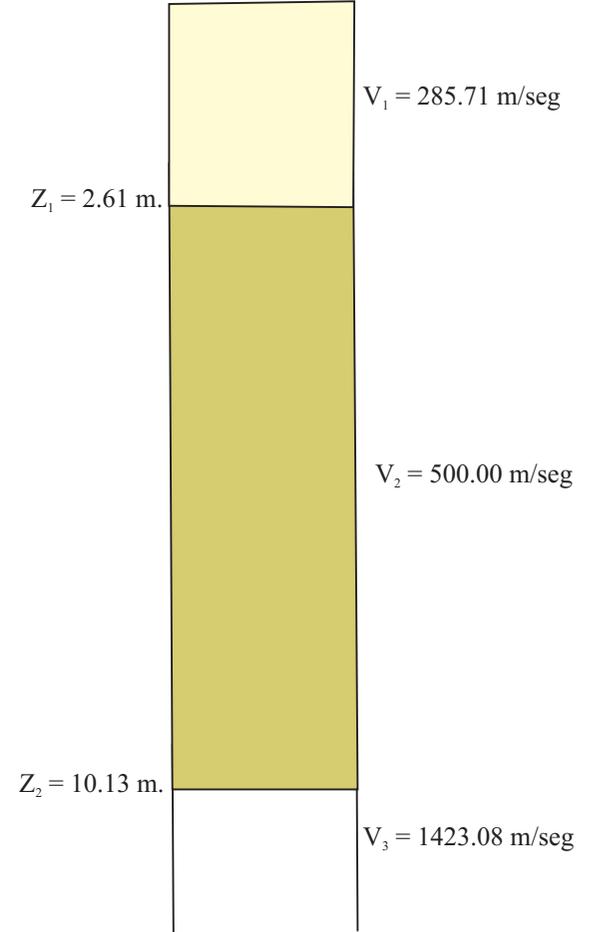
RS 4
(Calle Francisco Bolognesi - Seminario)



RS 5
(Parte posterior de Iglesia
Virgen del Buen Pastor)



RS 6
(Calle Augusto B. Leguía)



Leyenda

- Material limosos y orgánico
- Material limoso y orgánico algo más compacto
- Material de origen aluvional compacto

$Z_1 \dots =$ Profundidad

$V_1 \dots =$ Velocidad

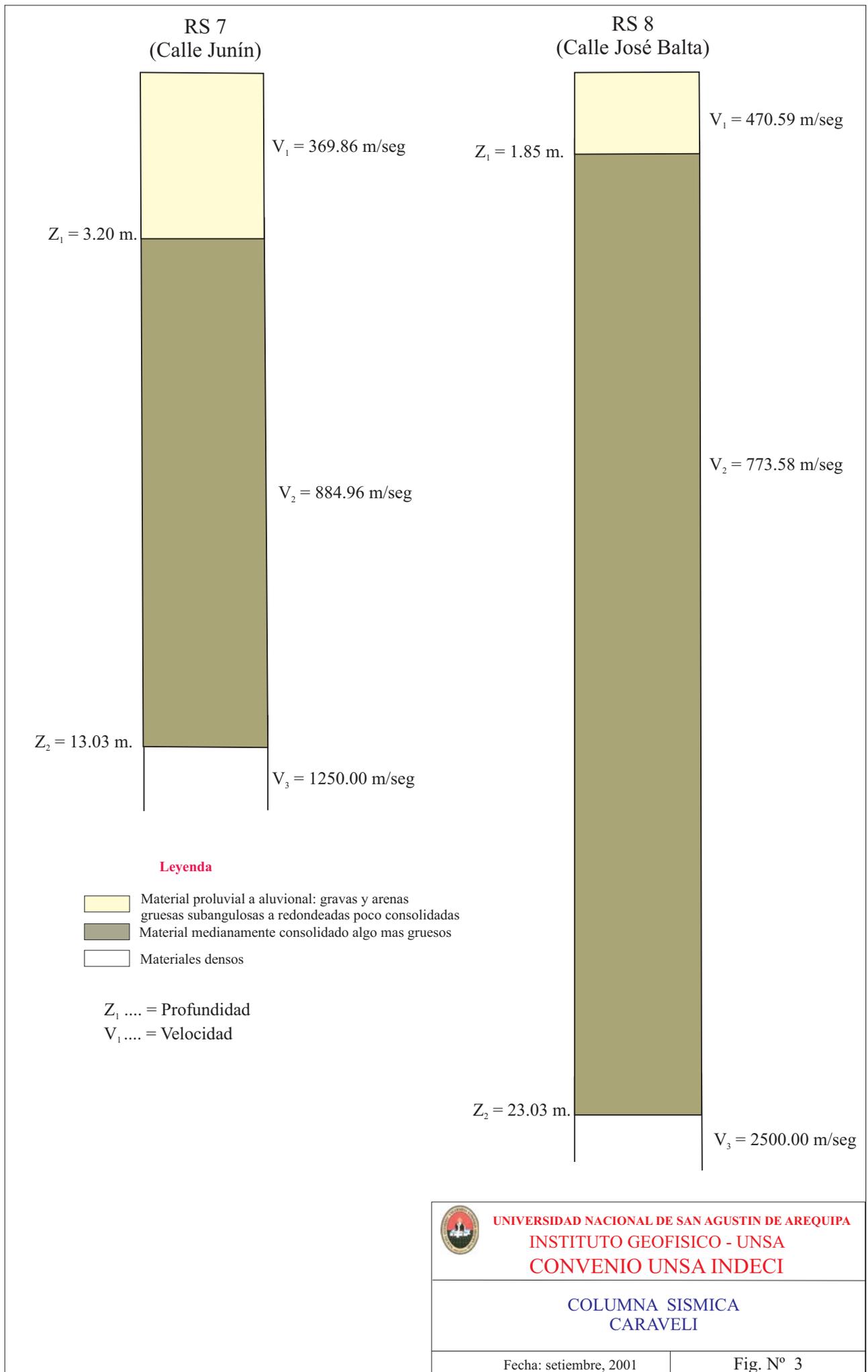


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

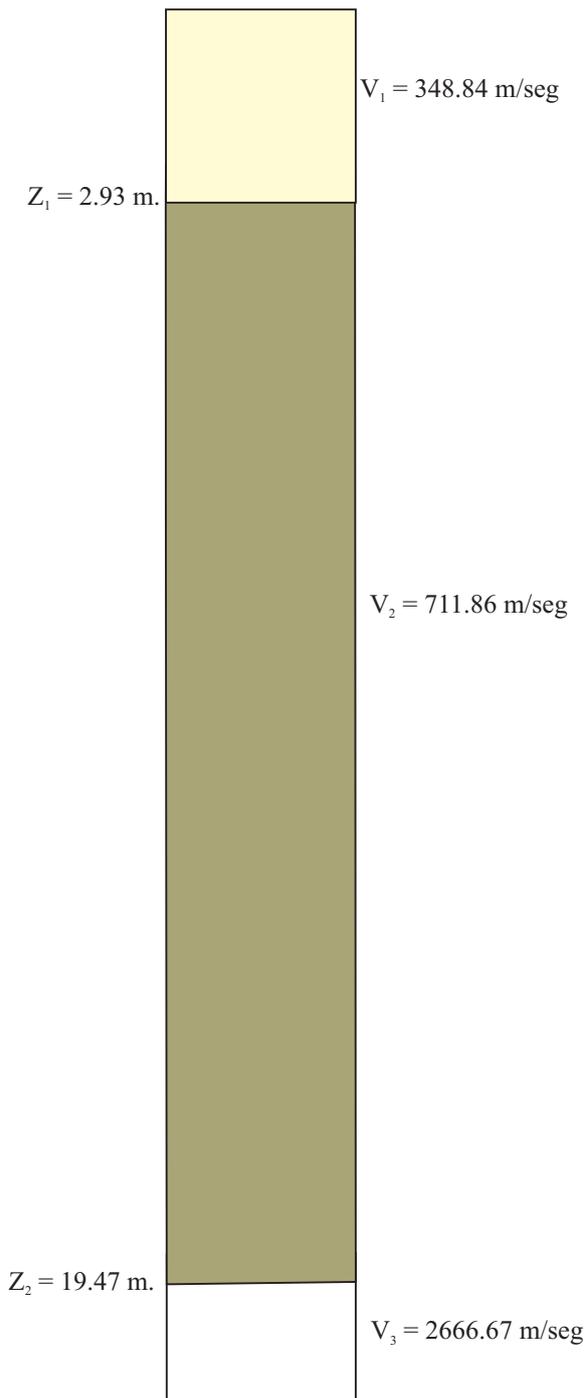
COLUMNA SISMICA
CARAVELI

Fecha: setiembre, 2001

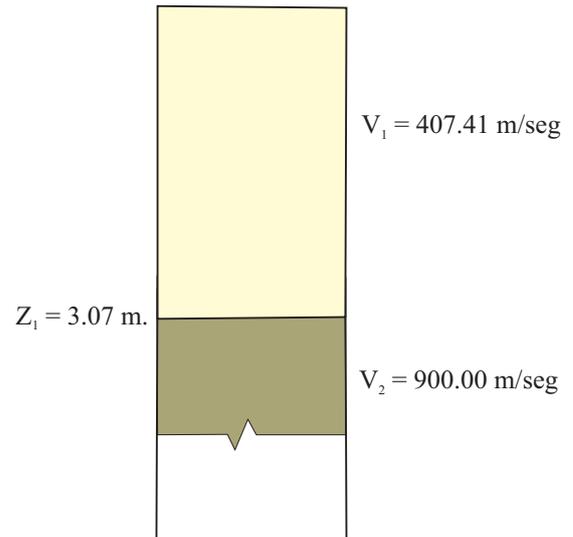
Fig. N° 2



RS 9
(Calle Federico Kaiser - Parque Túpac Amaru)



RS 10
(Av. Buenos Aires - zona de kioskos)



Leyenda

- Material proluvial a aluvional: gravas y arenas gruesas subangulosas a redondeadas poco consolidadas
- Material medianamente consolidado algo mas gruesos
- Materiales densos

$Z_1 \dots$ = Profundidad
 $V_1 \dots$ = Velocidad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

COLUMNA SISMICA
CARAVELI

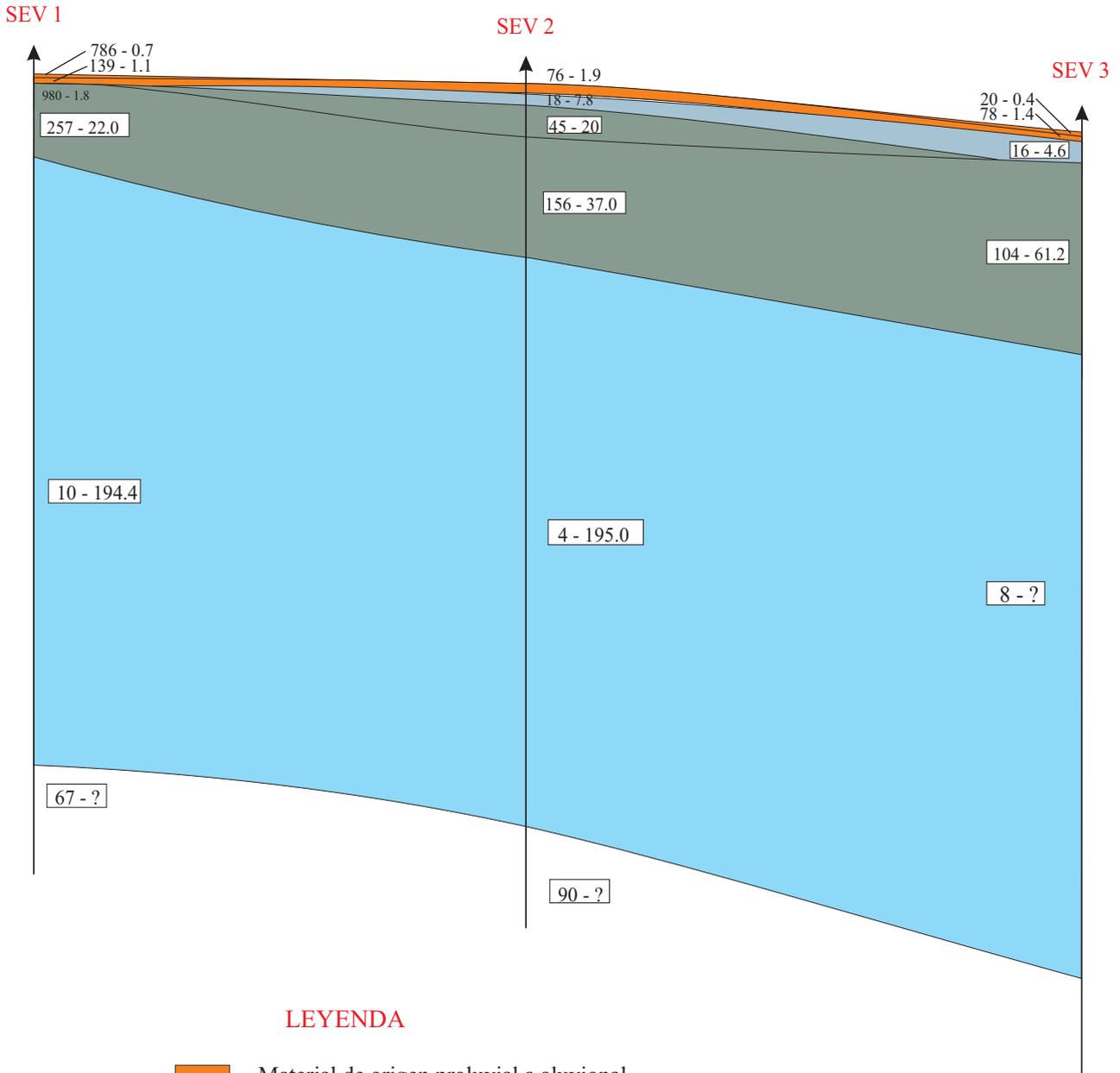
Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 4

C. LISTA DE COLUMNAS GEOELECTRICAS

1. PERFIL GEOELECTRICO LONGITUDINAL - CARAVELI

PERFIL GEOELECTRICO LONGITUDINAL



LEYENDA

- Material de origen proluvial a aluvional
- Material de origen proluvial a aluvional humedecidas
- Material de origen proluvial a aluvional compactado y carente de humedad
- Material de origen aluvial con presencia de humedad
- Basamento rocoso (rocas ígneas)

4 - 195.0
 Resistividad Esesor

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA INSTITUTO GEOFISICO - UNSA CONVENIO UNSA INDECI
PERFIL GEOELECTRICO LONGITUDINAL - CARAVELI	
Fecha: setiembre, 2001	Fig. N° 1

D. RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

**RESUMEN
RESULTADO ANALISIS MECANICA DE SUELOS**

MUESTRA	UBICACIÓN	Humedad (%)	γ (Densidad Máxima)	γ (Densidad Mínima)
M - 1	A. H. San Andrés	0.85	1.571	1.936
M - 2	A. H. San Andrés	3.55	1.278	1.604
M - 3	Iglesia Virgen del Buen Paso	14.88	1.061	1.766
M - 4	Iglesia Virgen del Buen Paso	8.71	1.316	1.726
M - 5	A. H. Virgen del Buen Paso	2.20	1.547	1.879
M - 6	A. H. Virgen del Buen Paso	3.81	1.542	1.894
M - 7	A. H. Virgen del Buen Paso	1.56	1.608	1.585
M - 8	Pueblo Joven Caravelí	19.37	1.224	1.936

MUESTRA	UBICACIÓN	S.U.C.S.	Gs
M - 1	A. H. San Andres	SP	2.59
M - 2	A. H. San Andres	SM	2.63
M - 3	Iglesia Virgen del Buen Paso	SM	2.61
M - 4	Iglesia Virgen del Buen Paso	SP-SM	2.61
M - 5	A. H. Virgen del Buen Paso	SP-SM	2.68
M - 6	A. H. Virgen del Buen Paso	SP-SM	2.58
M - 7	A. H. Virgen del Buen Paso	SP	2.63
M - 8	Pueblo Joven Caraveli	SM	2.57

MUESTRA	UBICACIÓN	L.L (%)	L.P.(%)	I.P. (%)
M - 1	A. H. San Andres	N.P.	N.P.	N.P.
M - 2	A. H. San Andres	N.P.	N.P.	N.P.
M - 3	Iglesia Virgen del Buen Paso	N.P.	N.P.	N.P.
M - 4	Iglesia Virgen del Buen Paso	N.P.	N.P.	N.P.
M - 5	A. H. Virgen del Buen Paso	N.P.	N.P.	N.P.
M - 6	A. H. Virgen del Buen Paso	N.P.	N.P.	N.P.
M - 7	A. H. Virgen del Buen Paso	N.P.	N.P.	N.P.
M - 8	Pueblo Joven Caraveli	N.P.	N.P.	N.P.

MUESTRA	UBICACIÓN	Profundidad(m)	$\phi \times$	qu (kg/cm ²)
M - 1	A. H. San Andrés	0.20		---
M - 2	A. H. San Andrés	1.40		1.8
M - 3	Iglesia Virgen del Buen Paso	0.60		1.3
M - 4	Iglesia Virgen del Buen Paso	1.80		2.5
M - 5	A. H. Virgen del Buen Paso	0.20		---
M - 6	A. H. Virgen del Buen Paso	0.60		1.9
M - 7	A. H. Virgen del Buen Paso	1.60		2.8
M - 8	Pueblo Joven Caraveli	1.60	34	2.0

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS

MUESTRA	UBICACIÓN	CLORUROS (mg/kg)	SULFATOS (mg/kg)
M - 2	Pucchún	18291,21	2403,85
M - 7A	Pueblo Joven Juan Pablo	58,03	22,62
M - 8	ENACE La Pampa	59,04	4475,14

E. RESULTADO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 2

PROFUNDIDAD : 1.40 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. Sn. Andres

FECHA : 20/08/2001

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARRO N°		1	2
Peso del tarro	(g)	12.5	
Peso de la muestra húmeda + el tarro	(g)	2640.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	2550.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	90.0	
Peso de la muestra seca	(g)	2537.5	
Contenido de humedad	(%)	3.55	

Contenido de Humedad Promedio (%)	3.55
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 1

PROFUNDIDAD : 0.20 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. Sn. Andres

FECHA : 20/08/2001

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARRO N°		1	2
Peso del tarro	(g)	12.7	
Peso de la muestra húmeda + el tarro	(g)	3565.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3535.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	30.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3522.3	
Contenido de humedad	(%)	0.85	

Contenido de Humedad Promedio (%)	0.85
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 6

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARRO N°		1	2
Peso del tarro	(g)	12.7	
Peso de la muestra húmeda + el tarro	(g)	3474.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3347.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	127.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3334.3	
Contenido de humedad	(%)	3.81	

Contenido de Humedad Promedio (%)	3.81
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 8

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : Caraveli Pueblo Joven

FECHA : 20/08/2001

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARRO N°		1	2
Peso del tarro	(g)	12.7	
Peso de la muestra húmeda + el tarro	(g)	4228.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3544.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	684.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3531.3	
Contenido de humedad	(%)	19.37	

Contenido de Humedad Promedio (%)	19.37
--	--------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 5

PROFUNDIDAD : 0.20 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARRO N°		1	2
Peso del tarro	(g)	12.7	
Peso de la muestra húmeda + el tarro	(g)	3686.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3607.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	79.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3594.3	
Contenido de humedad	(%)	2.20	

Contenido de Humedad Promedio (%)	2.20
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 4

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Iglesia El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARRO N°		1	2
Peso del tarro	(g)	12.5	
Peso de la muestra húmeda + el tarro	(g)	4242.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3903.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	339.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3890.5	
Contenido de humedad	(%)	8.71	

Contenido de Humedad Promedio (%)	8.71
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 7

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARRO N°		1	2
Peso del tarro	(g)	12.7	
Peso de la muestra húmeda + el tarro	(g)	4378.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	4311.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	67.0	
Peso de la muestra seca	(g)	4298.3	
Contenido de humedad	(%)	1.56	

Contenido de Humedad Promedio (%)	1.56
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA
PROYECTO : Mapas de Peligros
MUESTRA : M - 3
PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Iglesia El Buen Paso
FECHA : 20/08/2001

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARRO N°		1	2
Peso del tarro	(g)	12.9	
Peso de la muestra húmeda + el tarro	(g)	2669.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	2325.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	344.0	
Peso de la muestra seca	(g)	2312.1	
Contenido de humedad	(%)	14.88	

Contenido de Humedad Promedio (%)	14.88
--	--------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados

F. RESULTADO DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CORTE DIRECTO



CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 8

UBICACIÓN Caraveli Pueblo Joven

PROFUNDIDAD 1.60 m.

FECHA : 20/08/2001

TANGENCIAL δh (mm.)	σ (kg/cm ²)				
	1.263	2.526	3.789	5.052	6.315
	τ (kg/cm ²)				
0.00	0.00	0.00	0.00		
0.40	0.38	0.83	1.07		
0.60	0.46	0.96	1.29		
0.80	0.53	1.08	1.44		
1.00	0.58	1.19	1.59		
1.40	0.68	1.36	1.85		
1.60	0.72	1.44	1.96		
1.80	0.76	1.51	2.05		
2.00	0.79	1.56	2.15		
2.40	0.85	1.67	2.34		
2.60	0.88	1.72	2.42		
2.80	0.91	1.76	2.48		
3.00	0.93	1.80	2.54		
3.40	0.97	1.88	2.63		
3.60	0.98	1.91	2.67		
3.80	1.00	1.94	2.70		
4.00	1.02	1.96	2.73		
4.20	1.03	1.99	2.74		
4.40	1.04	2.01	2.75		
4.60	1.05	2.03	2.76		
4.80	1.05	2.04	2.75		
5.00	1.06	2.05	2.75		
5.20	1.06	2.07	2.74		
5.40		2.07	2.73		
5.60		2.09			
5.80		2.09			
7.00		2.09			
7.00		2.09			
7.00					
7.00					

Contenido de humedad	0.0 %
Angulo de Rozamiento interno	34.0 °
Cohesión efectiva	0.27 kg/cm ²

OBSERVACIONES: La muestra (alterada) fue puesta en el laboratorio por los intere



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CORTE DIRECTO
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

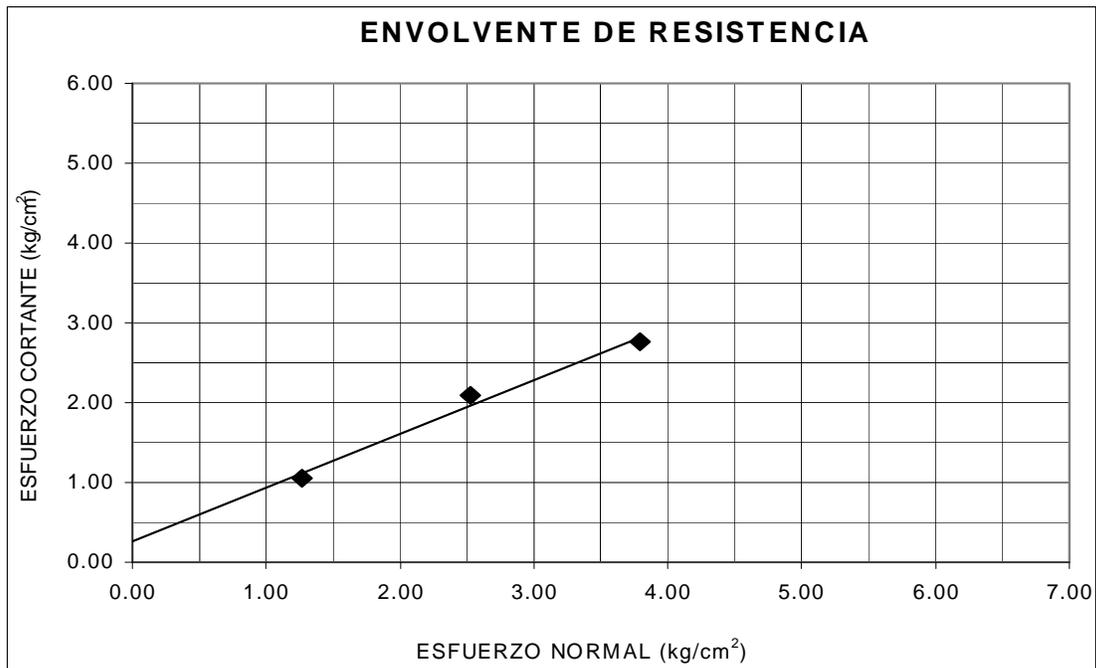
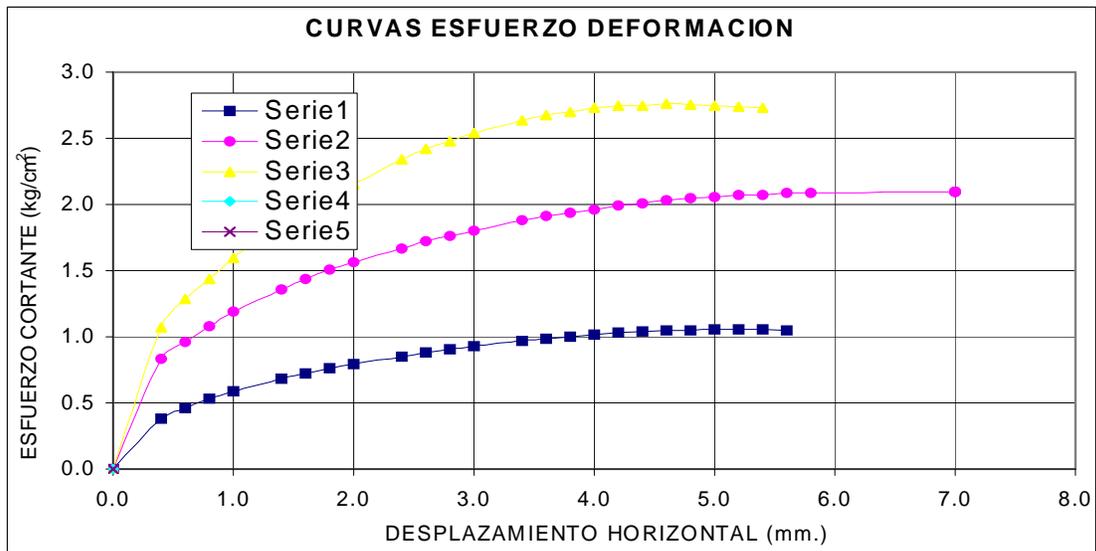
PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA M - 8

PROFUNDIDAD 1.60 m.

UBICACIÓN Caraveli Pueblo Joven

FECHA 20/08/2001



OBSERVACIONES: La muestra (alterada) fue puesta en el laboratorio por los intere

G. RESULTADO DE ENSAYOS DE DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO MECANICA DE SUELOS ENSAYO DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 2

PROFUNDIDAD : 1.40 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. Sn. Andres

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7021.00	7005.00	7019.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	1726.00	1710.00	1724.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.282	1.271	1.281

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.278 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7450.00	7456.00	7455.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2155.00	2161.00	2160.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.601	1.606	1.605

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.604 g/cm³
--	-------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO MECANICA DE SUELOS ENSAYO DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 1

PROFUNDIDAD : 0.20 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. Sn. Andres

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7399.00	7423.00	7405.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2104.00	2128.00	2110.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.563	1.581	1.568

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.571 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7871.00	7913.00	7918.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2576.00	2618.00	2623.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.914	1.945	1.949

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.936 g/cm³
--	-------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO MECANICA DE SUELOS ENSAYO DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 6

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7351.00	7368.00	7391.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2056.00	2073.00	2096.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.528	1.540	1.557

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.542 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7833.00	7848.00	7851.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2538.00	2553.00	2556.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.886	1.897	1.899

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.894 g/cm³
--	-------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA**

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 8

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : Caraveli Pueblo Joven

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	6948.00	6933.00	6944.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	1653.00	1638.00	1649.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.228	1.217	1.225

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.224 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7428.00	7426.00	7430.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2133.00	2131.00	2135.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.585	1.583	1.586

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.585 g/cm³
--	-------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA**

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 5

PROFUNDIDAD : 0.20 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7400.00	7356.00	7373.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2105.00	2061.00	2078.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.564	1.531	1.544

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.547 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7815.00	7822.00	7836.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2520.00	2527.00	2541.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.872	1.878	1.888

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.879 g/cm³
--	-------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO MECANICA DE SUELOS ENSAYO DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 7

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7438.00	7474.00	7465.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2143.00	2179.00	2170.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.592	1.619	1.612

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.608 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7919.00	7907.00	7911.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2624.00	2612.00	2616.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.950	1.941	1.944

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.945 g/cm³
--	-------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO MECANICA DE SUELOS ENSAYO DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 4

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Iglesia El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7052.00	7071.00	7077.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	1757.00	1776.00	1782.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.306	1.320	1.324

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.316 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7600.00	7623.00	7629.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2305.00	2328.00	2334.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.713	1.730	1.734

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.726 g/cm³
--	-------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO MECANICA DE SUELOS ENSAYO DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 3

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Iglesia El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	6723.00	6722.00	6723.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	1428.00	1427.00	1428.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.061	1.060	1.061

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.061 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	5295.00	5295.00	5295.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7241.00	7287.00	7274.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	1946.00	1992.00	1979.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.446	1.480	1.470

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.466 g/cm³
--	-------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados

H. RESULTADO DE ENSAYO GRANULOMETRICO

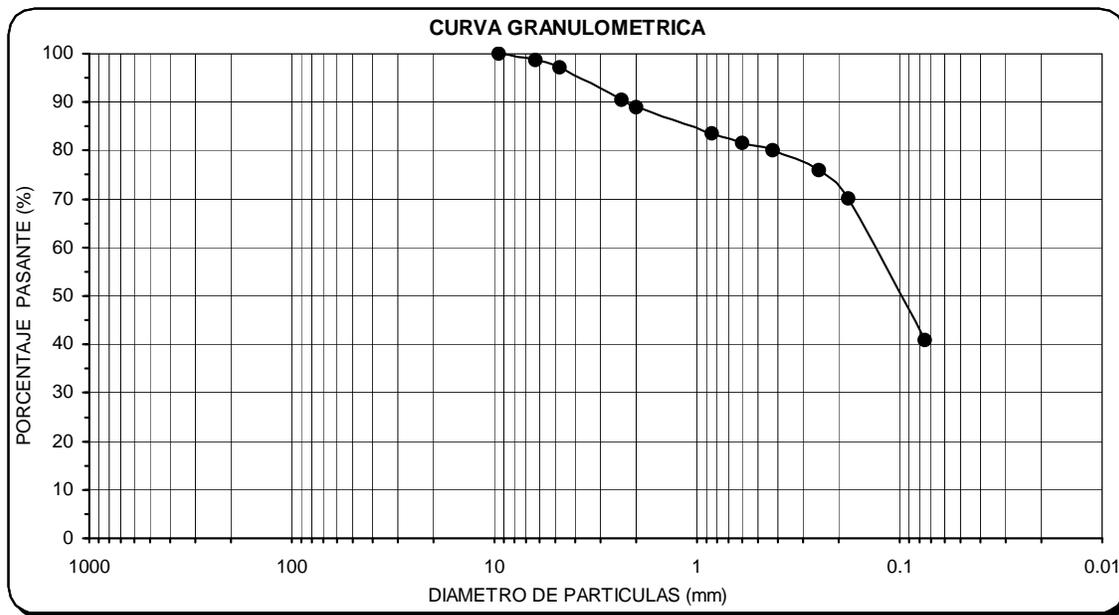


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO
 CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA
PROYECTO : Mapas de Peligros
MUESTRA : M - 2
PROFUNDIDAD : 1.40 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. Sn. Andres
FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes	
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.03 D ₃₀ 0.06 D ₅₀ 0.10 D ₆₀ 0.13 C _u 3.86 C _c 0.71	
2"	50.0				
1 1/2"	37.5				
1"	25.0				
3/4"	19.0				
1/2"	12.5				
3/8"	9.50		100.00		
1/4"	6.30	6.20	98.75		
N° 4	4.75	8.20	97.09		
N° 8	2.36	33.20	90.37		
N° 10	2.00	6.50	89.06	CLASIFICACION SUCS	
N° 20	0.850	26.90	83.62		
N° 30	0.600	9.80	81.64		
N° 40	0.425	7.50	80.12		
N° 60	0.250	20.90	75.89		
N° 80	0.180	29.00	70.03		
N° 200	0.075	143.50	41.01		
BANDEJA		202.80	0.00		
					SM
					ARENA LIMOSA



OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO**

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

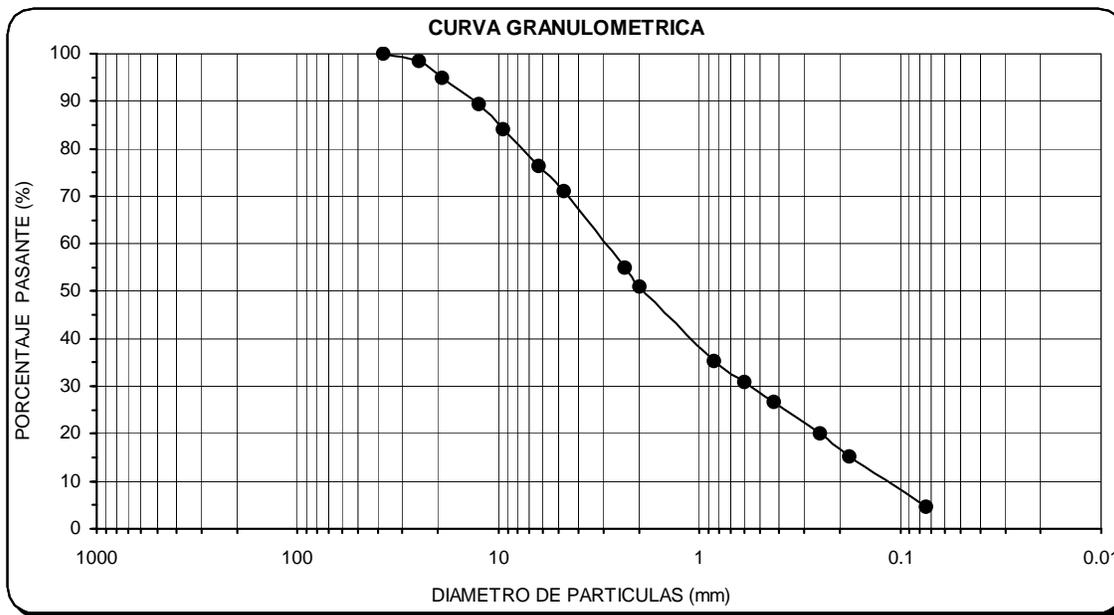
MUESTRA : M - 1

PROFUNDIDAD : 0.20 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. Sn. Andres

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.12 D ₃₀ 0.56 D ₅₀ 1.91 D ₆₀ 2.96 C _u 25.12 C _c 0.90
2"	50.0			
1 1/2"	37.5		100.00	
1"	25.0	57.70	98.37	
3/4"	19.0	124.60	94.84	
1/2"	12.5	190.10	89.46	
3/8"	9.50	185.60	84.20	
1/4"	6.30	279.20	76.30	
N° 4	4.75	187.40	70.99	
N° 8	2.36	112.00	55.08	
N° 10	2.00	28.80	50.98	CLASIFICACION SUCS SP ARENA POBREMENTE GRADUADA
N° 20	0.850	110.40	35.30	
N° 30	0.600	31.30	30.85	
N° 40	0.425	29.10	26.71	
N° 60	0.250	47.30	19.99	
N° 80	0.180	34.10	15.15	
N° 200	0.075	74.10	4.62	
BANDEJA		32.50	0.00	



OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

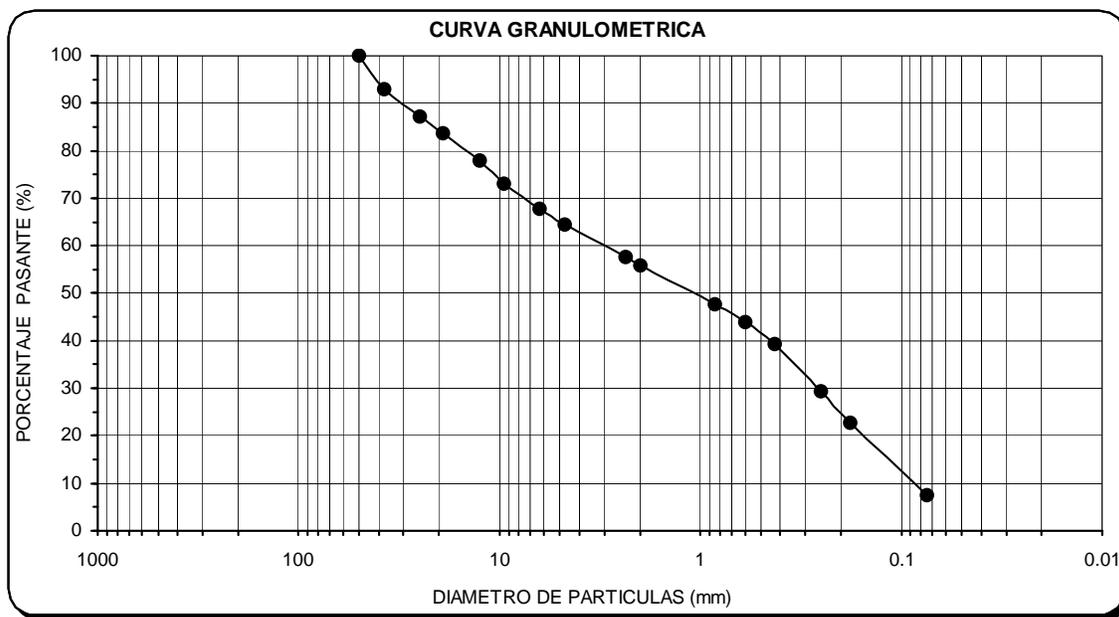
MUESTRA : M - 6

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.09 D ₃₀ 0.26 D ₅₀ 1.06 D ₆₀ 3.10 C _u 36.39 C _c 0.26
2"	50.0		100.00	
1 1/2"	37.5	233.30	93.03	
1"	25.0	198.60	87.10	
3/4"	19.0	113.50	83.70	
1/2"	12.5	196.30	77.84	
3/8"	9.50	160.20	73.05	
1/4"	6.30	174.40	67.84	
N° 4	4.75	115.80	64.38	
N° 8	2.36	52.40	57.61	
N° 10	2.00	13.40	55.87	
N° 20	0.850	63.50	47.66	
N° 30	0.600	28.50	43.97	
N° 40	0.425	35.40	39.40	
N° 60	0.250	78.10	29.29	
N° 80	0.180	51.50	22.63	
N° 200	0.075	116.20	7.60	
BANDEJA		58.80	0.00	
CLASIFICACION SUCS				
SP - SM				
ARENA POBREMENTE GRADUADA - ARENA LIMOSA				



OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO**

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

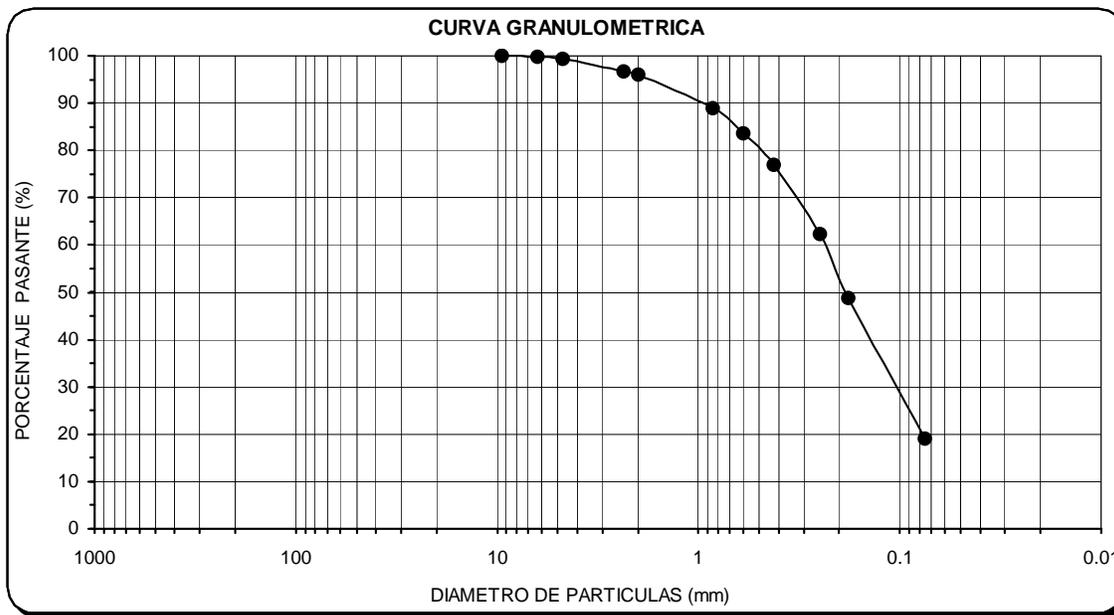
MUESTRA : M - 8

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : Caraveli Pueblo Joven

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.06 D ₃₀ 0.10 D ₅₀ 0.19 D ₆₀ 0.24 C _u 4.06 C _c 0.77
2"	50.0			
1 1/2"	37.5			
1"	25.0			
3/4"	19.0			
1/2"	12.5			
3/8"	9.50		100.00	
1/4"	6.30	1.60	99.68	
N° 4	4.75	1.90	99.29	
N° 8	2.36	13.20	96.64	
N° 10	2.00	3.60	95.91	CLASIFICACION SUCS
N° 20	0.850	34.80	88.90	
N° 30	0.600	26.40	83.58	
N° 40	0.425	33.00	76.93	
N° 60	0.250	72.40	62.35	
N° 80	0.180	67.60	48.73	
N° 200	0.075	146.80	19.16	
BANDEJA		95.10	0.00	
SM				
ARENA LIMOSA				



OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO**

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

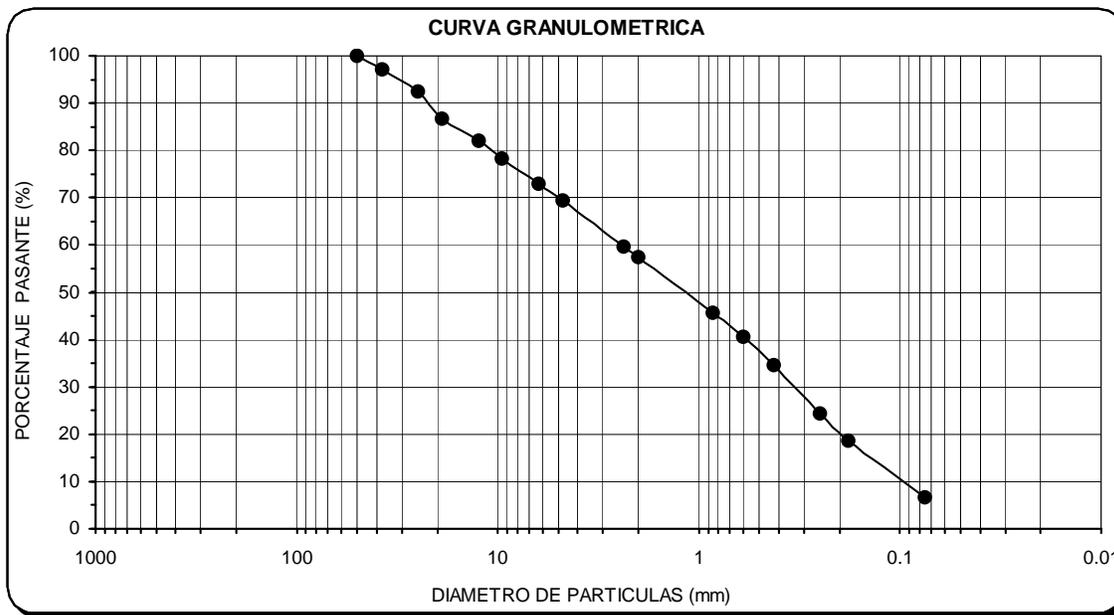
MUESTRA : M - 5

PROFUNDIDAD : 0.20 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.10 D ₃₀ 0.33 D ₅₀ 1.19 D ₆₀ 2.38 C _u 24.77 C _c 0.49
2"	50.0		100.00	
1 1/2"	37.5	100.90	97.20	
1"	25.0	170.90	92.46	
3/4"	19.0	209.70	86.65	
1/2"	12.5	168.20	81.99	
3/8"	9.50	136.90	78.19	
1/4"	6.30	190.30	72.92	
N° 4	4.75	127.30	69.39	
N° 8	2.36	69.60	59.63	
N° 10	2.00	15.60	57.44	
N° 20	0.850	84.50	45.59	
N° 30	0.600	36.50	40.47	
N° 40	0.425	42.30	34.54	
N° 60	0.250	72.40	24.39	
N° 80	0.180	40.50	18.71	
N° 200	0.075	85.90	6.66	
BANDEJA		47.50	0.00	
CLASIFICACION SUCS				
SP - SM				
ARENA POBREMENTE GRADUADA - ARENA LIMOSA				



OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO**

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

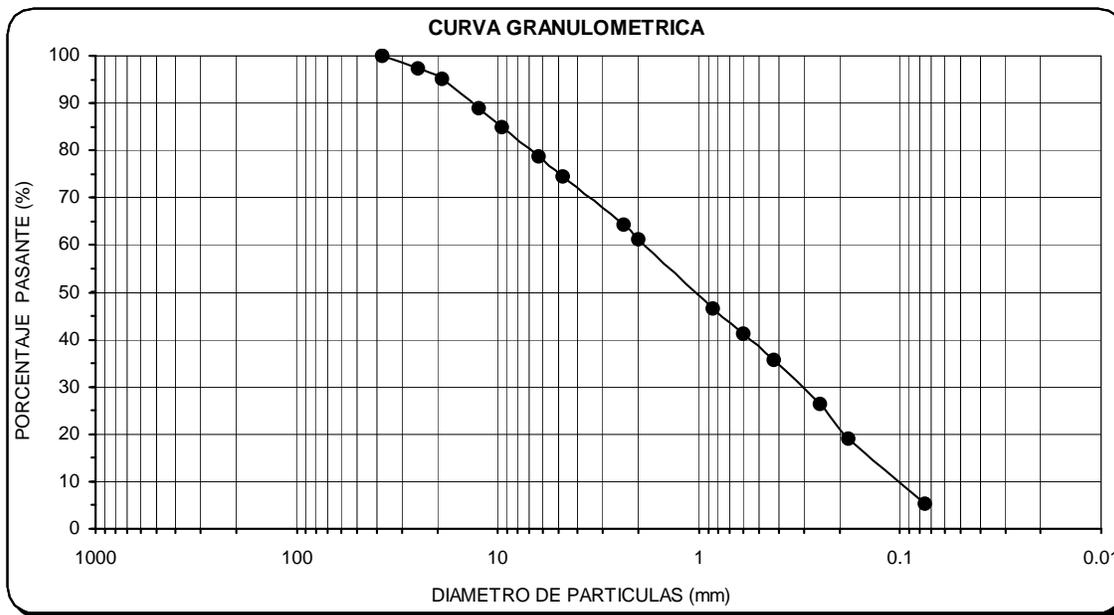
MUESTRA : M - 4

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Iglesia El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.10 D ₃₀ 0.31 D ₅₀ 1.05 D ₆₀ 1.86 C _u 18.37 C _c 0.50
2"	50.0			
1 1/2"	37.5		100.00	
1"	25.0	104.60	97.32	
3/4"	19.0	88.00	95.07	
1/2"	12.5	236.20	89.01	
3/8"	9.50	157.80	84.97	
1/4"	6.30	242.30	78.76	
N° 4	4.75	165.40	74.52	
N° 8	2.36	67.50	64.39	
N° 10	2.00	20.90	61.25	CLASIFICACION SUCS
N° 20	0.850	97.80	46.56	
N° 30	0.600	36.10	41.14	
N° 40	0.425	36.90	35.60	
N° 60	0.250	61.00	26.44	
N° 80	0.180	48.60	19.15	
N° 200	0.075	92.00	5.33	
BANDEJA		35.50	0.00	SP - SM ARENA POBREMENTE GRADUADA - ARENA LIMOSA



OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO**

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

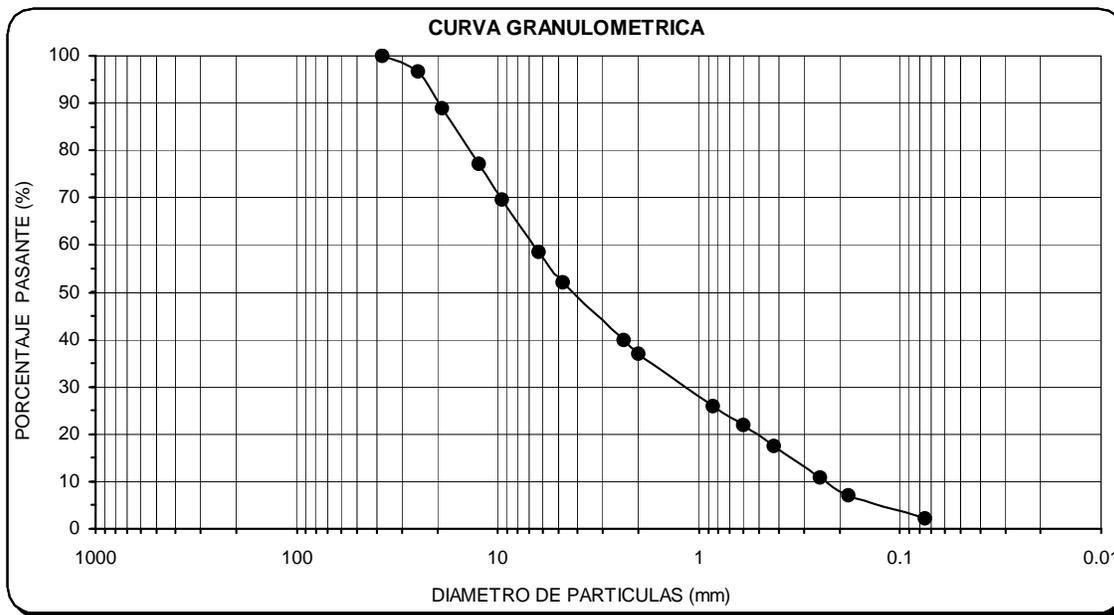
MUESTRA : M - 7

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.24 D ₃₀ 1.16 D ₅₀ 4.30 D ₆₀ 6.65 C _u 28.25 C _c 0.86
2"	50.0			
1 1/2"	37.5		100.00	
1"	25.0	147.40	96.58	
3/4"	19.0	332.10	88.88	
1/2"	12.5	505.30	77.16	
3/8"	9.50	327.90	69.55	
1/4"	6.30	473.60	58.56	
N° 4	4.75	280.90	52.05	
N° 8	2.36	115.60	39.96	
N° 10	2.00	27.50	37.08	CLASIFICACION SUCS SP ARENA POBREMENTE GRADUADA
N° 20	0.850	105.70	26.03	
N° 30	0.600	39.20	21.93	
N° 40	0.425	42.40	17.50	
N° 60	0.250	64.20	10.78	
N° 80	0.180	35.00	7.12	
N° 200	0.075	47.90	2.11	
BANDEJA		20.20	0.00	



OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO**

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

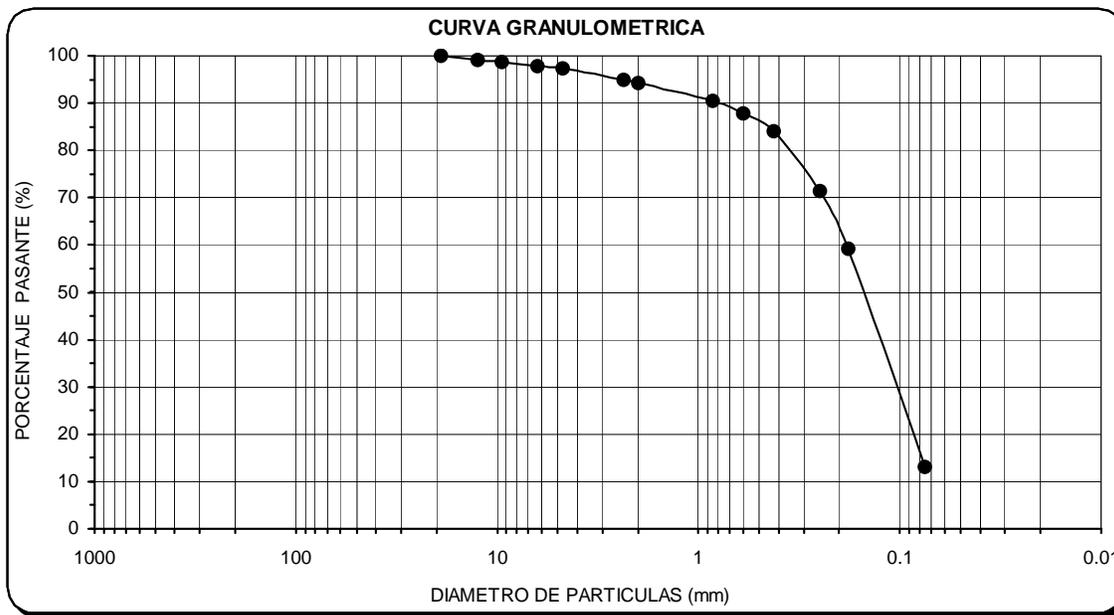
MUESTRA : M - 3

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Iglesia El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.07 D ₃₀ 0.10 D ₅₀ 0.15 D ₆₀ 0.18 C _u 2.60 C _c 0.80
2"	50.0			
1 1/2"	37.5			
1"	25.0			
3/4"	19.0		100.00	
1/2"	12.5	4.90	99.01	
3/8"	9.50	2.10	98.58	
1/4"	6.30	4.00	97.77	
N° 4	4.75	1.90	97.39	
N° 8	2.36	11.90	94.98	
N° 10	2.00	3.20	94.33	CLASIFICACION SUCS
N° 20	0.850	19.20	90.45	
N° 30	0.600	12.50	87.91	
N° 40	0.425	19.70	83.93	
N° 60	0.250	61.60	71.46	
N° 80	0.180	60.50	59.21	
N° 200	0.075	227.60	13.14	
BANDEJA		64.90	0.00	
SM				
ARENA LIMOSA				



OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados

I. RESULTADO DE ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 2

PROFUNDIDAD : 1.40 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. Sn. Andres

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1342.90	
Peso de la fiola + agua	(g)	1250.00	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coeficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.63	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.63
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 1

PROFUNDIDAD : 0.20 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. Sn. Andres

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1350.20	
Peso de la fiola + agua	(g)	1258.20	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coeficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.59	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.59
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 6

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1343.40	
Peso de la fiola + agua	(g)	1251.60	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coeficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.58	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.58
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 8

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : Caraveli Pueblo Joven

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1348.10	
Peso de la fiola + agua	(g)	1256.40	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coeficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.57	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.57
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 5

PROFUNDIDAD : 0.20 m.

UBICACIÓN : Caraveli A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1342.70	
Peso de la fiola + agua	(g)	1248.70	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coeficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.68	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.68
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 4

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Iglesia El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1347.10	
Peso de la fiola + agua	(g)	1254.50	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coeficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.61	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.61
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 7

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : A.H. El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1344.40	
Peso de la fiola + agua	(g)	1251.40	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coeficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.63	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.63
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 3

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Iglesia El Buen Paso

FECHA : 20/08/2001

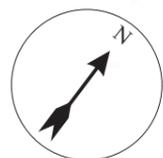
ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1350.20	
Peso de la fiola + agua	(g)	1257.70	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coeficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.61	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.61
--	-------------

OBSERVACIONES: La muestra fue puesta en el laboratorio por los interesados

J. LISTADO DE PLANOS

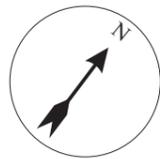
1. Plano de ubicación (Refracción Sísmica, Sondajes Eléctricos y Calicatas)
2. Plano Geotécnico de Caravelí
3. Plano de Inundaciones y activación de quebradas
4. Mapa de peligros de Caravelí



LEYENDA

- Refracción Sísmica
- Sondaje Eléctrico Vertical
- Calicatas

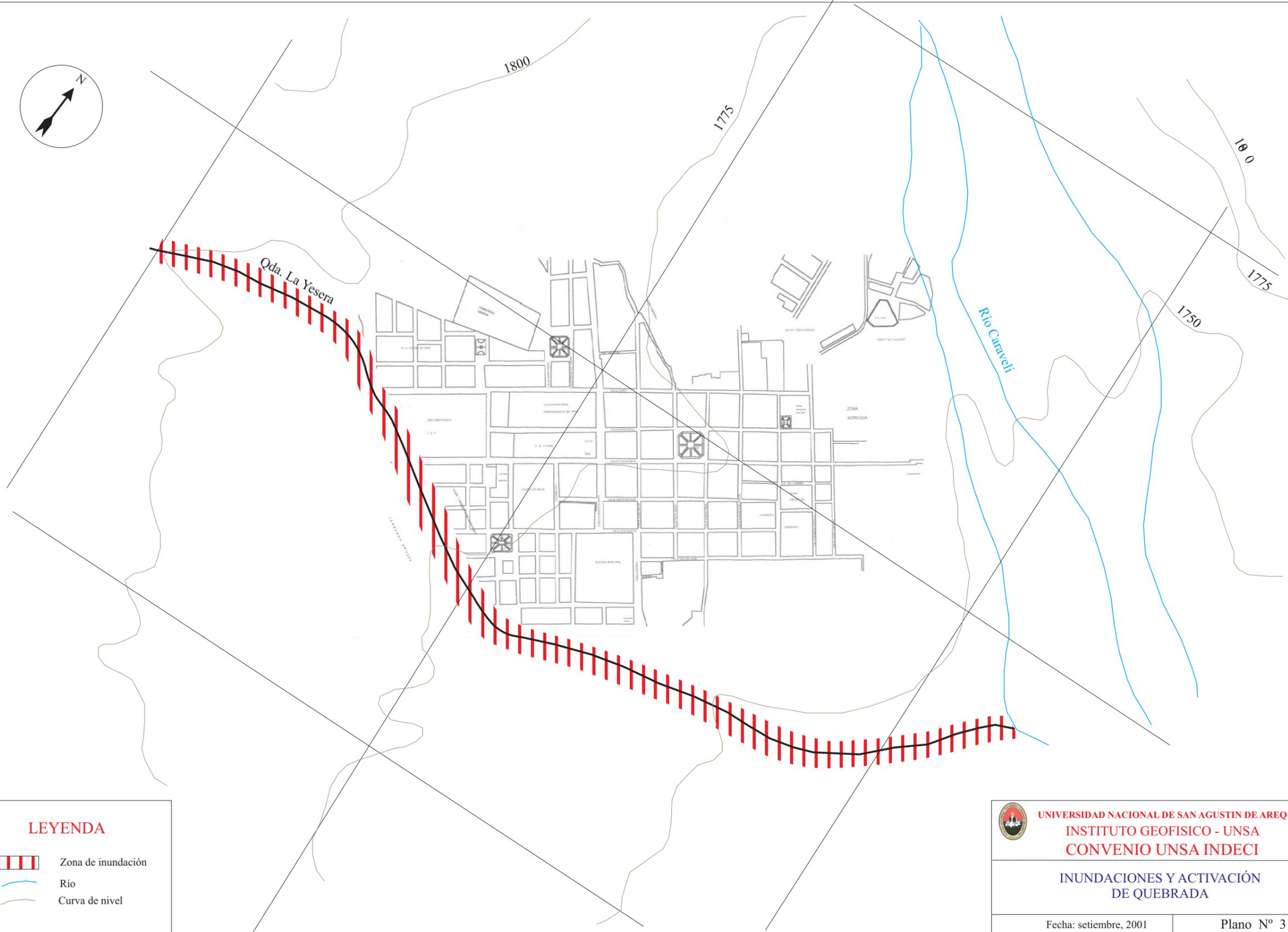
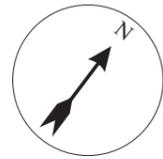
 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA INSTITUTO GEOFISICO - UNSA CONVENIO UNSA INDECI</p>		
<p>UBICACIÓN DE: REFRACCION SISMICA, SONDAJES ELECTRICO VERTICAL Y CALICATAS EN CARAVELI</p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Fecha: setiembre, 2001</td> <td style="border: none;">Plano N° 1</td> </tr> </table>	Fecha: setiembre, 2001	Plano N° 1
Fecha: setiembre, 2001	Plano N° 1	



LEYENDA

-  **Suelos tipo II**
-  **Suelos tipo III**

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA INSTITUTO GEOFISICO - UNSA CONVENIO UNSA INDECI
	PLANO GEOTECNICO DE CARAVELI
Fecha: setiembre, 2001	Plano. N° 2



LEYENDA

-  Zona de inundación
-  Río
-  Curva de nivel

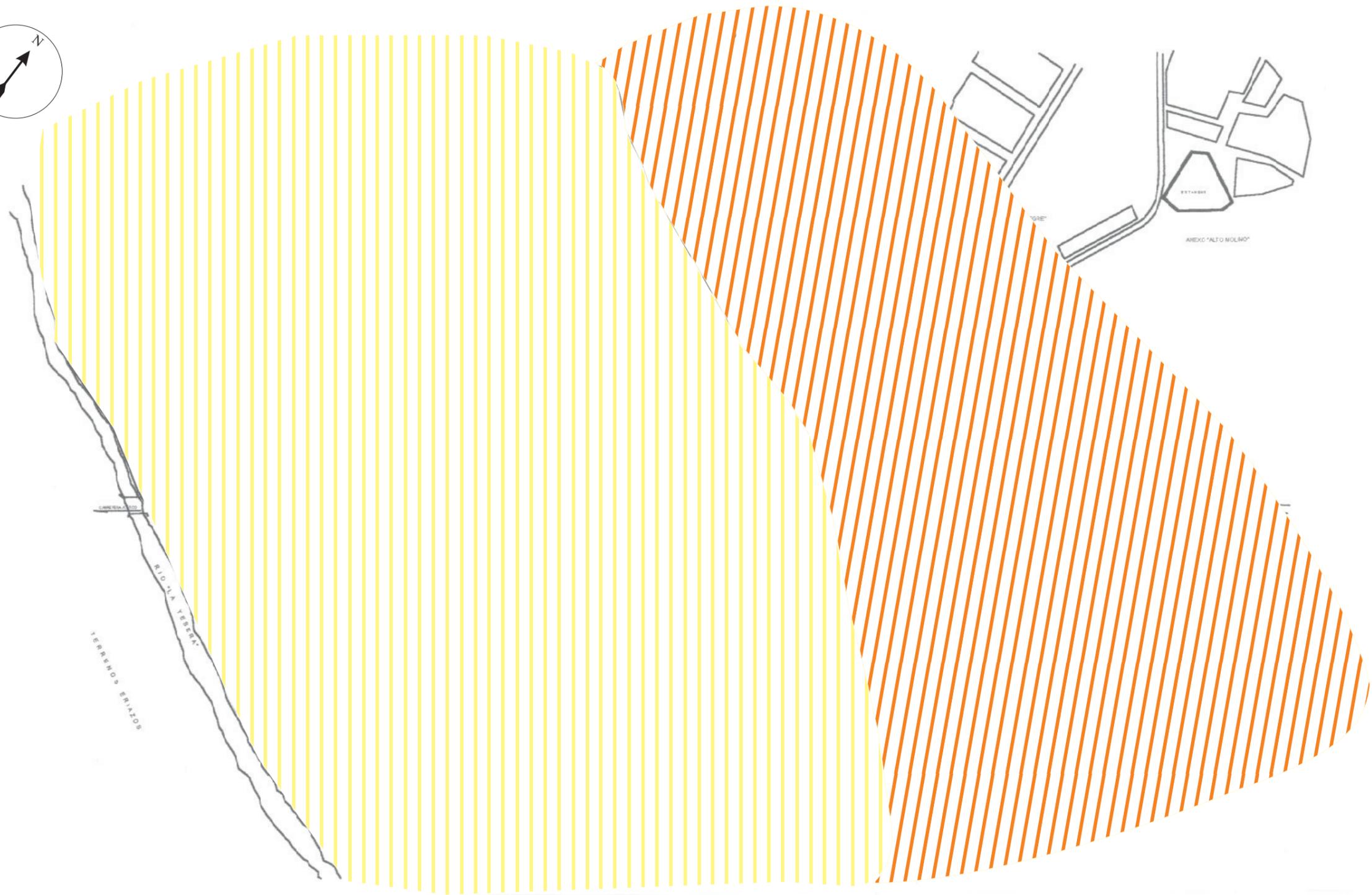
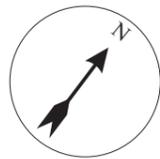


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFÍSICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

INUNDACIONES Y ACTIVACIÓN
DE QUEBRADA

Fecha: setiembre, 2001

Plano N° 3



LEYENDA



Peligro Medio



Peligroso



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

MAPA DE PELIGROS
DE CARAVELI

Fecha: setiembre, 2001

Plano. N° 4