



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

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



**EVALUACIÓN DE PELIGROS
DE CAMANA**

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 Lizárraga
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 ANTECEDENTES
- 1.2 OBJETIVOS
- 1.3 METODOLOGIA
 - 1.3.1 Trabajo bibliográfico
 - 1.3.2 Trabajo de campo
 - 1.3.3 Gabinete
 - 1.3.4 Base cartográfica

Capítulo II

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

- 2.1 ÁREA GEOGRÁFICA
- 2.2 ACCESIBILIDAD
- 2.3 FORMACIONES ECOLÓGICAS Y ZONAS DE VIDA
- 2.4 INFORMACIÓN SOCIO – DEMOGRÁFICO
 - 2.4.1 Características de la población
 - 2.4.2 Características de las viviendas
- 2.5 INFORMACION SOCIO-ECONÓMICO
 - 2.5.1 Infraestructura de transporte
 - 2.5.2 Puertos
 - 2.5.3 Aeródromo
- 2.6 INFRAESTRUCTURA AGRICOLA
 - 2.6.1 Número de productores y superficie de las unidades agropecuarias
 - 2.6.2 Condición jurídica del productor
 - 2.6.3 Características del productor agropecuario
 - 2.6.4 Profesión u oficio
- 2.7 ASPECTOS HIDROLOGICOS
 - 2.7.1 Recursos hídricos superficiales
 - 2.7.1.1 Río Camaná-Majes (Colca)

Capítulo III

3. GEOLOGIA

- 3.1 GEOGRAFIA
 - 3.1.1 Centros Poblados
 - 3.1.2 Clima
 - 3.1.3 Vegetación
 - 3.1.4 Recursos Naturales
- 3.2 GEOMORFOLOGIA
 - 3.2.1 Faja Litoral
 - 3.2.2 Cordillera de la Costa

Pág.

- 3.2.3 Penillanura de la Costa
- 3.2.4 Drenaje
- 3.3 ESTRATIGRAFIA
 - 3.3.1 Complejo basal de la costa
 - 3.3.2 Grupo Tarma
 - 3.3.3 Grupo Mitu
 - 3.3.4 Formación Camaná
 - 3.3.5 Formación Pisco
 - 3.3.6 Formación Moquegua
 - 3.3.7 Conglomerados Pleistoceno
 - 3.3.8 Terrazas Marinas
 - 3.3.9 Depósitos clásticos recientes

Capítulo IV

4. GEODINAMICA INTERNA

- 4.1 GENERALIDADES DE LA GEODINAMICA INTERNA
 - 4.1.1 Sismicidad
 - 4.1.1.1 Sismicidad Histórica
 - 4.1.1.2 Tectonismo de la Región Andina
 - 4.1.1.3 Análisis de la Sismicidad

Capítulo V

5. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

- 5.1 REFRACCION SISMICA
 - 5.1.1 Localidad de Pucchún
 - 5.1.2 Localidad de San Gregorio
 - 5.1.3 Juan Pablo Vizcardo y Guzmán
 - 5.1.4 Camaná
 - 5.1.5 Poblado de Deheza
- 5.2 ESTUDIOS DE RESISTIVIDAD GEOELECTRICA
 - 5.2.1 Interpretación geoelectrica de Pucchún
 - 5.2.2 Interpretación geoelectrica de San Gregorio (Camaná)
 - 5.2.3 Interpretación geoelectrica para ENACE
- 5.3 ESTUDIO GEOTECNICO
 - 5.3.1 Mecánica de Suelos
 - 5.3.2 Licuación de Suelos
 - 5.3.3 Tipos de Suelos
 - 5.3.3.1 Suelos Tipo I
 - 5.3.3.2 Suelos Tipo II
 - 5.3.3.3 Suelos Tipo III
 - 5.3.3.4 Suelos Tipo IV
- 5.4 MAPA DE PELIGROS
 - 5.4.1 Efectos por Tsunami
 - 5.4.2 Efectos por Inundaciones
 - 5.4.3 Efectos por Sismos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

- 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	
2. Mapa Geológico de la Ciudad de Camaná	
3. Isosistas del Sismo del 15 de enero de 1958	
4. Isosistas del Sismo del 13 de enero de 1960	
5. Isosistas del Sismo del 16 de febrero de 1979	
6. Isosistas del Terremoto del 23 de junio del 2001	
7. Mapa epicentral, período 1964-1998	
8. Mapa epicentral, Campañas Sísmicas: 1965, 1969, 1975-76 y 1985	
9. Secciones Sísmicas	
10. Registro del Tsunami	

LISTA DE CUADROS

	Pág.
1. N° de productores y superficie de Unid. Agrop., según región natural	
2. N° de productores y superficie de las Unid. Agrop., según provincia	
3. Condición jurídica de los productores agropecuarios, según provincia	
4. Nivel de educación alcanzado por los productores agropecuarios, según provincia	
5. Profesión u oficio de los productores agropecuarios individuales, según provincia	
6. Velocidades y espesores de Pucchún	
7. Velocidades y espesores de San Gregorio	
8. Velocidades y espesores de Juan Pablo Vizcardo y Guzmán	
9. Velocidades y espesores de Camaná	
10. Velocidades y espesores de Deheza	
11. Interpretación geoelectrica, Pucchún	
12. Interpretación geoelectrica, San Gregorio	
13. Interpretación geoelectrica, ENACE	
14. Lugares de observación de los efectos del Tsunami	

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 Camaná 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 edificaciones y terrenos de cultivos actividad fundamental en la economía de Camaná. Todo ello permitirá diseñar el Plan de Usos del Suelo y un Plan de Prevención y Mitigación ante la ocurrencia de fenómenos naturales.

Camaná se encuentra asentada dentro de la faja litoral, en la margen izquierda del río, forma una extensa zona plana ocupada por sectores urbanos rodeados de extensas áreas agrícolas desde las cercanías del mar hasta los afloramientos rocosos.

Para el presente estudio se ha verificado los trabajos geológicos 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.

Los suelos por sectores tienen características peculiares, dependiendo de su ubicación en el valle, pero en general son arenosos y su parte superficial son suelos de cultivo, mientras que en otros sectores son de origen proluvial y marinos, la profundidad del nivel freático es variable por las condiciones geológicas y por el tipo de cultivo, tal es así que en la época de la siembra del arroz este nivel se eleva.

Podríamos precisar que los suelos en Camaná por sus características pueden considerarse como suelos medianamente competentes, esto es coincidente con el nivel de daños registrados en el último sismo del 23 de junio. Debemos considerar que los procesos constructivos utilizados en Camaná son aceptables.

Los mayores efectos registrados a consecuencia del tsunami es el sector de Puchún, Deheza y los balnearios de La Punta, El Chorro, Cerrillos y la Cuevas.

Por efecto del movimiento sísmico se han registrado algunos daños en las viviendas, particularmente por su antigüedad. En el sector de J.P. Vizcardo y Guzmán los daños se correlacionan por las condiciones del suelo, adicionalmente este sector esta expuesto a la activación de la quebrada.

Las laderas que circundan Camaná son relativamente estables, sin embargo los sectores con pendientes pronunciadas deben ser evitados para futuras expansiones.

Los daños registrados en las viviendas en Camaná, en su totalidad son en construcciones de adobe, las de material noble han soportado el sismo del 23 de junio, notándose efectos menores.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El presente estudio tiene como meta contribuir a la identificación y conocimiento de los fenómenos que pueden afectar la seguridad física y poblacional del Valle de Camaná. Particularmente orientado a la geodinámica externa como las inundaciones, erosión de suelos y elevación del nivel freático y a la geodinámica interna como los tsunamis, deslizamientos, licuación de suelos y amplificación de ondas sísmicas.

El poblado de Camaná 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 alcanzó el grado 8 en la Escala Modificada de Mercalli en algunas localidades del Sur del Perú, como es el caso de Camaná.

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 al valle son los de 1725, 1821, 1960, 1979 y 2001, que además destruyeron algunas ciudades y poblados del Sur del Perú. Por consiguiente, en Camaná los esfuerzos se centrará en los fenómenos de inundaciones, y los efectos por la ocurrencia de sismos, para determinar con precisión los peligros que la amenazan y ponen en riesgo la seguridad física de las viviendas y de los terrenos de cultivos.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos del mapa de peligros son:

- Identificación de la estratigrafía de Camaná a base de 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, que se encuentran expuestas a la amenaza de: sismos, tsunami e inundaciones.

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 que comprende este trabajo se encuentra en la costa Sur del Perú (Fig. 1, Foto 1). El presente estudio abarca el poblado de Camaná, San Gregorio, Pucchún, Deheza, los balnearios y otros.

Para el presente estudio se ha considerado las tierras agrícolas, en vista que es la actividad primordial de Camaná y por los graves daños registrados por el tsunami del 23 de junio.

2.2 ACCESIBILIDAD

En términos generales el área no dispone de una red vial necesaria para su recorrido, a excepción de la carretera Panamericana Sur, complementada por trochas mayormente sin afirmar, algunas de las cuales se hallan prácticamente abandonadas o su mantenimiento es parcial y generalmente esporádico, tales como el tramo antiguo de la carretera Panamericana, que pasa por los cerros Las Lomas y el Barro y la vía que conduce hacia Quilca, que es la más transitada.

2.3 FORMACIONES ECOLÓGICAS Y ZONAS DE VIDA

El relieve es plano y accidentado a los flancos del valle 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

Según el último Censo Poblacional la distribución en la provincia es de 14 971 habitantes en el distrito de Camaná, 1 869 en Mariano Nicolás Valcárcel, 4 122 en Mariscal Cáceres, 4 640 en Ocoña, 3 561 en José María Quimper, 5 728 en Nicolás de Piérola, 9 494 en Samuel Pastor, 1 176 en Quilca. Camaná tiene una densidad poblacional de 1 282,86 h/km². En esta provincia la actividad principal es la agricultura.

2.4.2 Características de las viviendas

Las viviendas en los poblados pequeños del Valle de Camaná, son edificaciones de adobe y de quincha, a raíz del sismo del 23 de junio algunos de ellos sufrieron daños,

en la localidad de Camaná los daños han sido moderados por las condiciones de su suelo y fundamentalmente por las construcciones de material noble.

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 asfaltadas, afirmadas y trochas que comunican los pueblos del Valle de Camaná. La Panamericana Sur es la vía principal que une a esta ciudad con otras.

2.5.2 Puertos

En el litoral del área de estudio existe la Caleta de Quilca, en el pasado tenía una importancia en el desarrollo económico de Arequipa, en la actualidad es utilizado como centro de acopio de productos hidrobiológicos fundamentalmente de pesca artesanal.

2.5.3 Aeródromo

La ciudad de Camaná cuenta con una pista de aterrizaje para aeronaves pequeñas, que se encuentra operativa y que en la actualidad en uno de sus sectores cobija a los damnificados del tsunami del 23 de junio.

2.6 INFRAESTRUCTURA AGRICOLA

En el área de estudio la actividad principal es la agricultura, la fuente hídrica proviene de las aguas que discurren en el río Camaná, sin embargo existen algunas limitaciones en su uso por la falta de infraestructura adecuada. Por consiguiente para incrementar urgentemente la productividad del valle es necesario la ejecución de programas alternativos 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.

**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	
	Nº	%	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 AGROPECUARIO, 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).

**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	
	Nº	%	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
CAMANA	3177	100.0	9736.70	100.0
MENOS DE 3.0	2105	66.3	2668.22	27.4
DE 3.0 A 9.9	943	29.7	4636.31	47.6
DE 10.0 A 49.9	124	3.9	1874.60	19.3
DE 50.0 Y MÁS	5	0.1	557.57	5.7

*/ 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

En **Camaná**, las personas naturales tienen la mayor parte de la superficie agropecuaria provincial; en las restantes, la mayor parte de la tierra está concentrada en personas jurídicas y básicamente en comunidades campesinas: 15 comunidades campesinas poseen el 82,8 % de la superficie agropecuaria provincial en Arequipa.

**CONDICION JURIDICA DE LOS PRODUCTORES
AGROPECUARIOS, SEGUN PROVINCIA**

PROVINCIA Y CONDICION JURIDICA	PRODUCTORES */		SUPERFICIE	
	N°	%	Has	%
TOTAL	44316	100.0	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
CAMANA	3177	100.0	9736.71	100.0
PERSONA NATURAL	3139	98.8	9583.02	98.4
SOCIEDAD DE HECHO	31	1.0	77.11	0.8
SOCIEDAD ANONIMA	3	0.1	39.86	0.4
OTRA	4	0.1	36.72	0.4

*/ 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 Características del productor agropecuario

El 52,5 % de los productores agropecuarios tienen nivel de educación primaria y el 25,1 % estudiaron secundaria, siendo muy bajos los porcentajes correspondientes a los que cursaron superior no universitaria (2,9 %) y superior universitaria (8,1%). De otro lado, es apreciable el porcentaje (10,3 %) de los que no tienen nivel alguno de educación formal.

**CUADRO N° 4
NIVEL DE EDUCACION ALCANZADO POR LOS PRODUCTORES
AGROPECUARIOS INDIVIDUALES, SEGUN PROVINCIA**

PROVINCIA Y NIVEL DE EDUCACION ALCANZADO	PRODUCTORES */	
	N°	%
CAMANA	3170	100,0
NINGUN NIVEL	183	5,8
PRIMARIA	1699	53,6
SECUNDARIA	879	27,7
SUPERIOR NO UNIVERSITARIA	144	4,6
SUPERIOR UNIVERSITARIA	242	7,6
NO ESPECIFICADO	23	0,7

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

FUENTE: INEI - III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO, 1994.

2.6.4 Profesión u Oficio

Los productores agropecuarios individuales de Arequipa tienen diferentes

profesiones u oficios. El 83,9 % tienen oficios manuales, principalmente, son agricultores y ganaderos. Del resto cabe mencionar, a los técnicos de mando medio (2,4 %) y los que tienen formación profesional (5,7 %). En Camaná se tiene el 86 % correspondiente a oficios manuales, agricultores y ganaderos.

CUADRO N° 5
PROFESION U OFICIO DE LOS PRODUCTORES AGROPECUARIOS
INDIVIDUALES, SEGUN PROVINCIA

PROVINCIA Y POFESION U OFICIO	PRODUCTORES */	
	N°	%
CAMANA	3170	100,0
PROFESIONALES	160	5,1
TECNICOS	108	3,4
OFICIOS	2725	86,0
COMERCIANTES	29	0,9
SIN PROFESION U OFICIOS	68	2,1
NO ESPECIFICADO	80	2,5

*/ 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 en 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 Camaná-Majes (Colca)

Es uno de los de mayor recorrido en la vertiente occidental de los Andes Peruanos, sus nacientes están en el cerro Yanasalla, al NE del departamento de Arequipa. En sus inicios sigue una dirección SE-NO, atravesando las pampas de Acucullo, Lacayacunca y Colca. En el sector superior recibe como afluente mayor al río Negrillo; aguas abajo las del río Acopunco y a partir de aquí cambia de rumbo a S-SO hasta Chivay, donde cambia nuevamente de dirección a E-O, formando un importante valle agrícola entre Chivay y la confluencia del Colca con el río Huaro Rumi. Después forma un largo y profundo cañón que sigue una dirección NE-SO, hasta la confluencia con el río Andamayo donde una vez más cambia a N-S, denominándosele río Majes hasta cerca de su desembocadura donde toma el nombre de río Camaná.

Su cuenca es de aproximadamente 17 180 Km², es la de mayor superficie de la Vertiente Pacífica, su longitud es de 397 Km, con pendiente promedio de 1,2 %. Tiene forma ensanchada en su sector superior y alargada en el inferior. Su escurrimiento superficial se debe principalmente a la precipitación estacional que ocurre en su cuenca alta. Los registros de descarga media esta entre 32,3 m³/s y 174,6 m³/s mensuales. Los valores más altos, se registran entre febrero y abril

(máximos en marzo), con un promedio mensual de $138,25 \text{ m}^3/\text{s}$ que representa el 50,8 % de la descarga anual. Los valores más bajos, en estiaje, corresponden al período setiembre y noviembre con un promedio mensual de $29,43 \text{ m}^3/\text{s}$.

CAPITULO III

GEOLOGIA

3.1 Geografía

3.1.1 Centros Poblados

El principal centro poblado lo constituye la ciudad de Camaná (capital de la provincia del mismo nombre) situada en la margen izquierda del río del mismo nombre, cerca de su desembocadura en el Océano Pacífico. Aparte de éste, existen pequeños poblados tales como: San Gregorio, El Cardo, Huancapuy y las haciendas de Pucchún y San José. Asimismo, existen algunas haciendas en el Valle de Camaná, como son las de Palcan, Pisques, Characta y Pampata, que constituyen núcleos habitados solamente por pocas personas,

3.1.2 Clima

No habiendo observatorios meteorológicos dentro del área, no es posible tener datos exactos sobre las variaciones de los diferentes fenómenos meteorológicos que condicionan el clima local. Pero de todos modos, se puede anotar que en rasgos generales es muy similar al que se presenta a lo largo de la Costa del país constituyendo, por tanto, una zona desierta con escasas precipitaciones pluviales y marcadas variaciones térmicas entre el verano y el invierno.

Además, especialmente durante el invierno, se originan frecuentemente neblinas que cubren la Cordillera de la Costa e invaden hasta la zona de las pampas costaneras.

3.1.3 Vegetación

La vegetación de carácter permanente se desarrolla a lo largo del valle de Camaná, donde existen importantes terrenos cultivados especialmente con arroz, frejoles, cebolla y otros.

En las quebradas donde los riachuelos se hacen presentes sólo en épocas de lluvias, o en lugares donde las plantas pueden aprovechar las aguas del subsuelo, se presenta una vegetación esporádica y escasas tal como en las quebradas de Jahuay, Toldo, Corrales, Velásquez, Rodrigo y Lomas, constituida por arbustos, pequeños árboles de raíz profunda y hierbas.

En la Cordillera de la Costa, hasta una altura de 600 á 800 m.s.n.m., se desarrolla una vegetación característica, que en los meses de invierno y hasta el inicio del verano forma las “lomas” con gran variedad de líquenes, plantas herbáceas y algunos arbustos. Por último, las pampas costaneras están prácticamente desprovistas de vegetación.

3.1.4 Recursos Naturales

Entre los recursos con que cuenta la región, los del orden agropecuario son los más importantes, y ellos están restringidos al valle de Camaná, que es donde está concentrada la mayor actividad agrícola del área. Los cultivos más generalizados en

dicho valle son los de pan llevar como el arroz y frejoles, aunque en la actualidad por su productividad y calidad se ha difundido la siembra de la cebolla.

El área cultivada en Camaná tiene una extensión de 4,500 Has., las que están irrigadas totalmente por el río del mismo nombre; pero es necesario indicar que debido al sistema de regadío y en parte al excedente del caudal de dicho río, frecuentemente se inundan diferentes lugares, lo que a su vez es corroborado por la falta de un drenaje adecuado y las aguas de infiltración. Este caso hace que el nivel freático en la ciudad se eleve considerablemente, sobre todo en la época de la siembra del arroz.

La ganadería es relativamente escasa y consiste principalmente en la crianza de ganado equino, caprino y vacuno. En los períodos de invierno, cuando las lomas se encuentran cubiertas de vegetación, los rebaños son trasladados a estos lugares para aprovechar los pastos naturales. Aunque es notorio los cambios ocurridos últimamente en las condiciones climatológicas, por ello no es posible observar con frecuencia la existencia de los pastos naturales.

También, cabe indicar la actividad de la pesca del camarón en el río Camaná, aunque en escala moderada.

La ciudad de Camaná y sus alrededores cuentan con pozos para el consumo de agua potable; que están en servicio abasteciendo las necesidades de los habitantes de dicha ciudad; los otros se encuentran en los pequeños poblados de San Gregorio, El Cardo, San José y la Pampa. Además de los ya mencionados, en algunos fundos existen pequeños pozos para el servicio doméstico y ganadero, aparte de las aguas del río Camaná que son utilizadas por las familias que viven cerca al cauce.

En el valle de Camaná no existe problema de agua con fines agrícolas, ya que el río cubre en exceso toda demanda; no así en las pampas que se encuentran en la penillanura costanera, cuya irrigación constituye un problema fundamentalmente económico.

3.2 GEOMORFOLOGIA

Dentro del área hay tres unidades geomorfológicas principales con una orientación NO-SE., a las que se han denominado: Faja Litoral, Cordillera de la Costa y Penillanura costanera.

3.2.1 Faja Litoral

Se ha designado así a una faja de terreno que se extiende entre el litoral y el pie de la cadena costanera hasta una altura de 500 m.s.n.m.; su ancho varía desde unos cuantos cientos de metros hasta más de 8,000 m.

Dentro de esta unidad se distingue la ribera marina, las terrazas que forman las pampas del litoral, y los conos deyección.

La ribera marina se encuentra orientada de Noroeste a Sureste. El ancho de playa varía desde 5 m., hasta más de 300 m. en la parte central. En los extremos Sureste y Noroeste, dicha ribera ofrece playas estrechas con acantilados de más de 100 m. de altura labrados en la formación Camaná, el litoral de ésta zona se caracteriza por un perfil de contorno irregular.

La parte central, comprendida entre la pampa Jahuay al Noroeste y los Cerrillos al Sureste de Camaná, presenta la forma de un arco, con una línea de playa uniforme.

Las terrazas y los conos deyectivos presentan una topografía suave con una pendiente hacia el Océano Pacífico, moderada en las primeras y más acentuadas en los segundos, siendo el más importante el cono deyeectivo del río Camaná.

Dicho cono deyeectivo constituye una planicie que partiendo de San Gregorio aguas abajo, se va ensanchando progresivamente adoptando en conjunto una forma triangular, cuyos extremos ribereños, ubicados a inmediaciones de la hacienda Pucchún y La Punta, están separados 12 Km. aproximadamente.

Este abanico aluvial desde su inicio al Norte de San Gregorio, con una cota aproximada de 45 m.s.n.m. desciende con una gradiente topográfica bastante suave, cuyo promedio es del orden de 1 a 0.5%.

También, existen zonas alejadas unos cientos de metros de la ribera marina y aún en lugares próximos a la ciudad de Camaná, que tienen una altura próxima o aún más baja que el nivel del mar, sitios donde en ciertas épocas del año aflora el agua subterránea, originando grandes aniegos.

3.2.2 Cordillera de la Costa

Con este nombre se conoce a un conjunto montañoso que se extiende con una orientación general de Noroeste a Sureste, muy próximo al litoral y en algunos tramos llega a formar parte de él. Alcanza elevaciones que llegan hasta los 1,280 m.s.n.m., con un ancho comprendido entre 15 y 25 Km.

El flanco Oriental de esta cordillera posee laderas suaves, mientras que el Occidental las tiene algo escarpadas. Topográficamente presenta formas redondeadas, dando en conjunto un aspecto ondulado y suavemente disectado; a excepción de las "Lomas", donde se advierte a manera de espolones alargados y algo aplanados.

3.2.3 Penillanura Costanera

Al Norte de la Cordillera de la Costa se extienden unos terrenos llanos, a suavemente ondulados, casi horizontales o levemente inclinados hacia el Oeste, a los cuales se les conoce con la denominación de "Pampas", y que en conjunto constituyen una penillanura, a la que se le ha calificado de costanera por su ubicación geográfica.

Esta unidad geomorfológica tiene un ancho superior a los 50 Km. y una elevación promedio que fluctúa entre los 1000 a 1,800 m.s.n.m., existiendo ciertas prominencias tal como el cerro Cono Cono que llega hasta los 2,400 m.s.n.m.

Esta superficie es conocida en la región como la Pampa de Majes, que en realidad viene a ser un conjunto de pampas cortadas por quebradas secas, anchas y de fondo plano. Estas quebradas son relativamente poco profundas o muy superficiales, teniendo un recorrido casi recto las primeras y divagante las segundas.

3.2.4 Drenaje

El río Camaná es el único de caudal permanente, el resto en su totalidad son quebradas secas, aunque en las partes altas e intermedias de algunas de ellas se advierten afloramientos de agua en forma intermitente a las que se les denomina aguadas tales como las de Manga, Jahuay, El Toro, Molles y Velásquez.

El drenaje del área tiene un control principalmente, litológico más que estructural, dando un patrón de tipo subparalelo bastante definido, con una dirección aproximada de Norte a Sur. A las quebradas principales se unen un sin número de pequeñas quebradas con fuerte gradiente y orientadas preferentemente con un rumbo Noroeste – Suroeste.

El río Camaná es uno de los principales de la Costa peruana, por tanto posee un régimen permanente y gran caudal, habiendo labrado un valle profundo y en partes encañonado. Desde sus nacientes toma diferentes nombres hasta llegar a un lugar muy próximo a la Hacienda Palo Parado, a partir de donde se le conoce como río Camaná, y se dirige con un rumbo general hacia el Suroeste hasta su desembocadura en el mar.

De acuerdo con los datos de la Dirección de Aguas del Ministerio de Agricultura las descargas del río Camaná arrojan un volumen promedio anual de 1'864,000 metros cúbicos. Con una descarga de 492,798 metros cúbicos y la descarga mínima de 61,857 metros cúbicos.

3.3 ESTRATIGRAFIA

Los afloramientos encontrados en la región están representados por rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas que en conjunto alcanzan un espesor mayor de 4158 m. (Fig. 2)

3.3.1 Complejo basal de la costa

Denominado así por E. Bellido y S. Narváez (1961) constituyen un conjunto de rocas heterogéneas tanto metamórficas como intrusivas, que forman un macizo orientado de NO a SE.

Este complejo abarca una gran extensión en el área, a manera de una faja sin solución de continuidad, muy próxima y casi paralela al litoral; constituido fundamentalmente por gneis, diorita y granito rojo, hallándose el primero en el lado Oriental y el segundo en el lado Occidental de la Cordillera de la Costa; por tanto, el contacto sigue una orientación similar a la del eje principal de dicha Cordillera.

La relación entre ambas unidades no siempre es clara y definida, existiendo frecuentemente entre ellas una zona de transición. Así, en una quebrada al Oeste del cerro Colorado, se observa una zona de más de 1 Km. de ancho donde la textura porfídica del granito rojo va desapareciendo para convertirse en equigranular algo similar a la del gneis, iniciándose a su vez un leve bandeamiento. Este mismo fenómeno, pero con menor intensidad, puede verse en la carretera Panamericana a la altura de la quebrada El Toro, así como en otros lugares del contacto gneis-granito rojo.

Gneis.- Regionalmente los afloramientos del gneis pueden distinguirse de los del granito rojo por su morfología, debido a su comportamiento frente a los agentes erosivos, lo que ha dado lugar a zonas más agrestes, suavizadas en parte por los depósitos cuaternarios que las cubren. Sus mejores exposiciones se presentan en el valle de Camaná, en la quebrada Puluviñas, Jahuay y otros.

Diorita Gnésica.-En el área materia de este informe se ha encontrado una diorita gnésica con afloramientos de dimensiones reducidas, ubicados en el valle de Camaná y en la parte Noroeste del Complejo basal, pasando hasta el cuadrángulo vecino de Ocoña. Además, existe otro muy pequeño, por lo cual no figura en el mapa, emplazado a la entrada de la quebrada Jahuay, el cual se encuentra muy erosionado, y cuyo contacto con el granito rojo no es muy bien definido, ofreciendo una zona migmatítica.

En general, estos afloramientos son de color gris oscuro a gris verdoso con una textura granular (gruesa a media). Tienen un aspecto bandeado semejante al de los gneis, aunque no tan conspicuo, distinguiéndose sus constituyentes a simple vista.

Uno de los afloramientos más amplios, aunque en forma discontinua, se encuentra al Norte de San Gregorio llegando a formar parte de los flancos del valle del Camaná, unidad a la que se le ha denominado diorita de san Gregorio.

Granito Rojo.- Este granito constituye la intrusión más joven dentro del Complejo basal, sus afloramientos no sólo se ven en valles y quebradas, sino también en las partes altas de la Cordillera de la Costa. Sus mejores exposiciones quedan representadas en el valle de Camaná y la quebrada Jahuay, formando profundos cañones de paredes verticales que sobrepasan los 1,000 y 600 mts. de profundidad respectivamente.

3.3.2 Grupo Tarma

Este nombre originalmente fue dado por Dumbar y Newell (1946) y se ha designado así a un conjunto de sedimentos cuyos afloramientos se hallan restringidos a una pequeña zona al Noroeste de la ciudad de Camaná, a lo largo de la quebrada. La Chira y sus afluentes principales; así como al pie de los cerros Loma y la Caleta, formando acantilados.

Descansan en discordancia angular sobre el Complejo basal, y su contacto superior es discordante con el grupo Mitu. Además, también soportan a la formación Camaná en discordancia angular muy marcada y en parte se hallan cubiertos por depósitos clásticos del Cuaternario reciente.

En la quebrada La Chira, la parte superior está constituida por una secuencia de arenisca grises de grano medio a grueso, en capas bien definidas y bastante meteorizadas que se intercalan con horizontes de conglomerados finos. Los elementos de estos conglomerados están constituidos por gneis, granito rojo, volcánicos de naturaleza andesítica y sedimentos donde predominan las cuarcitas, regularmente redondeadas. La parte inferior es lutítica, con algunas capas delgadas de areniscas grises de grano fino y estratos calizos de color gris amarillento con contenidos fosilíferos.

3.3.3 Grupo Mitu

Los afloramientos de este grupo constituyen las partes medias y bajas de los flancos de una serie de pequeñas quebradas sin nombres, ubicadas al Norte de los cerros Loma de la Caleta y al Norte de Tinoyo prolongándose hasta la hoja de Ocoña. Dichos afloramientos aparecen expuestos en forma discontinua a manera de una faja longitudinal con una orientación Noroeste-Sureste.

Este grupo descansa en discordancia leve sobre el grupo Tarma y soporta en discordancia angular a la formación Camaná, estando a su vez cubierto en gran parte por depósitos del Cuaternario reciente.

La litología observada, en la generalidad de los casos, consiste de lutitas arenosas brunas en estratos delgados, con areniscas arcillosas gris verdosas areniscas arcólicas de grano medio a grueso y areniscas cuarzosas; finalmente, en la parte inferior conglomerados gruesos y finos. Además, dentro de esta secuencia se presentan Sills de naturaleza andesítica con una textura afanítica.

Los conglomerados están constituidos por elementos de volcánicos andesíticos de color gris morado, cuarcitas, granito rojo y gneis, bastante redondeados y en una matriz arenosa de grano grueso y una coloración variable, predominando el gris verdoso y el chocolate. El tamaño de los rodados fluctúa entre 5 a 15 cms. de diámetro y ocasionalmente es mayor de 30 cm.

Por lo general, las capas presentan buena estratificación con grosores que varían entre 0.20 a 1.50 m., siendo las conglomerádicas las de mayor grosor, pues llegan a más de 3 m., dando lugar a pequeñas escarpas. En las partes superiores, principalmente en las areniscas, se observa una leve ondulación y estratificación cruzada.

3.3.4 Formación Camaná

El nombre de esta formación fue introducido por M. Rivera V. (1959) al designar así a un conjunto de sedimentos marinos que forman parte de los afloramientos que se discuten en el presente informe. Dichos afloramientos se encuentran en el flanco Occidental de la Cordillera de la Costa, sobre una extensa plataforma de abrasión, extendiéndose en forma continua desde la ribera marina hasta unos 16 Km. tierra adentro, prolongándose a su vez a los cuadrángulos vecinos de Ocoña y Mollendo.

Esta formación, tanto al Noroeste como el sureste de Camaná, forma acantilados con más de 100 m. de altura, continuando dentro del continente a manera de pequeñas colinas a terrazas de erosión en algunos casos.

La formación Camaná tiene su contacto inferior en discordancia angular con el grupo Mitu, y soporta con aparente concordancia a la formación Pisco.

En general, la formación Camaná se encuentra muy poco perturbada, mostrando en ciertas zonas pequeñas fallas o simplemente monoclinales de relativa amplitud, tal como se observa en los flancos Sureste y Noroeste de los cerros Cruceros y San Jacinto respectivamente, ubicados en la quebrada del Toro y la ciudad de Camaná, cuyos afloramientos se encuentran en las partes medias y bajas del flanco Oeste de la Cadena costanera, cubriendo mayormente a rocas del Complejo basal y en menor grado a las rocas del paleozoico superior.

La formación Camaná está constituida por capas subhorizontales de areniscas de grano fino a grueso y color amarillo claro, en las que se intercalan areniscas, limolitas y lutitas calcáreas de color claro o amarillo rojizo y arcosas de color gris claro amarillento. También, dentro de dicha secuencia litológica se intercalan horizontes lenticulares de conglomerados finos a medios y capas o lentes delgadas de coquinas y microcoquinas.

Esta formación contiene yeso irregularmente distribuido a manera de capitas o venillas y es muy fosilífera.

3.3.5 Formación Pisco

Nombre dado por J. Adams (1906) y posteriormente en la hoja de Ocoña (S. Mendivil y W. Castillo, 1960) se infiere la existencia de dicha formación, constituyendo así los afloramientos más meridionales identificados hasta esa fecha, los cuales se presentan debajo del miembro superior de la formación Moquegua. Esta formación yace casi concordante sobre la formación Camaná y esta cubierta con débil discordancia angular por terrazas marinas cerca al litoral.

En su contacto inferior la formación se torna más sefítica que la infrayacente y hacia arriba los materiales volcánicos se van incrementando.

Los depósitos que se consideran como pertenecientes a la formación Pisco se encuentran principalmente en los cerros San Cristobal, San Jacinto, La salinas, partes altas de la quebrada Chirote y en la quebrada Bandurría, lugar éste donde se ha medido la sección.

3.3.6 Formación Moquegua

Esta formación fue estudiada por J. Adams (1906) en el valle de Moquegua, de donde proviene su nombre; más tarde G. Steinmann (1930) la subdividió en dos miembros.

La formación Moquegua está compuesta por depósitos clásticos de distribución regional, los cuales se han acumulado a lo largo de una depresión de considerable amplitud comprendida entre las estribaciones occidentales de los Andes y la

Cordillera de la Costa. Sus afloramientos reconocidos y divulgados comienzan aproximadamente desde el paralelo 15° 15' de latitud Sur y se prolonga aún en territorio chileno.

Tanto regional como localmente, esta formación presenta un carácter estructural y morfológico que la hace fácilmente diferenciable de las formaciones con las que se relaciona, desde que sus estructuras son simples, generalmente carentes de pliegues así como fallas notables y su morfología es bastante llana.

La formación Moquegua ha sido reconocida sólo en el cuadrángulo de la Yesera y en el se encuentran representados los dos miembros, estando el superior ampliamente expuestos en una gran extensión, mientras que el miembro inferior aflora únicamente en el extremo Norte de dicha hoja.

Esta formación constituye un conjunto litológico de composición muy variada tanto vertical como lateralmente, ofreciéndose generalmente en capas y lentes irregulares, factores estos se evidencian su origen continental en el que debió predominar copiosas lluvias y una erosión muy acentuada, capaces de arrancar y acarrear la enorme cantidad de materiales que constituyen esta unidad; lapso en el cual hubo también una actividad volcánica subaérea, cuyos depósitos, en parte, fueron posteriormente transportados por las aguas.

3.3.7 Conglomerados Pleistoceno

Cubriendo grandes extensiones de la penillanura Costanera, se han encontrado una serie de depósitos de gran propagación con un grosor que supera los 150 mts. , como puede observarse en el valle de Majes (Hoja de Aplao),

Estos depósitos están compuestos de conglomerados y gravas intercaladas con capas y lentes de arenas, arcillas, tufos y cenizas, semiconsolidados e imperfectamente clasificados, con una estratificación irregular y una posición casi horizontal.

Los conglomerados están formados por elementos poligénicos, redondeados y subredondeados de dimensiones muy variadas, predominando los de un diámetro comprendido entre 5 y 20 cm. Dichos rodados son de granito, granodiorita, diorita, gneis, cuarcita, riolita, traquita y otros, distribuidos en una matriz arenosa.

El máximo grosor encontrado en una de las quebradas que corre por la Pampa de Viento ha sido de 50 mts. aproximadamente, donde la litología en la parte superior consiste de conglomerados con elementos bien redondeados en una matriz arenosa y algo suelta; luego existen otros conglomerados que únicamente varían en el tamaño de sus rodados; y finalmente, en la base se presentan capas de arcillas grises y lentes de arenas algo tufáceas y poco cementadas.

Estos depósitos yacen sobre la formación Moquegua superior y el volcánico Sencca con aparente concordancia en algunos casos, estando cubiertos por capas eólicas y aluviales recientes, entre los cuales los límites no siempre son bien definidos, dado la semejanza de su textura y constituyentes.

3.3.8 Terrazas Marinas

En el cuadrángulo de Camaná las terrazas marinas se encuentran bordeando el litoral a diferentes alturas sobre el nivel del mar, habiéndoseles considerado en 3 unidades, a las cuales se les ha denominado terrazas marinas de Camaná, Ocoña y recientes.

Los sedimentos que constituyen las terrazas marinas de Camaná, se encuentran ubicados sobre los 200 m.s.n.m., y por tanto, de acuerdo a su altitud, son las más antiguas. Se les ha denominado así por ser el valle de Camaná donde se encuentran sus mejores exposiciones.

Estas terrazas han sido observadas en Loma Punta Gorda, pampa del Morrengo y en la quebrada Velásquez a 2 Km. más o menos del litoral, yaciendo con leve discordancia angular sobre la formación Camaná. Más hacia el Sur los afloramientos se encuentran a niveles más bajos y se acercan más a la línea de playa, llegando a constituir acantilados.

Otros afloramientos pequeños se ven en la carretera a Quilca, los cuales no han sido mapeados por ser de extensión muy pequeña. Están constituidos por capas de conglomerados arenosos en matriz calcárea.

Las terrazas marinas de Ocoña (S. Mendivil y W. Castillo, 1960) se hallan más o menos sobre los 50 m.s.n.m. y son más restringidas que las anteriores. La mejor exposición se encuentra en Loma de la Caleta continuando aún dentro del cuadrángulo de Ocoña. Reposan sobre la formación Camaná y están cubiertas por clásticos recientes con un grosor que se ha estimado en más de 60 m.

Estas terrazas están constituidas por arenas gris claras, lentes de conglomerados medianos en una matriz areno – calcárea y restos de conchas en acumulaciones aisladas.

Las terrazas recientes se hallan bordeando el litoral, desde el lugar llamado la Boca, margen derecha de la desembocadura del río Camaná hasta 1 Km. al Norte de la quebrada Jahuay, prolongándose, tierra adentro, hasta el pie de las escarpas labradas en la formación Camaná. Existen dos terrazas escalonadas y suavemente inclinadas hacia el mar.

Estas terrazas recientes están constituidas por arenas con lentes de conglomerados de naturaleza y dimensiones muy variadas, habiéndose encontrado en la terraza más elevada pequeñas acumulaciones de conchas, las cuales poseen una coloración semejante a las actuales. La terraza más alta tiene una elevación inferior a las 20 m.s.n.m., con un ancho variable entre 600 y 2,000 m. Y un grosor que se le considera poco importante, aunque no se le ha observado, debido a la cubierta superficial de arenas eólicas y material de pie de monte.

Por último, la terraza más baja y próxima al litoral llega hasta una altura de 3 a 5 m.s.n.m., encontrándose bien conservada y constituida en su mayor parte por arenas y gravas de textura variable con una extensión de más o menos 300 m. tierra adentro.

3.3.9 Depósitos clásticos recientes

Bajo esta denominación se han considerado los depósitos aluviales, eluviales, fluviales, de playa y eólicos, que cubren a las formaciones más antiguas, habiéndose representado en los mapas solamente las áreas donde ocurren en grosores y extensiones considerables.

Los depósitos aluviales son los más extensos y posiblemente los más viejos dentro de los clásticos recientes que se presentan en los cuadrángulos de Camaná y La Yesera. Conforman planicies a manera de terrazas en algunos valles, o abanicos deyectivos compuestos por arcillas, arenas, cenizas, conglomerados y gravas en matriz arenosa, cuyo grosor va desde algunos centímetros hasta más de una decena de metros.

También, los depósitos aluviales se encuentran a lo largo de las laderas y quebradas de la Cordillera de la Costa, constituidos por acumulaciones de materiales heterogéneos sin estratificación y con una distribución caótica de sus elementos, llegándose a presentar bloques de dimensiones considerables dentro de una matriz areno-arcillosa.

En el valle de Camaná se encuentran las terrazas más amplias con una estratificación irregular y grosor variable, formando planicies que son aprovechadas para la agricultura. La mayor de estas terrazas está ubicada en la margen izquierda del río Camaná con un largo superior a los 5 Km. y un ancho de más de 1 Km., hallándose en ella la hacienda Pampata. Más al Noroeste existe otra terraza donde se han desarrollado las haciendas Characta, Pisques y Salhuani, cuyas dimensiones sobrepasan los 6 Km. de largo con más de 500 m. de ancho. En las quebradas de Jahuay, Velásquez y Rodrigo se encuentra también este tipo de terrazas, pero con menor extensión que las anteriores, las cuales no se utilizan por falta de agua.

Cabe mencionar también dentro de este tipo de depósitos, aquellas que se han acumulado en la desembocadura de los ríos formando grandes abanicos aluviales, tales como los de Jahuay, Chiroteo y Posto Ruiz, siendo uno de los principales el de la desembocadura del río Camaná.

Los depósitos eluviales aparecen expuestos principalmente en las lomas de la Cordillera de la Costa. Presentan una coloración variable de acuerdo a las rocas de donde derivan, así se tiene que son rojizas las que provienen de las rocas del Complejo basal y grises verdosos los que proceden de las rocas el carbonífero superior, tal como puede apreciarse en los cerros de La Caleta, Tinoyo y otros al Norte de la quebrada La Chira. Su grosor que varía desde algunos centímetros hasta 5 m. o más, puede apreciarse en el corte de la antigua carretera a Camaná en los cerros Alto El Barro.

Los depósitos fluviales mejor desarrollados se encuentran ubicados en las márgenes del río Camaná, existiendo otros de menor volumen en las quebradas de Agua Blanca, Torrentera de Cosos, La Caleta, Jahuay, Velásquez y Rodrigo. Estos depósitos constituyen terrazas fluviales formadas por conglomerados y gravas de textura y composición variable mezclados con arenas y arcillas.

Los depósitos eólicos tienen una amplia distribución aunque muy escaso grosor, los cuales están constituidos por arenas, cenizas y polvos de color variado, ubicados en las partes altas de las Lomas, flanco Occidental de la Cordillera de la costa y en la penillanura costanera.

En las pampas adyacentes al litoral y al pie de la cadena costanera existen depósitos eólicos en capas irregulares o formando pequeñas dunas. Buenos ejemplos de ellos existen en las pampas Jahuay, Santa Elizabeth, Piedra del Huevo y en las faldas de los cerros Loma de Pochoca, Loma Caleta, así como en las laderas de la quebrada Jahuay.

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 obscureció el cielo de la Ciudad de Arequipa, según el relato del Padre Bartolomé Descaurt. Se desplomaron todos los edificios con excepción de los m s 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 más 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 $3,500 \text{ Km}^2$, 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), este movimiento causó daños de diversa magnitud en todas las viviendas construidas a base de sillar, resistiendo sólo los inmuebles construidos después de 1940, (Fig. 3)

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 Chincha 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. 4). 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. 5)

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. 6](#).

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 considerada 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 Isopacas 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 representada en las Figuras 7 y 8, 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 8, a diferencia de la Figura 7, 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. 9) 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

En la localidad de Camaná se realizaron 14 perfiles de refracción sísmica ver ([Anexo J, Plano 1](#))

5.1.1 Localidad de Pucchún

En esta zona se realizó un perfil sísmico (calle panamericana octava cuadra), determinándose tres estructuras, la primera tiene una velocidad de 277.78m/seg. con un espesor de 3.09m. que correspondería a material poco consolidado, la segunda estructura presenta una velocidad de 622.64m/seg. con un espesor de 5.18m., subyaciendo a esta estructura tenemos una velocidad de 1250.00m/seg. Todo esto se correlaciona con la Formación Camaná, consistente en areniscas de grano fino a grueso, con intercalaciones de limolitas y lutitas en capas subhorizontales, existiendo además lentes de conglomerados. Estos suelos son moderadamente estables. En la localidad de Huacapuy tenemos los mismos suelos con características similares, ([Fotos 2 y 3](#))

CUADRO 6

VELOCIDADES Y ESPESORES DE PUCCHUN

PRS	CAPA1		CAPA 2		CAPA3		TOTAL
	V ₁ (m/seg)	Z ₁ (m)	V ₂ (m/seg)	Z ₂ (m)	V ₃ (m/seg)	Z ₃ (m)	ΣZ(m)
1	277.78	3.09	622.64	5.18	1250		8.27

PRS. Perfil de Refracción Sísmica

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

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

ΣZ Sumatoria de los espesores

- Conclusiones

Los suelos donde se encuentra ubicado el poblado de Pucchún, son relativamente estables, son terrazas de origen marino con cierta consolidación que es compatible con las velocidades sísmicas encontradas.

5.1.2 Localidad de San Gregorio

En esta localidad se efectuaron dos perfiles de refracción sísmica (calle Jacinto Pastor cuadra quince y cuarta cuadra de Mariano Melgar), llegando a determinarse tres estructuras. En el primer perfil sísmico tenemos una velocidad de 485.71m/seg. con un espesor de 2.02m. que correspondería a un material arenoso, el segundo horizonte

tiene una velocidad de 818.18m/seg. que guardaría relación con un material gravo arenoso correspondiente a un depósito proluvial y subyaciendo a esta estructura tenemos una velocidad de 1250.00m/seg. que probablemente se correlacionaría con material conglomerádico.

En el segundo perfil sísmico, se tiene una velocidad de 571.14m/seg. con un espesor de 3.45m que guarda relación con el material del perfil anterior, la segunda estructura tiene una velocidad de 1608.70m/seg. y un espesor de 9.06m. que correspondería a conglomerados medianamente compactados y la tercera estructura tiene una velocidad de 1975.00m/seg. que correspondería al mismo material pero algo más compacto.

CUADRO 7
VELOCIDADES Y ESPESORES DE SAN GREGORIO

PRS	CAPA1		CAPA 2		CAPA3		TOTAL
	V ₁ (m/seg)	Z ₁ (m)	V ₂ (m/seg)	Z ₂ (m)	V ₃ (m/seg)	Z ₃ (m)	ΣZ(m)
2	485.71	2.02	818.18	15.47	1250.00		17.49
3	571.14	3.45	1608.70	9.06	1975.00		12.51

PRS. Perfil de Refracción Sísmica

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

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

ΣZ Sumatoria de los espesores

- Conclusiones

Son suelos estables correspondiente a depósitos proluviales a aluvionales, que en su parte superior no están consolidados, conformados por gravas y horizontes de arenas medianamente densas, las gravas esta compuesto de clastos subredondeados en matriz areno limosa. A consecuencia del terremoto del 23 de junio en la localidad de

San Gregorio se han registrado daños leves en algunas viviendas. Por consiguiente podríamos catalogar el suelo de este sector como estables.

5.1.3 Juan Pablo Vizcardo y Guzmán

En esta zona se realizó un perfil sísmico, encontrándose tres horizontes, el primero con una velocidad de 333.33m/seg. y un espesor de 1.19m que correspondería a un suelo de relleno, el segundo horizonte presenta una velocidad de 530.61 con un espesor de 3.07m. que se correlacionaría con una arenisca de color rojiza y subyaciendo a este horizonte tenemos el mismo material pero más compacto que el horizonte anterior con una velocidad de 806.45m/seg.

CUADRO 8
VELOCIDADES Y ESPEORES DE JUAN PABLO VIZCARDO Y GUZMAN

PRS	CAPA 1		CAPA 2		CAPA 3		TOTAL
	V ₁ (m/seg)	Z ₁ (m)	V ₂ (m/seg)	Z ₂ (m)	V ₃ (m/seg)	Z ₃ (m)	ΣZ(m)
4	333.33	1.19	530.61	3.07	806.45		4.26

PRS. Perfil de Refracción Sísmica

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

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

ΣZ Sumatoria de los espesores

- Conclusiones

Los suelos superficiales corresponden a un relleno de baja velocidad por su poca consolidación, de allí que se observa daños en las viviendas por problemas de asentamientos. La parte inferior corresponde a una arenisca algo rojiza proveniente de la disgregación de los intrusivos, estos tienen un buen nivel de compactación, sin embargo la presencia del agua la hace muy deleznable. Algunos habitantes de la zona han utilizado esta cualidad de la roca para la construcción de sus viviendas.

5.1.4 Camaná

En esta zona se realizaron 09 perfiles de refracción sísmica, tres de ellos se ubicaron en la parte posterior de ENACE (perfiles sísmicos 5, 6 y 7), determinándose dos a tres estructuras, la primera tiene velocidades de 416.67m/seg. a 459.02m/seg. con espesores de 0.25m a 6.80m. que correspondería a arenas, limos y material orgánico poco compacto, la segunda estructura ha sido determinada en el perfil sísmico 5 y constituye la primera estructura del perfil 6, que guardaría relación con el mismo material pero con cierto contenido de agua y subyaciendo a este horizonte se ha determinado una estructura con velocidades de 1250.00m/seg. a 2272.73m/seg. que se correlacionaría con suelos de material más grueso y compacto.

El perfil sísmico 8, ha sido ubicado en la Plaza Feria (Prolongación Navarrete-cancha deportiva vieja), determinándose dos estructuras, la primera presenta una velocidad de 521.74m/seg. que correspondería a suelo agrícola en su parte superior con arena, subyaciendo a esta estructura tenemos una velocidad de 1081.63m/seg. cuya diferencia radicaría que el suelo se encuentra saturado de agua.

Los perfiles sísmicos 9 y 10 se realizaron muy próximos, encontrándose dos horizontes refractores, el primero con una velocidad de 185.71m/seg. a 386.67m/seg. que correspondería a material fino y limoso poco consolidado, por debajo de este

horizonte tenemos una velocidad entre 1150.00m/seg. a 1470.59m/seg. que guardaría relación con material más grueso y saturado de agua.

El perfil sísmico 11 se encuentra ubicado en el Jr. Moquegua, donde se determinaron tres estructuras la primera tiene una velocidad de 440.00m/seg. con un espesor de 0.20m. que guardaría relación con materiales poco consolidado, la segunda estructura tiene un espesor de 3.78m. con una velocidad de 607.14m/seg. que correspondería a materiales finos algo más compacta con presencia de agua, subyaciendo a esta estructura tenemos una velocidad de 2416.63m/seg. probablemente corresponda a materiales más densos y que podría correlacionar con algún tipo de conglomerado.

En la Urb. San Francisco Mz. C-4, se efectuó un perfil sísmico determinándose dos estructuras, la primera tiene una velocidad de 281.69m/seg. con un espesor de 3.80m. que correspondería a suelo agrícola con arenas finas, subyaciendo a esta estructura tendríamos probablemente a un material areno gravoso con agua, alcanza una velocidad de 1052.63m/seg.

Frente al colegio Sebastián Barranca se realizó un perfil sísmico (13), encontrándose dos horizontes refractores, el primero tiene una velocidad de 273.97m/seg. y un espesor de 2.23m. que correspondería a suelo agrícola con material orgánico y el segundo horizonte presenta una velocidad de 2047.62m/seg. que guarda relación con materiales más densos saturados con agua.

CUADRO 9
VELOCIDADES Y ESPESORES DE CAMANA

PRS.	CAPA1		CAPA 2		CAPA3		TOTAL ΣZ(m)
	V ₁ (m/seg)	Z ₁ (m)	V ₂ (m/seg)	Z ₂ (m)	V ₃ (m/seg)	Z ₃ (m)	
5	416.67	0.25	689.66	11.69	2272.73		11.94
6	681.82	8.78	1517.24				8.78
7	459.02	6.80	1250.00				6.80
8	521.74	6.37	1081.63				6.37
9	185.71	1.02	1150.00				1.02
10	386.67	2.10	1470.59				2.10
11	440.00	0.20	607.14	3.78	2416.63		3.98
12	281.69	3.80	1052.63				3.80
13	273.97	2.23	2047.62				2.23

PRS. Perfil de Refracción Sísmica

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

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

ΣZ Sumatoria de los espesores

- Conclusiones

Los suelos de Camaná son depósitos aluviales, constituidos fundamentalmente por limos, arcillas, gravas y arenas, son suelos poco consolidados y de buena permeabilidad que permiten la filtración de las aguas del río Camaná. En su parte

superior el suelo es predominantemente fino compuesto por arcillas y limos de baja plasticidad. En relación al sismo del 23 de junio, los daños en las viviendas no han sido de mucha consideración

5.1.5 Poblado de Deheza

En este sector se realizó un perfil sísmico (14), determinándose dos estructuras, la primera con un espesor de 2.00m. y una velocidad de 294.12m/seg. que correspondería a suelo agrícola limoso y subyaciendo a esta estructura tenemos una velocidad de 1312.50m/seg. que guardaría relación con materiales ligeramente compactos saturados de agua.

CUADRO 10
VELOCIDADES Y ESPEORES DE DEHEZA

PRS	CAPA1		CAPA 2		CAPA3		TOTAL
	V ₁ (m/seg)	Z ₁ (m)	V ₂ (m/seg)	Z ₂ (m)	V ₃ (m/seg)	Z ₃ (m)	ΣZ(m)
14	294.12	2.00	1312.50				2.00

PRS. Perfil de Refracción Sísmica
 V₁, V₂,... Velocidad de los diferentes horizontes
 Z₁, Z₂,... Espesores de los diferentes horizontes
 ΣZ Sumatoria de los espesores

- Conclusiones

Las velocidades sísmicas obtenidas reflejan el grado de la calidad de los suelos, son inestables, consisten en limos y arenas, con un nivel freático muy próximo a la superficie; algunas viviendas han sufrido daños con el sismo.

5.2 ESTUDIOS DE RESISTIVIDAD GEOELECTRICA.

En la localidad de Camaná se han realizado 03 sondeos eléctricos verticales (SEV), los que se describen a continuación:

5.2.1 Interpretación geoelectrica de Pucchún

En el siguiente cuadro se observa los valores de resistividad y espesores de los diferentes horizontes de la zona.

CUADRO 11
PUCCHUN

SEV	H ₁		H ₂	
	R ₁	E ₁	R ₂	E ₂
01	83	9.8	8	---

H₁ = Horizonte Geoeléctrico
 R₁ = Resistividad Verdadera
 E₁ = Espesor

Descripción de los horizontes geoeléctricos determinados en la zona de Pucchun

Horizonte H1.- Presenta resistividad de 83 Ohmios-metro y un espesor de 9.8 metros, está constituido por areniscas de grano fino y grueso de la formación Camaná con intercalaciones de limolitas y presentan capas de yeso y caliche, con presencia de poca humedad.

Horizonte H2.- Presenta valor de 8 Ohmios-metro de resistividad, y un espesor indeterminado, lo que indica su gran potencia, debe correlacionarse con la formación Camaná, constituido por materiales permeables. Por sus bajos valores de resistividad debe actuar como un acuífero y con alto contenido de sales minerales, estos valores determinados tienen total correspondencia con los terrenos de cultivo.

La columna geoeléctrica obtenida se observa en el [Anexo C, Fig. 1](#)

5.2.2 Interpretación geoeléctrica de San Gregorio (Camaná)

En el siguiente cuadro se observa los valores de resistividad y espesores de los diferentes horizontes de San Gregorio.

**CUADRO 12
SAN GREGORIO**

S E V	Coordenadas Geográficas (UTM)	H ₁		H ₂		H ₃		H ₄	
		R ₁	E ₁	R ₂	E ₂	R ₃	E ₃	R ₄	E ₄
02	0743776 8166424	55	0.9	179	8.6	59	77.9	468	-----

H₁ = Horizonte Geoeléctrico
 R₁ = Resistividad Verdadera
 E₁ = Espesor

Descripción de los horizontes geoeléctricos determinados en San Gregorio

Horizonte H1.- Presenta resistividad de 55 Ohmios-metro y un espesor de 0.9 metros, está constituido por una cubierta superficial correspondiente a material poco compacto de origen proluvial a aluvional.

Horizonte H2 .- Con una resistividad de 179 Ohmios-metro y 8.6 metros de espesor, por sus características deben corresponder a gravas y arenas medianamente densas y con poco contenido de humedad.

Horizonte H3 .- Presenta valores de 59 Ohmios-metro de resistividad, y un espesor de 77.9 metros, debe estar constituido el mismo material saturado de humedad, actúa como una estructura acuífera.

Horizonte H4.- Presenta una resistividad de 468 Ohmios-metro, con un espesor indeterminado, debe corresponder al basamento cristalino o a las rocas intrusivas, actúa como una estructura impermeable.

La columna geoelectrica obtenida se observa en el [Anexo C, Fig. 2.](#)

5.2.3 Interpretación geoelectrica para ENACE

En el siguiente cuadro se observa los valores de resistividad y espesores de los diferentes horizontes.

CUADRO 13
ENACE

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
03	0745645 8162559	47	1.6	5	6.8	265	6.2	7	112. 4	620	-----

H₁ = Horizonte Geoelectrico

R₁ = Resistividad Verdadera

E₁ = Espesor

- Descripción de los horizontes geoelectricos determinados para el sector de ENACE

Horizonte H1.- Presenta resistividades de 47 Ohmios-metro y un espesor de 1.6 metros, está constituido por una cubierta superficial de origen aluvial consistente en tierra de cultivo, arenas y material orgánico, con presencia de humedad.

Horizonte H2.- Presenta valores de 5 Ohmios-metro de resistividad, y un espesor de 6.8 metros, debe estar constituido por arenas y gravas de granulometría fina a media, por sus bajos valores de resistividad debe estar saturada de humedad con moderado contenido de sales minerales.

Horizonte H3.- Presenta una resistividad de 265 Ohmios-metro y un espesor de 6.2 metros, debe corresponder a un material poco permeable y algo compacto.

Horizonte H4.- Presenta valores de 7 Ohmios-metro de resistividad, con un espesor de 112.4 metros, debe corresponder a material aluvial que por sus bajos valores de resistividad debe corresponder a un acuífero con alto contenido de sales.

Horizonte H5.- Presenta una resistividad de 670 Ohmios-metro, con un espesor indeterminado, debe corresponder al basamento cristalino o a las rocas intrusivas, actúa como una estructura impermeable.

La columna geoelectrica obtenida se observa en el [Anexo C, Fig. 3.](#)

- Conclusiones

En el sector de Pucchún se ha determinado dos estructuras geoelectricas que corresponden a la formación Camaná, consistente en materiales areniscas con intercalaciones de limolitas y presencia de yeso y caliche, en capas subhorizontales, el primer horizonte por el estado de compacidad y su potencia (9.8 metros), se considera como buen terreno de fundación. El segundo horizonte estaría saturado de humedad con alto contenido de sales.

Para San Gregorio se ha determinado cuatro estructuras geoelectricas, el primer horizonte es delgado y corresponde a materiales arenosos, el segundo horizonte que corresponde a material areno gravoso compactado y espesor de 8.6 metros se considera como buen terreno de fundación. Luego se presenta una estructura con características acuíferas con espesor de 77.9 metros. Subyaciendo a todas estas estructuras tenemos el basamento rocoso de la zona.

En el sector de ENACE se ha determinado cinco estructuras geoelectricas, la primera es delgada y constituida por material poco compacto; la segunda representa a una estructura con características acuíferas con moderado contenido de sales y un espesor de 6.8 metros, por lo que se considera que esta estructura es de menor calidad como terreno de fundación. El tercer horizonte corresponde a material conglomerado algo compacto y con poco contenido de humedad. Subyacen a estas estructuras un horizonte con características acuíferas y espesor de 112.4 metros. Todas las estructuras anteriores descansan sobre el basamento rocoso.

5.3 ESTUDIO GEOTECNICO

5.3.1 Mecánica de Suelos

Para la realización del estudio de suelos de la zona de la Ciudad de Camaná, conforme a la topografía, la presencia en muchos casos del nivel freático muy superficial, se han efectuado pozos de exploración superficiales, comprendidos entre 1.00 m a 2.50 m de profundidad, determinándose características físicas y mecánicas muy similares y propias de suelos con depósitos marinos.

5.3.2 Licuación de Suelos

Las condiciones de los suelos de la zona de Camaná, bajo sollicitaciones dinámicas, el fenómeno de licuación, es una posibilidad latente, por la naturaleza de sus suelos predominantemente arenosos, siendo en términos generales la licuación, como la transformación del estado sólido al estado líquido, este estado sólido, es en un suelo inestable, como las arenas finas, limos, etc. que se encuentran saturadas por los niveles freáticos altos casi superficiales, por la cercanía al litoral y por otro lado la presencia de la gran cantidad de aguas de regadío en las zonas de cultivo además del río Camaná y debido a una sollicitación vibratoria como cargas de impacto, cíclicas, explosiones y más comúnmente por efecto sísmico el suelo, adquiere un comportamiento visco-elástico instantáneo, que le permite fluir o tomar una movilidad que trasladan las partículas de los suelos, las mismas que han perdido toda resistencia de contacto, es decir una resistencia nula el esfuerzo cortante.

*** 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 pulgadas 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.

Con los resultados de todos los ensayos realizados de los suelos, se ha podido caracterizar los suelos y en base a todo ello se puede categorizar en cuatro calidades de suelos, con las siguientes características:

*** 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:

$$q_{ult} = cN_c S_c d_c + \gamma DN_q S_q d_q + 1/2 \gamma BN_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

Con los resultados de los valores obtenidos, se ha procedido a realizar, una zonificación de los suelos, agrupando por zonas de acuerdo con las características de los suelos.

5.3.3 Tipos de Suelos

5.3.3.1 Suelos Tipo I

Constituidos por rocas alteradas por efectos de intemperismo y fracturadas, y en el mejor de los casos por roca inalterada, la cual se halla a unos pocos metros de profundidad, la roca constitutiva de origen intrusivo, principalmente granodioritas y dioritas, se halla en la zona circundante al distrito de *San Gregorio*, y esencialmente la formación Camaná, constituido por arenas arcósicas (Pueblo joven *Juan Pablo Vizcardo y Guzmán*), sin embargo la parte del lecho de la quebrada se halla rellena de ceniza volcánica, compresible consecuentemente susceptible de asentamientos diferenciales sobre el cual se halla un relleno de la arenisca arcósica, la otra zona con características más bien particulares, que sin embargo presenta buenas características de suelos, es la correspondiente a la zona norte de la ciudad, es decir el sector de *Pucchún*, que sin embargo por tener un origen marino, presenta contenido de sales solubles en valores bastante considerables. Se puede establecer valores de capacidad portante mayores a 2.00 kg/cm² ([Anexo J, Plano N° 2, color verde](#))

5.3.3.2 Suelos Tipo II

La zona comprendida por el *sector de la planicie del valle*, en la que fundamentalmente se constituye un material superficial areno-limosos con alto contenido de materia orgánica por el uso agrícola, que sin embargo es previsible por el lecho fluvial en su formación se halla arenas gravosas con una alta permeabilidad y razón de los niveles freáticos variables de acuerdo con la época por la mayor o menor presencia de aguas provenientes del río, para uso agrícola fundamentalmente, se puede establecer valores de capacidad portante mayores de 1.50 kg/cm² ([Anexo J, Plano N° 2, color amarillo](#)).

5.3.3.3 Suelos Tipo III

Comprendiendo toda la *franja paralela al litoral*, considerada como predominantemente areno limosos altamente orgánico superficialmente y arenas finas de origen marino en profundidad, haciendo susceptible la posibilidad de eventuales casos de suelos licuables, por lo que sus valores de capacidad portante se puede considerar mucho menores a 1.50 kg/cm² ([Anexo J, Plano N° 2, color naranja](#)).

5.3.3.4 Suelos Tipo IV

Comprendiendo toda la *franja limítrofe al litoral*, las zonas de playa entre los sectores las playas de las Cuevas hacia el sur, hasta las playas de Jahuay en el norte, siendo depósitos marinos, con valores de capacidad portante muy bajas y alta susceptibilidad de licuación de los suelos. ([Anexo J, Plano N° 2, color rojo lámina](#))

- Conclusiones

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

El primero constituido por rocas fracturadas de origen intrusivo y de origen aluvial, por consiguiente presentando buena capacidad portante como lecho de fundación; constituyendo las faldas de la zona de San Gregorio hacia el sector del asentamiento de Juan Pablo y la Pampa y los asentamientos de Solidaridad y la Sarriá, de otro lado hacia el sector Norte la zona comprendida por la Terraza de Pucchún, que es de origen marino, presenta buenas condiciones como suelo de fundación.

El segundo constituidos por materiales areno-limosos medianamente plásticos comprendiendo la zona central del valle comprendiendo los sectores La Cabaña, El Cardó, San José, Uchumayo, finalmente la Ciudad de Camaná.

El tercero constituido por suelos areno limosos altamente orgánicos por su uso agrícola comprendiendo una franja de los sectores de San Isidro, Santa Mónica, San Agustín, el Gallinazo, Pucchuncillo, la Deheza, la Legua, la Boya.

El cuarto, comprendido por toda la franja litoral de las playas, entre Jahuay por el Norte y Las Cuevas por el Sur.

Es recomendable, centrar en la construcción, el tipo de cimentación mediante vigas de conexión, ya que las características de los suelos inducen las deformaciones de los suelos, causando asentamientos diferenciales con los consiguientes efectos de daños estructurales, por lo que para los casos en que se presenten suelos areno limosos, se deberá aplicar este tipo de cimentaciones.

Es importante por otro lado considerar una simetría en los diseños, con la finalidad de mantener un equilibrio entre los centros de gravedad y de rigidez de las estructuras, con lo que se minimiza los efectos de torsión en las estructuras.

En otro aspecto la presencia de sales solubles y la calidad de agregados es importante en la preparación de los concretos, por lo que se deberá tener en cuenta un adecuado control de calidad en la elaboración y empleo de materiales de construcción.

Habiéndose establecido que los casos de daños por la antigüedad de las construcciones por un lado y por otro lado los efectos de mayor daño, en último sismo, fue como consecuencia del tsunami en las playas del sur de la ciudad de Camaná.

5.4 MAPA DE PELIGROS

5.4.1 Efectos por Tsunami

Las costas del Sur del Perú han sido afectadas por los tsunamis en repetidas oportunidades, según registros históricos en el año de 1590 se destruyó el pueblo de Camaná debido a la salida de mar, el sismo de 1868 produjo un tsunami que arrasó gran parte del litoral sur del Perú y el sismo del 23 de junio del presente año que ocasionó considerables daños a las tierras de cultivo así como a los balnearios cercanos a la ciudad de Camaná, ver [Anexo J, Plano 3](#). Se considera los terrenos

agrícolas de Pucchún y los terrenos de cultivos cercanos a la ciudad de Camaná como de alto riesgo, pero entendemos que puede ser manejado y conducido con propiedad en una eventual salida del mar como consecuencia del tsunami. El sector de la playa por lo ocurrido el 23 de junio también es considerado como de alto riesgo. Otra zona son los terrenos de cultivos cercanos al poblado de Deheza y San José. En las [fotos del 5 al 31](#), se observan los daños causados por el Tsunami.

En la [Fig. N° 10](#), se muestra un esquema del litoral peruano-chileno, con el registro del nivel de altura alcanzado por el Tsunami y los lugares que lo han registrado. En la Zona de Camaná, la ola generada por el tsunami corresponde a una altura aproximada de 6 m.

CUADRO N° 14
LUGARES DE OBSERVACIÓN DE LOS EFECTOS DEL TSUNAMI

LUGAR	DISTANCIA ALCANZADA POR EL TSUNAMI
- Canal aéreo N° 2 , Sta. Elizabeth	750 m.
- Canal aéreo N° 1, San Isidro	1250 m.
- Parte posterior del Molino Sn. Antonio	1400 m.
- Boca del río	1800 m
- Chuli	1000 m.
- La Deheza	850 m
- Balneario El Chorro	800 m.
- Balneario La Punta	800 m.

5.4.2 Efectos por Inundaciones

Las precipitaciones pluviales en el valle es escasa por lo tanto el efecto es limitado, la peligrosidad en relación a la activación de quebradas, hemos logrado determinar un sector particularmente vulnerable que es el asentamiento J.P. Vizcardo y Guzmán, donde se han construido viviendas en el mismo cauce de la torrentera ([Foto N° 4](#)), ([Anexo J, Plano 4](#)).

La otra peligrosidad radica en el desborde del río Camaná, a través de su historia por las condiciones topográficas del río y su dinámica en las épocas de avenidas su curso ha variado continuamente dañando muchas áreas agrícolas, particularmente en el sector de Majes. Aún cuando existen defensas ribereñas es necesario siempre el mantenimiento de estas estructuras. Consideramos como un sector peligroso la parte que se encuentra aguas abajo a partir del puente de Camaná. ([Anexo J, Plano N° 5](#))

5.4.3 Efectos por Sismos

La historia sísmica de Arequipa es muy abundante en relación a la ocurrencia y efectos de los terremotos, se tiene registrado un buen número de ellos y que han

causado severos daños a las viviendas. De los estudios se deduce que existe zonas relativamente estables como es el caso particular de San Gregorio, los poblados de Huacapuy y la parte alta de Pucchún. Sin embargo consideramos a los sectores bajos por el tipo de suelo y la presencia del nivel freático muy cerca de la superficie como de riesgo moderado. Esta apreciación es coincidente con la evaluación de daños en la ciudad de Camaná, [ver Anexo J, Plano 6](#).

CONCLUSIONES

- Localidad de Pucchún

Los suelos del poblado de Pucchún, son relativamente estables, compatible con las velocidades sísmicas encontradas, y de acuerdo al estudio geotécnico, está clasificado como suelos Tipo I, que presenta buenas características como suelos de fundación, con una capacidad portante de 2.00 kg/cm².

De acuerdo a los estudios de Resistividad Geoeléctrica, se ha determinado dos estructuras geoeléctrica a la formación de Camaná con una potencia de 9.8 m., y el 2do horizonte estaría saturado de humedad con contenido de sales

- Localidad de San Gregorio

Los suelos de San Gregorio son suelos estables correspondiente a depósitos proluviales a aluvionales, y en la zona circundante se tiene roca de origen intrusivo y esencialmente la formación Camaná constituido por arenas arcósicas bien cementadas, está considerado como Suelos de Tipo I.

De acuerdo a los estudios de Resistividad Geoeléctrica, en ésta zona se han determinado cuatro estructuras geoeléctricas, el 1er horizonte delgado y el 2do con un espesor de 8.6 m., una 3ra estructura con características acuíferas de 77.9 m., y subyacendo a estos el basamento rocoso.

- Juan Pablo Vizcardo y Guzmán

Los suelos superficiales corresponden a un relleno sobre una quebrada, de allí que se observa daños en las viviendas por problemas de asentamientos. La parte inferior corresponde a una arenisca arcósica con un buen nivel de compactación, representado Suelos de Tipo I, pero bajo la acción del agua es deleznable y se hace inestable, por lo cual se deberá tener un adecuado y seguro sistema de agua y desague, y la vulnerabilidad de la zona ante una eventual precipitación pluvial.

- Camaná

Los suelos del poblado de Camaná, son suelos poco consolidados y de buena permeabilidad. En su parte superior el suelo está compuesto por limos y arcillas de baja plasticidad, estos suelos está clasificado como suelos de Tipo II .

- Poblado de Deheza

De acuerdo a las velocidades sísmicas obtenidas reflejan suelos inestables, consisten en terrenos de cultivo y probablemente en la parte inferior depósitos de arena, con valores de capacidad portante baja y alta susceptibilidad de licuación de suelos, y con un nivel freático muy próximo a la superficie.

- Sector ENACE

De acuerdo a los estudios de Resistividad Geoeléctrica, se ha determinado cinco estructuras, la 1ra capa delgada, la 2da a una estructura con característica acuíferas, con un espesor de 6.8 m., el 3er horizonte es algo compacto, y subyacente a esta estructura un horizonte con características acuíferas y espesor de 112.4 m.

El otro efecto que ha causado la gran mayoría de daños en las playas y cultivos de Camaná, es principalmente por la ocurrencia del tsunami.

RECOMENDACIONES

En relación a la construcción, se recomienda, el tipo de cimentación mediante vigas de conexión, ya que las características de los suelos inducen las deformaciones de los suelos, causando asentamientos diferenciales con los consiguientes efectos de daños estructurales, por lo que para los casos en que se presenten suelos arenos limosos, se deberá aplicar este tipo de cimentaciones.

Considerar una simetría en los diseños, con la finalidad de mantener un equilibrio entre los centros de gravedad y de rigidez de las estructuras, con lo que se minimiza los efectos de torsión en las estructuras.

Se deberá tener en cuenta un adecuado control de calidad en la elaboración y empleo de materiales de construcción, debido a la presencia de sales solubles y calidad de agregados.

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., Rodríguez, A. & Ocola, L., (1984). Tectonic implications to the microearthquake seismicity and faultly 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 Geoeléctrico 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 Geoeléctrico y Sísmico de la

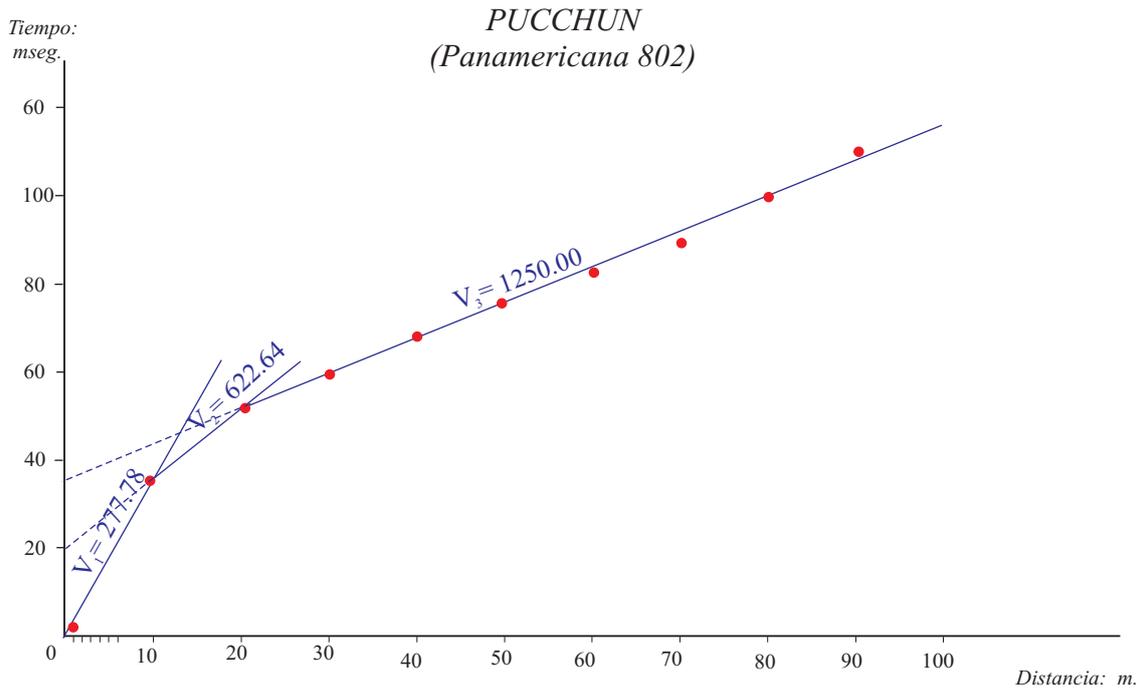
zona Cutanayo Pocsi. Arequipa. Octubre 1991 Instituto Geofísico de la UNSA.

- Kosaka M. Soto V. Minaya L. y otros Estudio Geoeléctrico y Sísmico de la zona de Chalhuanca. Arequipa. Noviembre 1991. UNSA
- Kosaka M. Soto V. Minaya L. y otros Estudio Geoeléctrico 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 Muyorco 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 Jeronimo 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 Reequip, Southern Peru, 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro - Brazil.
- Zavala C. Nuñez J. Estudio Geológico – Geotécnico de la Región SurOccidental del Perú (Boletín N° 22-INGENMET), Lima, setiembre 1999.

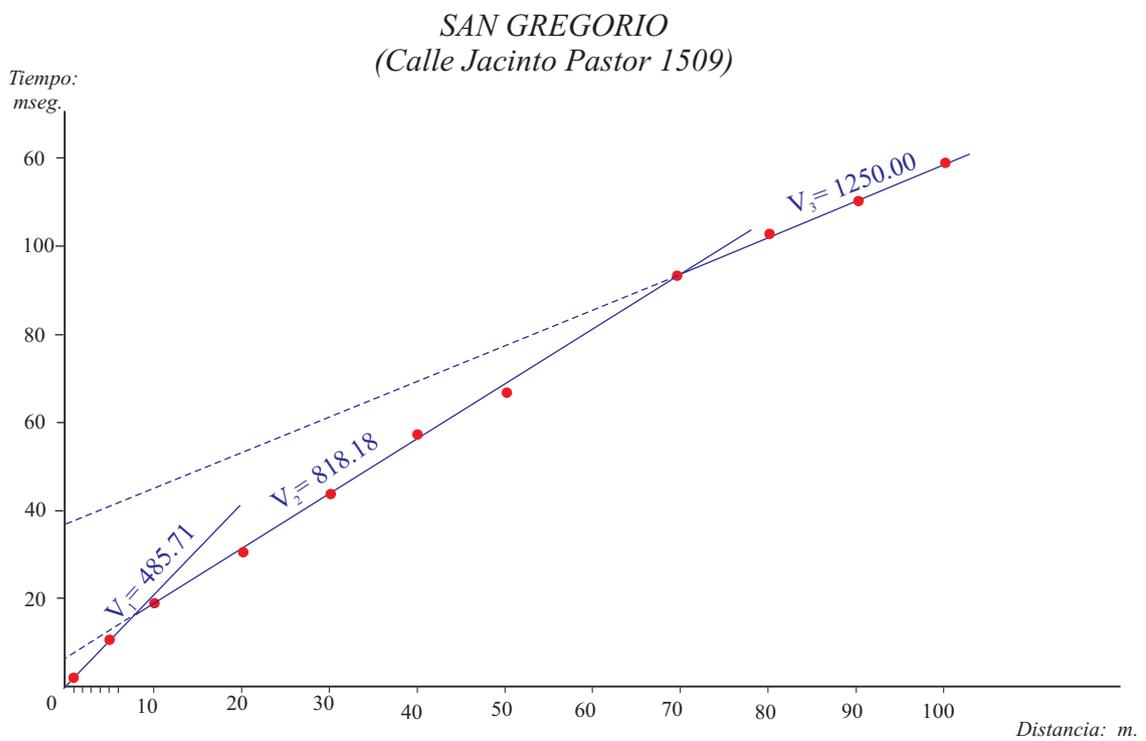
ANEXOS

A. LISTA DE PERFILES SÍSMICOS

1. Perfil Sísmico, Pucchún (Pnamaericana 802)
2. Perfil Sísmico, San Gregorio (Calle Jacinto Pastor 1509)
3. Perfil Sísmico, San Gregorio (Calle M. Melgar 402)
4. Perfil Sísmico, Urb. Juan Pablo Vizcardo y Guzmán
5. Perfil Sísmico, Camaná (Parte posterior de ENACE)
6. Perfil Sísmico, Camaná (Parte posterior de ENACE)
7. Perfil Sísmico, Camaná (Parte posterior de ENACE)
8. Perfil Sísmico, Camaná (Prolongación Navarrete-cancha deportiva)
9. Perfil Sísmico, Camaná (Costado de reservorio)
10. Perfil Sísmico, Camaná (Pasaje Martinez)
11. Perfil Sísmico, Camaná (Jr. Moquegua)
12. Perfil Sísmico, Camaná (Urb. San Francisco Mz C-4)
13. Perfil Sísmico, Camaná (Frente al Colegio Sebastián Barranca)
14. Perfil Sísmico, Camaná (Entrada al poblado Deheza)

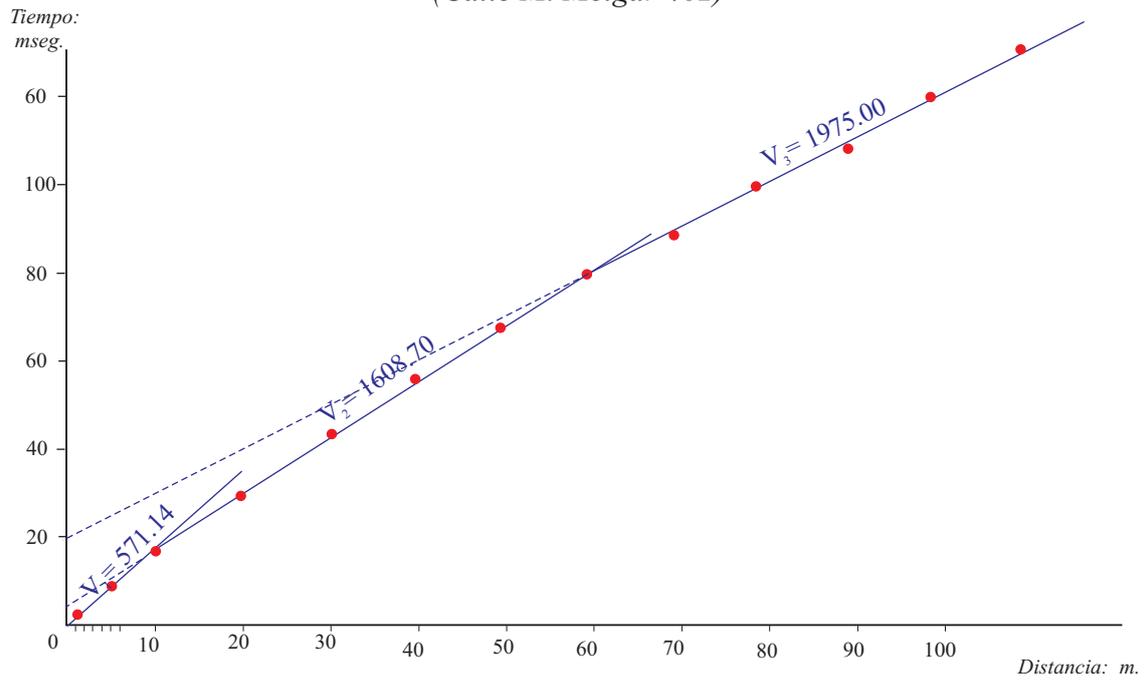


Perfil de Refracción Sísmica 01



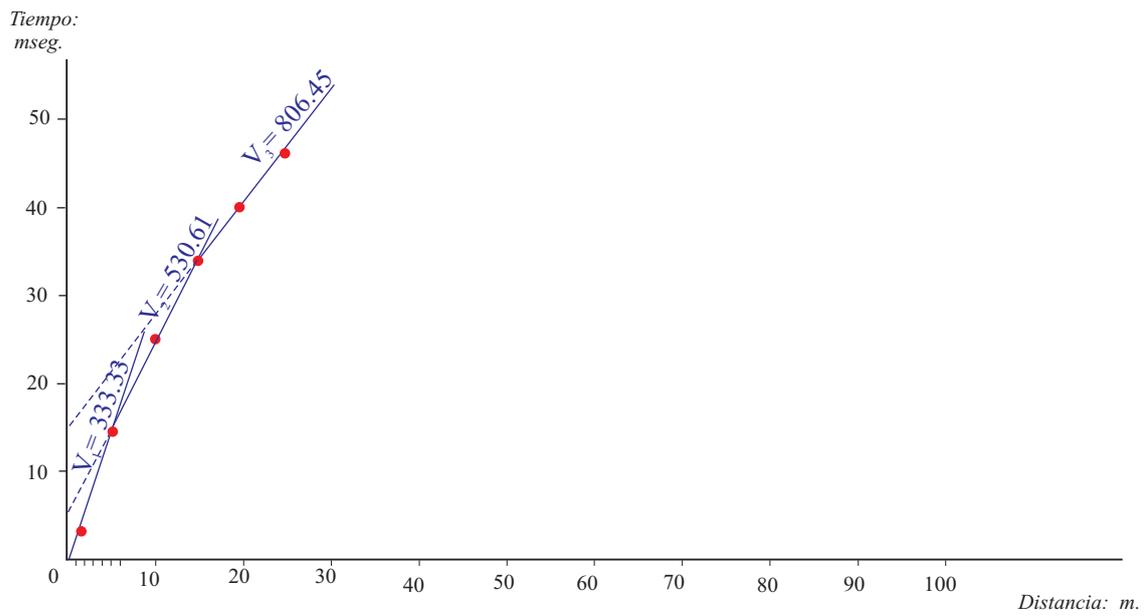
Perfil de Refracción Sísmica 02

SAN GREGORIO
(Calle M. Melgar 402)



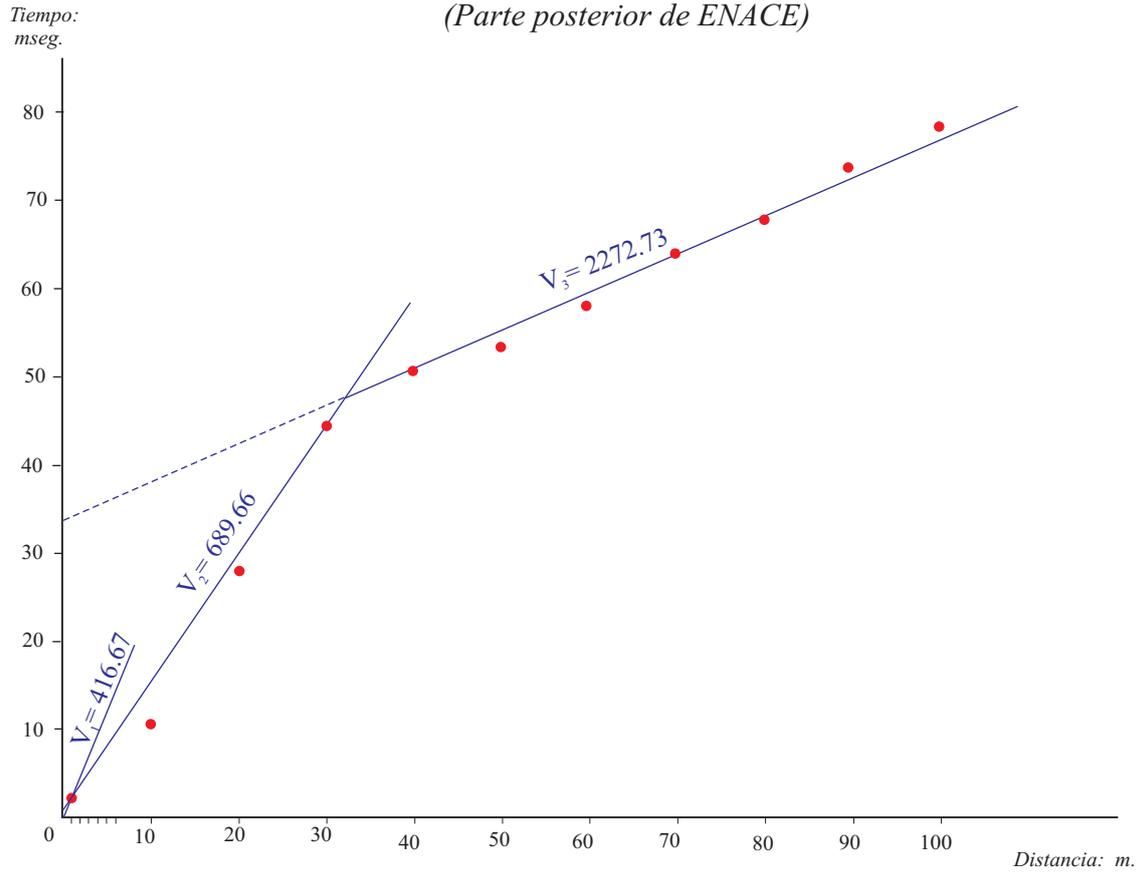
Perfil de Refracción Sísmica 03

URB. JUAN PABLO VIZCARDI. y GUZMAN



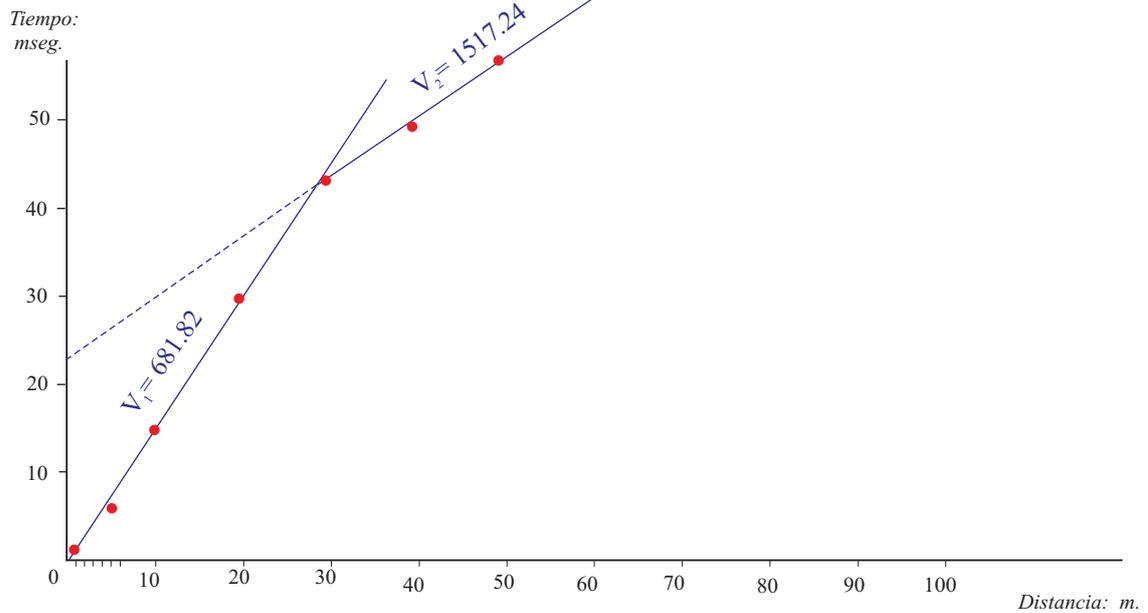
Perfil de Refracción Sísmica 04

CAMANA
(Parte posterior de ENACE)



Perfil de Refracción Sísmica 05

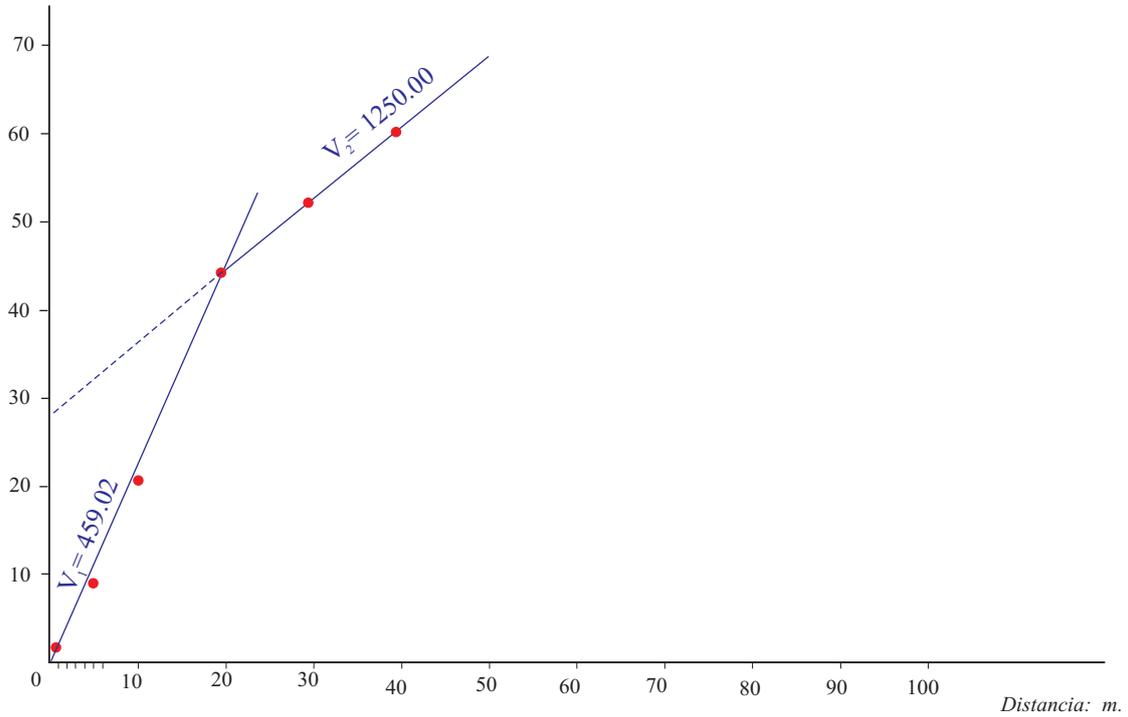
CAMANA
(Parte posterior de ENACE)



Perfil de Refracción Sísmica 06

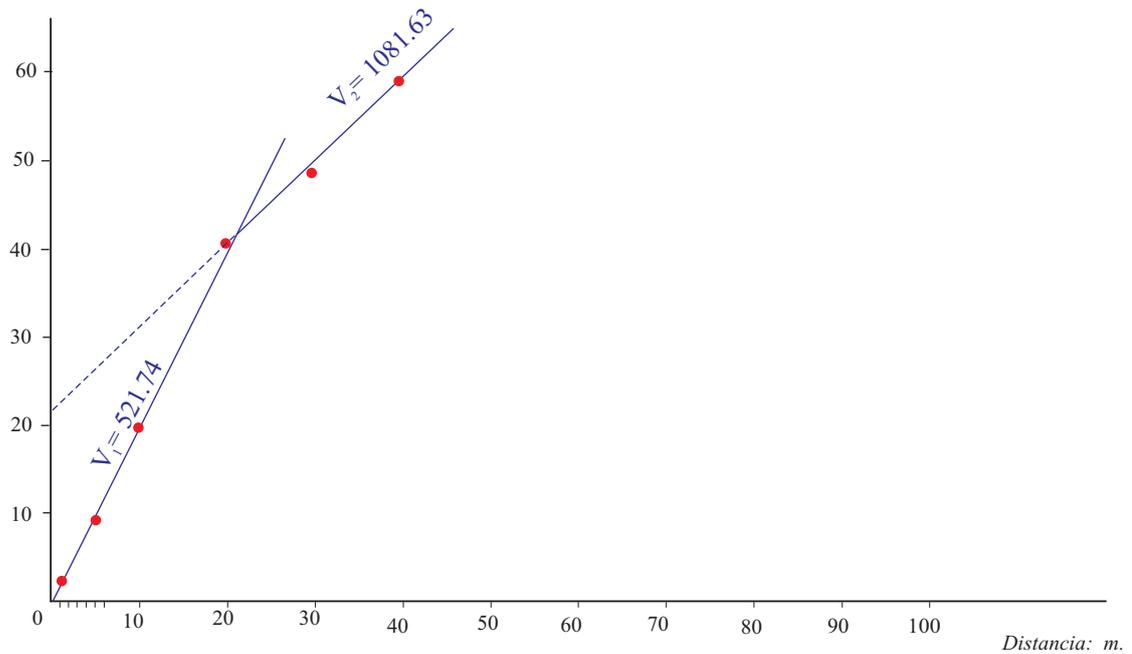
CAMANA
(Parte posterior de ENACE)

Tiempo:
mseg.



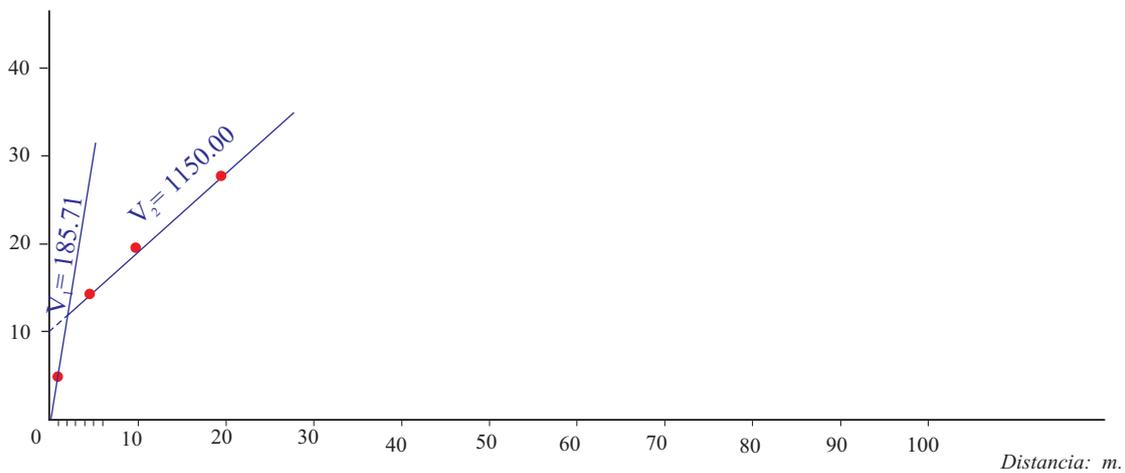
CAMANA
(Prolongación Navarrete-cancha deportiva)

Tiempo:
mseg.



CAMANA
(Costado de Reservorio)

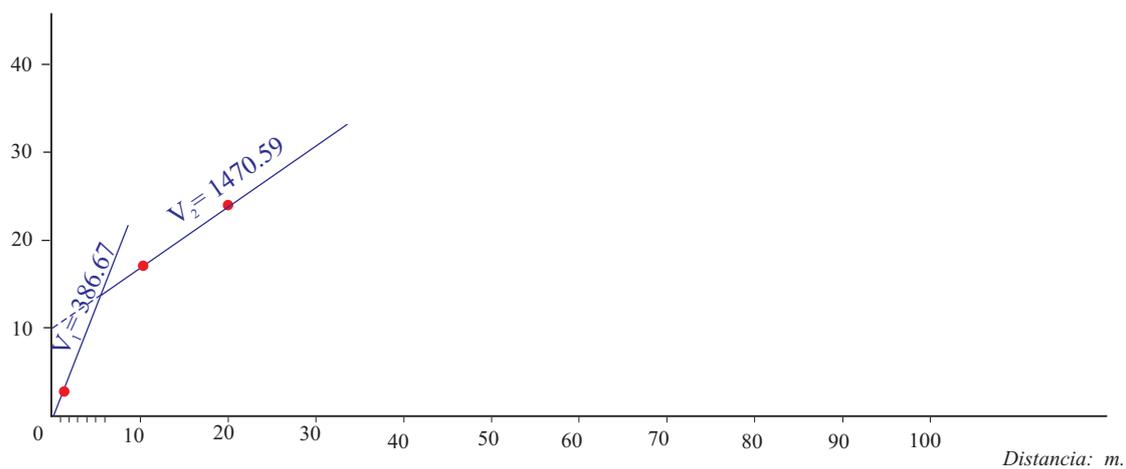
Tiempo:
mseg.



Perfil de Refracción Sísmica 09

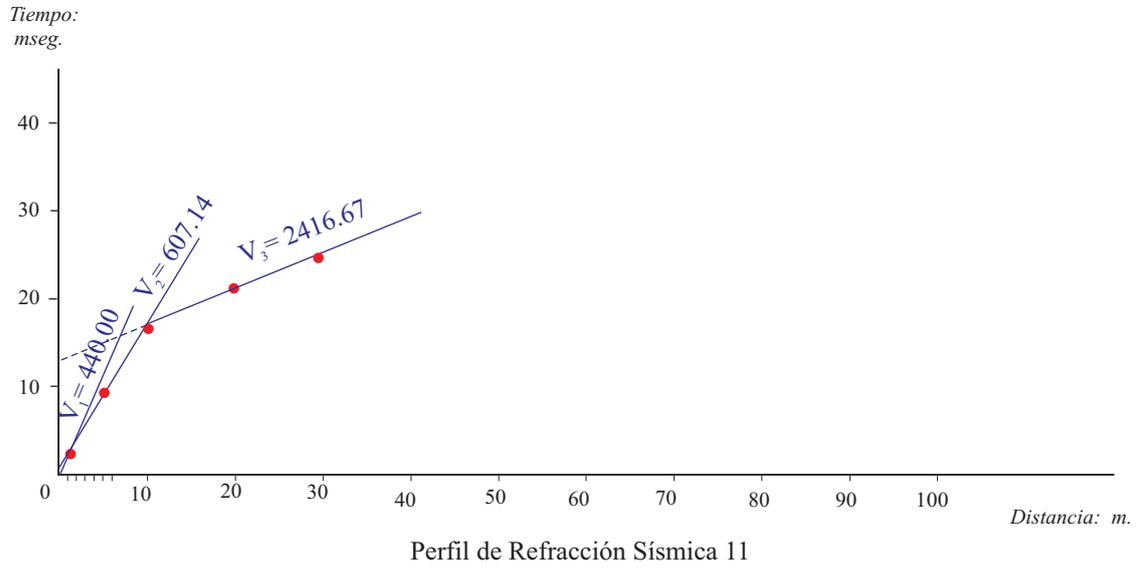
CAMANA
(Pasaje Martinez)

Tiempo:
mseg.

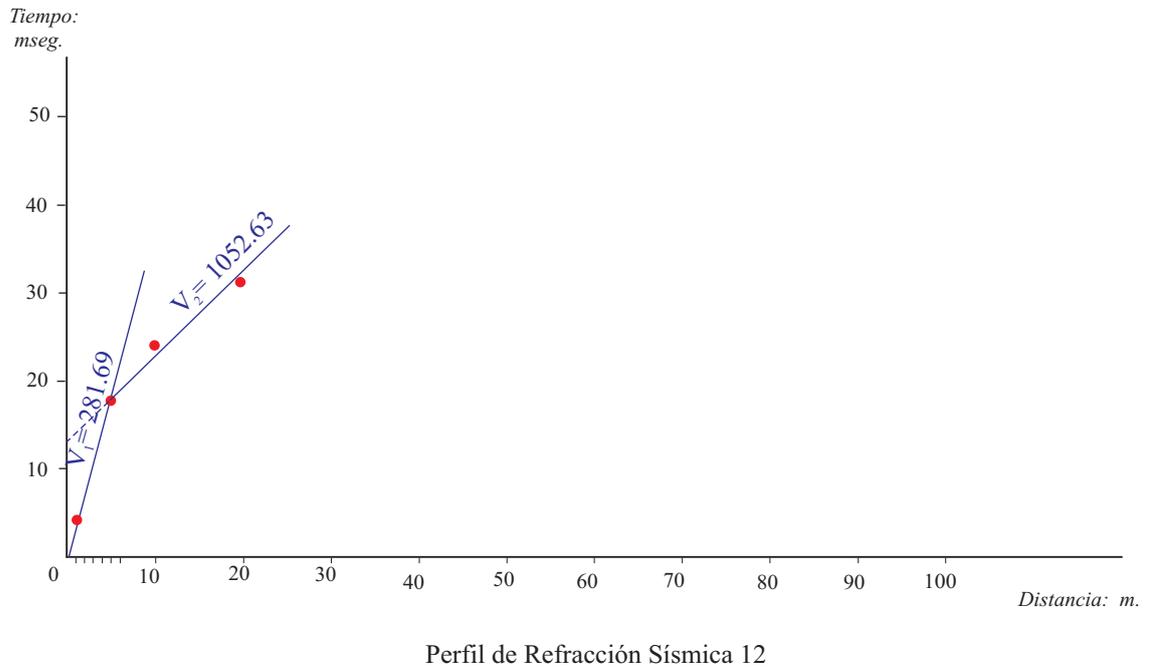


Perfil de Refracción Sísmica 10

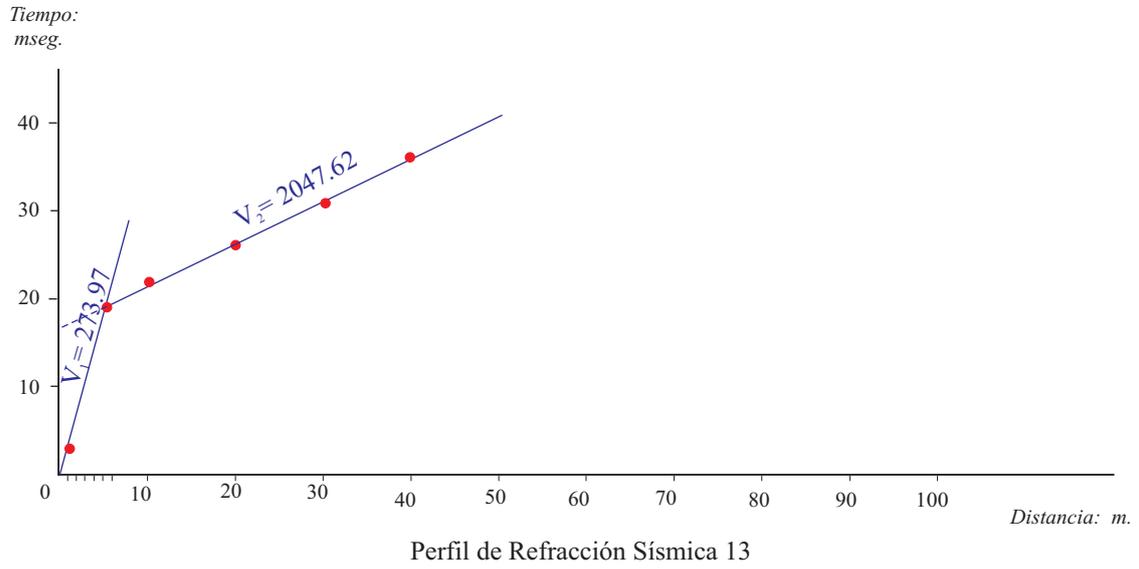
CAMANA
(Jr. Moquegua)



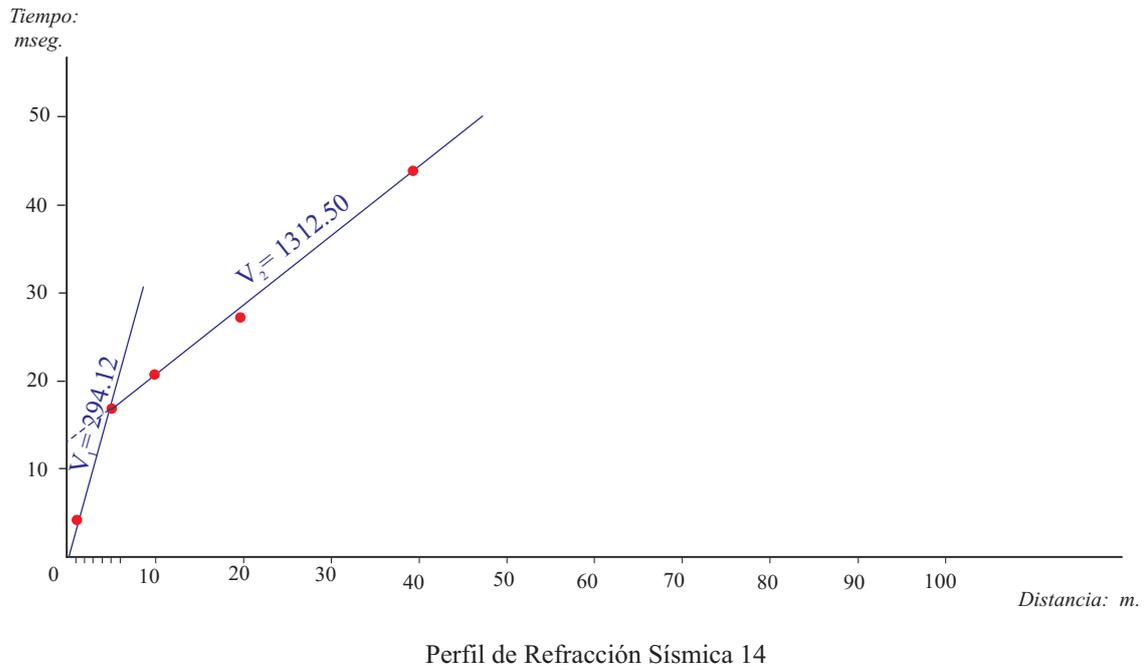
CAMANA
(Urb. San Francisco Mz C-4)



CAMANA
(Frente al Colegio Sebastián Barranca)



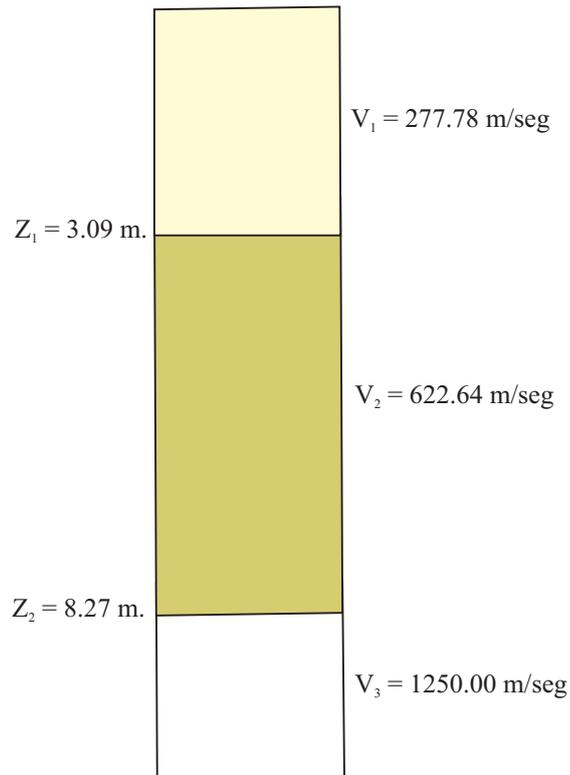
CAMANA
(Entrada al poblado Deheza)



B. LISTA DE COLUMNAS SÍSMICAS

1. COLUMNA SISMICA PUCCHUN
 - Panamericana 802
2. COLUMNA SISMICA SAN GREGORIO
 - Calle Jacinto Pastor 1509
 - Calle M. Melgar 402
3. COLUMNA SISMICA CAMANA
 - Juan Pablo V. y Guzmán
 - Parte posterior de ENACE
4. COLUMNA SISMICA CAMANA
 - Parte posterior de ENACE
 - Parte posterior de ENACE
5. COLUMNA SISMICA CAMANA
 - Prolongación Navarrete, Cancha deportiva
 - Costado de Reservorio
 - Pasaje Martinez
6. COLUMNA SISMICA CAMANA
 - Jr. Moquegua
 - Urb. San Francisco Mz C-4
 - Frente a Colegio Sebastián Barranca
7. COLUMNA SISMICA CAMANA
 - Entrada al poblado Deheza

PUCCHUN - RS 1
(Panamericana 802)



Leyenda

-  Material eólico de grano fino a medio y lutitas arenosas
-  Lutitas y areniscas
-  Conglomerados gruesos y finos

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



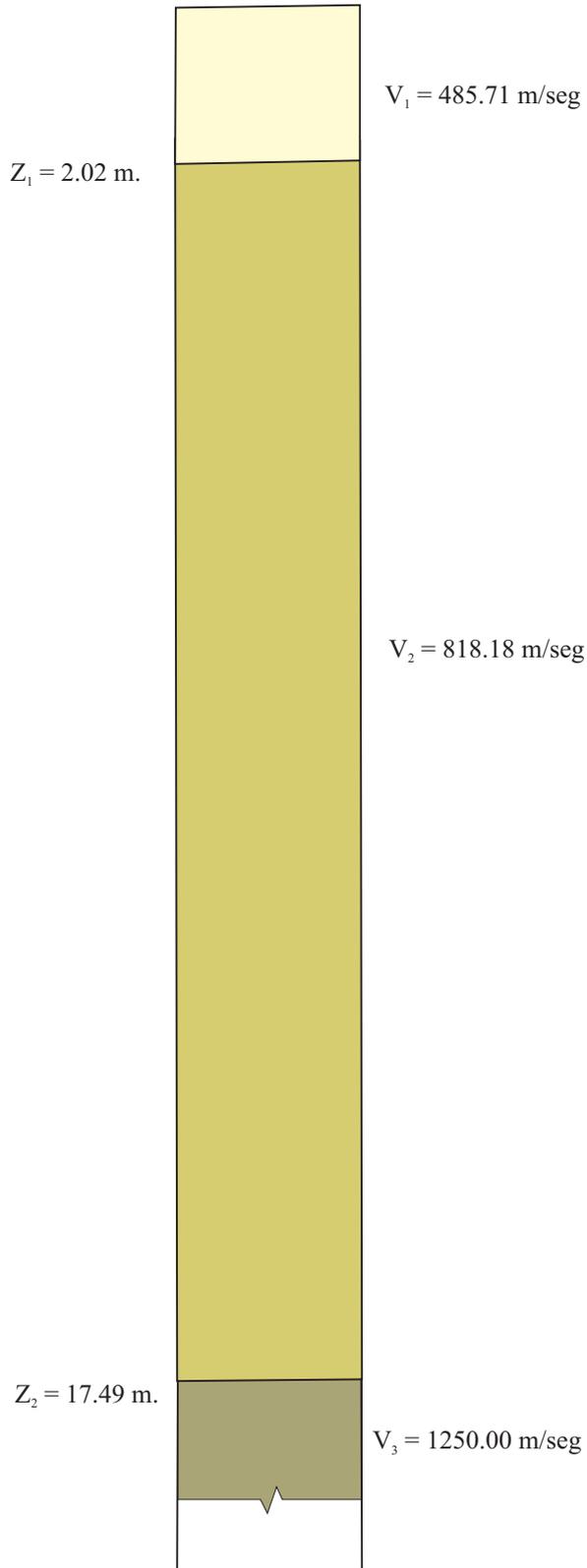
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

COLUMNA SISMICA
PUCCHUN

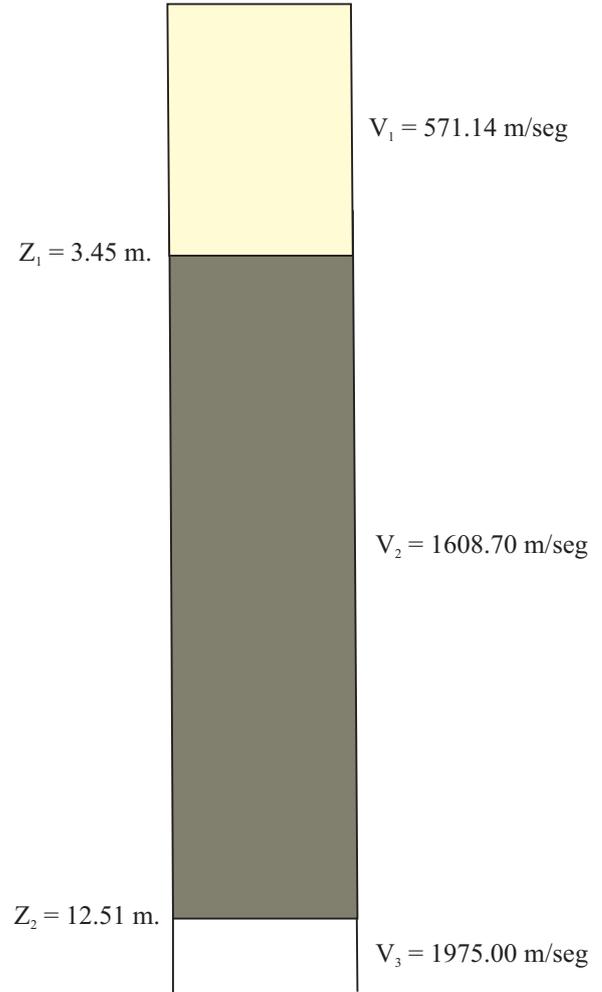
Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 1

SAN GREGORIO - RS 2
(Calle Jacinto Pastor 1509)



SAN GREGORIO - RS 3
(Calle M. Melgar 402)



Leyenda

- Material arenoso
- Material gravo arenosos
- Conglomerado
- Conglomerados gruesos y finos
- Conglomerados gruesos y finos algo más compacto

$Z_1 \dots =$ Profundidad

$V_1 \dots =$ Velocidad



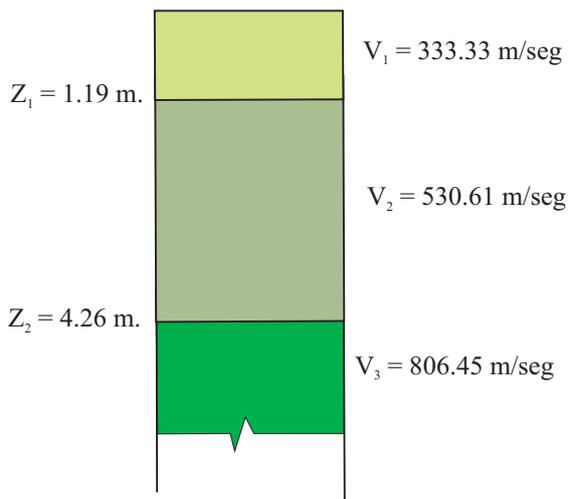
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

COLUMNA SISMICA
SAN GREGORIO

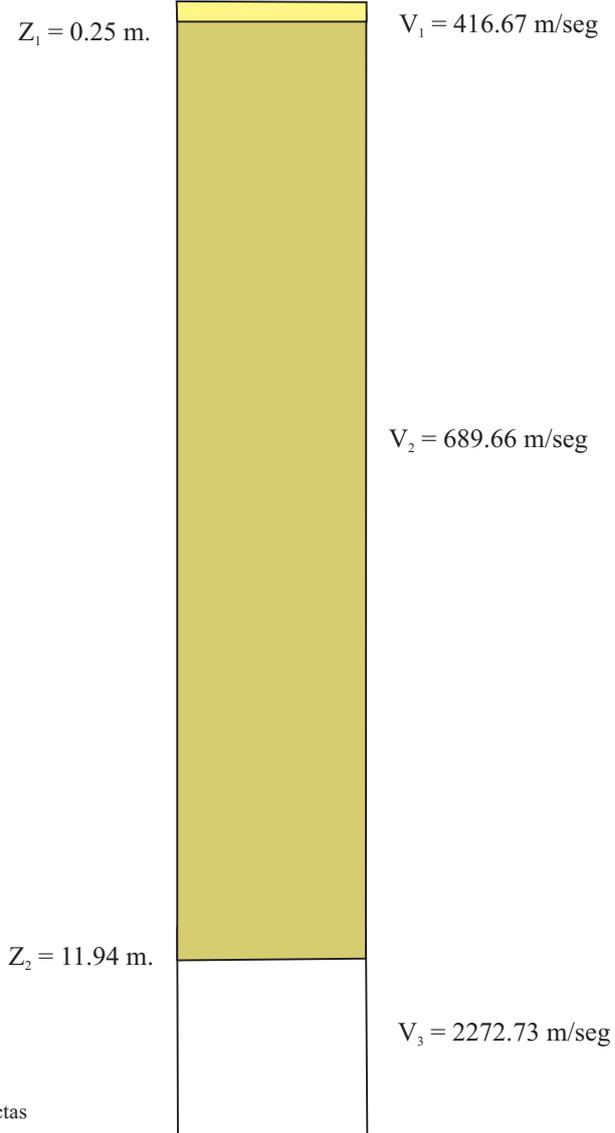
Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 2

CAMANA - RS 4
(Juan Pablo V. y Guzmán)



CAMANA - RS 5
(Parte posterior de ENACE)



Leyenda

- Areniscas arcólicas cementadas
- Areniscas arcólicas cementadas algo más compactas
- Areniscas arcólicas cementadas pero más compactas
- Material arenoso medio a grueso
- Material arenoso medio a grueso pero algo más compacto
- Conglomerados de diferente gradación

$V_1 \dots =$ Velocidad

$Z_1 \dots =$ Profundidad



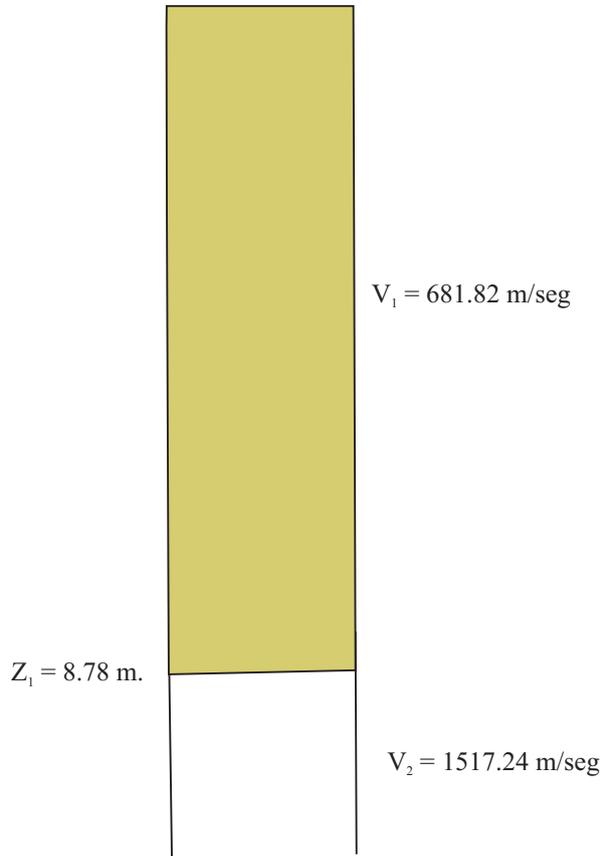
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

COLUMNA SISMICA
CAMANA

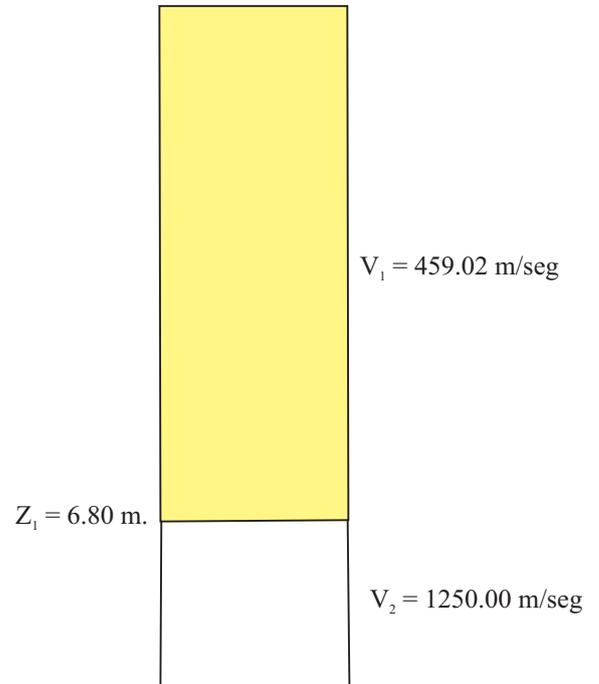
Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 3

CAMANA - RS 6
(Parte posterior de ENACE)



CAMANA - RS 7
(Parte posterior de ENACE)



Leyenda

-  Material arenoso medio a grueso
-  Material arenoso medio a grueso algo más compacto
-  Conglomerados
- $Z_1 \dots =$ Profundidad
- $V_1 \dots =$ Velocidad



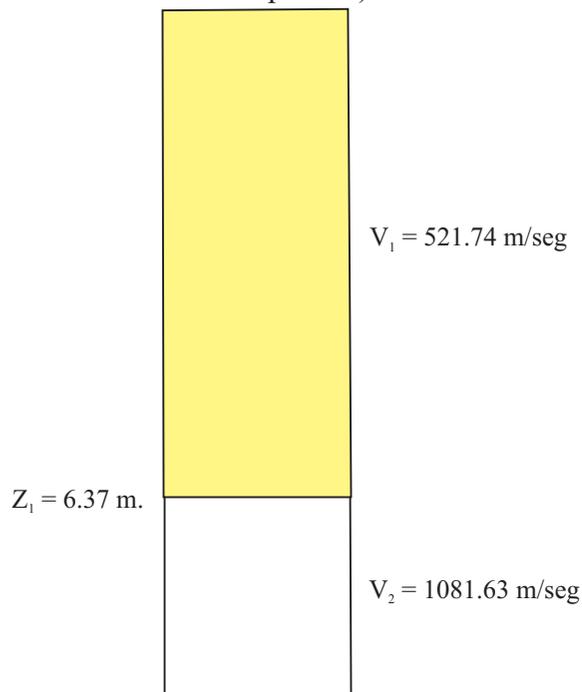
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

COLUMNA SISMICA
CAMANA

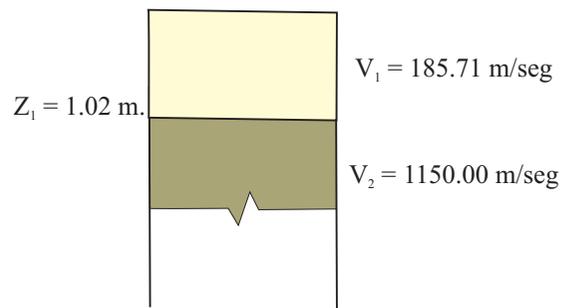
Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 4

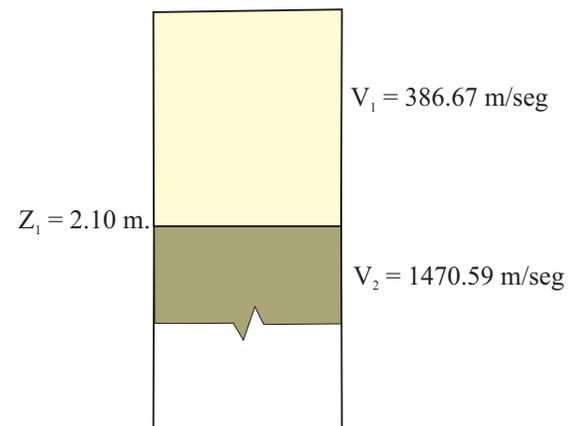
CAMANA - RS 8
(Prolongación Navarrete
Cancha deportiva)



CAMANA - RS 9
(Costado de Reservoirio)



CAMANA - RS 10
(Pasaje Martinez)



Leyenda

-  Material fino y limoso poco consolidado
-  Material arenoso
-  Material areno gravoso
-  Conglomerado

$Z_1 \dots =$ Profundidad

$V_1 \dots =$ Velocidad



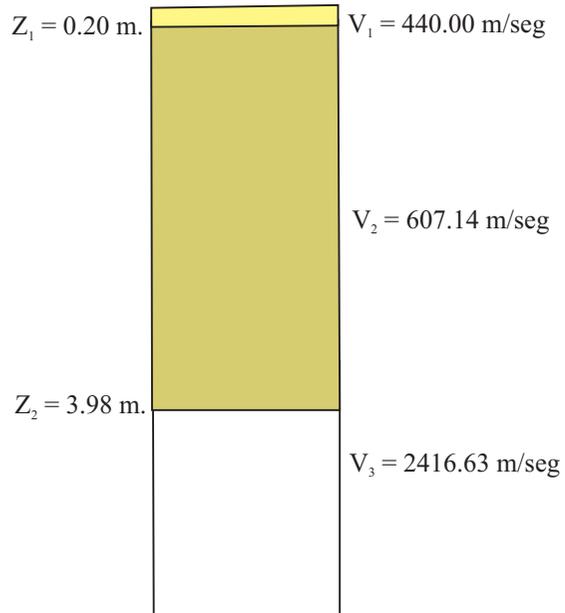
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

COLUMNA SISMICA
CAMANA

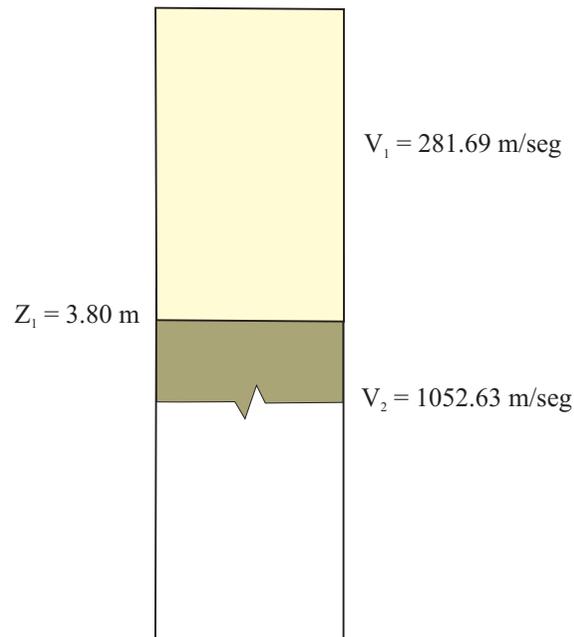
Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 5

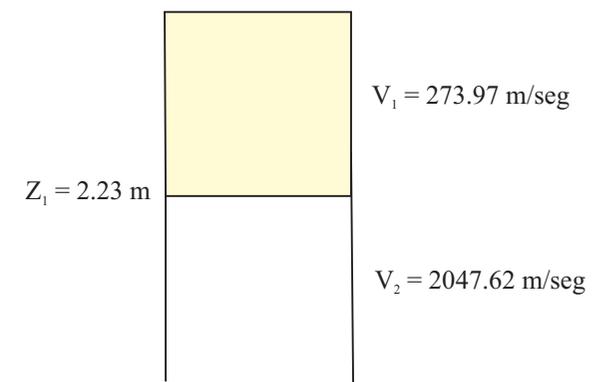
CAMANA - RS 11
(Jr. Moquegua)



CAMANA - RS 12
(Urb. San Francisco Mz C-4)



CAMANA - RS 13
(Frente a Colegio Sebastián Barranca)



Leyenda

- Material orgánico fino y limosos
- Materiales arenosos
- Materiales arenosos algo más compactos y conglomerados
- Material areno gravoso
- Conglomerados de diferente gradación

$Z_1 \dots =$ Profundidad

$V_1 \dots =$ Velocidad



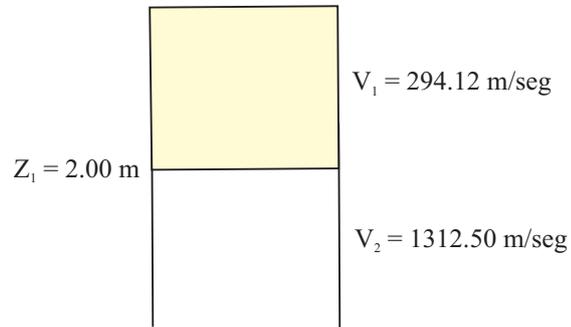
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

COLUMNA SISMICA
CAMANA

Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 6

CAMANA - RS 14
(Entrada al poblado Deheza)



Leyenda

-  Material orgánico, fino y limoso
-  Conglomerados ligeramente compactos

$Z_1 \dots =$ Profundidad

$V_1 \dots =$ Velocidad



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

COLUMNA SISMICA
CAMANA

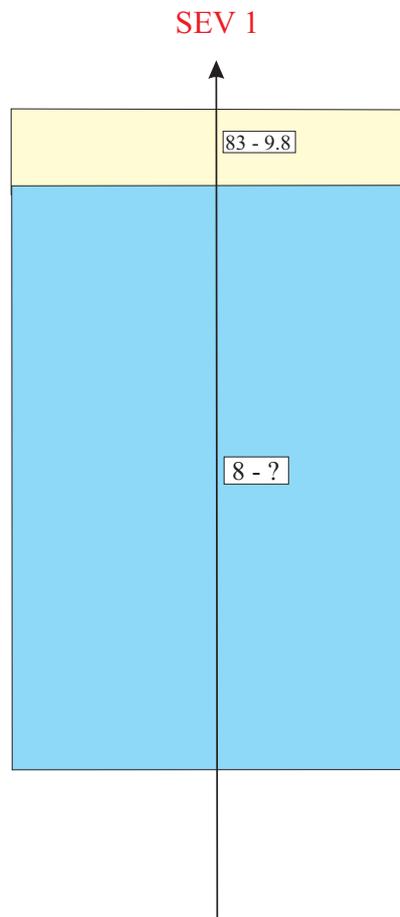
Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 7

C. LISTA DE COLUMNAS GEOELECTRICAS

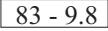
1. COLUMNA GEOELECTRICA PUCCHUN
2. COLUMNA GEOELECTRICA SAN GREGORIO
3. COLUMNA GEOELECTRICA ENACE

COLUMNA GEOELECTRICA



LEYENDA

-  Formación Camaná
-  Formación Camaná saturada de humedad


Resistividad Espesor



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

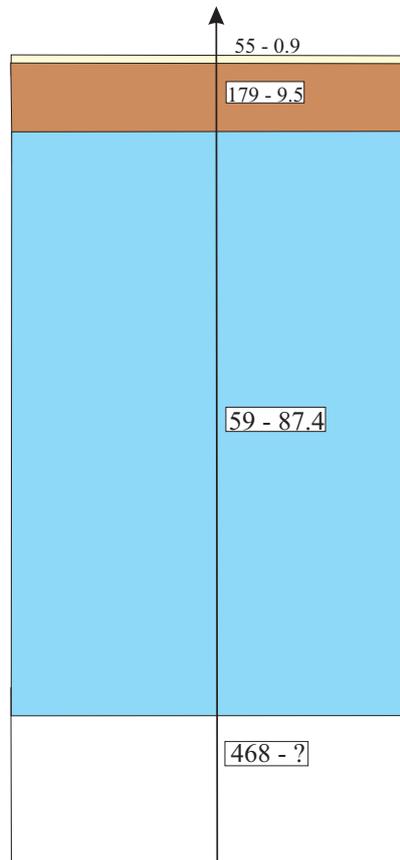
COLUMNA GEOELECTRICA
PUCCHUN

Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 1

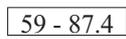
COLUMNA GEOELECTRICA

SEV 2



LEYENDA

-  Material de origen Proluvial y Aluvial
-  Material Areno Gravoso
-  Material Areno Gravoso saturado de humedad
-  Basamento Rocoso

 59 - 87.4

Resistividad Espesor



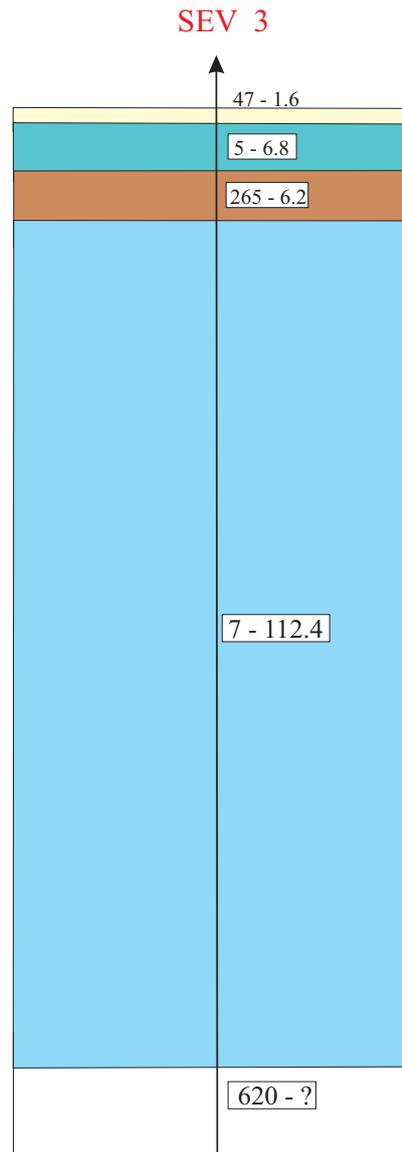
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
CONVENIO UNSA INDECI

COLUMNA GEOELECTRICA
SAN GREGORIO

Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 2

COLUMNA GEOELECTRICA



LEYENDA

-  Material aluvial, tierras de cultivo, arenas y material orgánico
-  Material areno gravoso saturado de humedad
-  Material areno gravoso compactado
-  Material de origen aluvional saturado de humedad
-  Basamento rocoso (roca intrusiva)

7 - 112.4

Resistividad Espesor



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

COLUMNA GEOELECTRICA
ENACE

Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 3

D. RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

RESULTADO ANALISIS MECANICA DE SUELOS

MUESTRA	UBICACIÓN	Humedad (%)	γ mín.(g/cm³)	γ máx (g/cm³)
M - 1	Pucchun - Santa Monica	1,14	2,355	2,771
M - 2	Pcucchun	7,81	1,817	2,195
M - 3	Pcucchun	1,66	2,058	2,303
M - 5	San Gregorio	1,12	2,246	2,68
M - 7A	P.J. Juan Pablo	5,73	2,162	2,497
M - 8	La Pampa - Enace	4,85	2,252	2,68
M - 9	Calle 9 de Noviembre	26,93	1,772	2,114
M - 10	Calle 9 de Noviembre	44,4	0,839	1,179
M - 11	Calle 9 de Noviembre	21,38	1,991	2,326
M - 12	Jr. Moquegua	22,7	1,027	1,38
M - 13	Iglesia Sr. de Luren	6,77	1,935	2,322
M - 14	Urb. San Francisco de Asis	36,84	1,908	2,18
M - 15	Jr. Moquegua	4,31	2,191	2,497

MUESTRA	UBICACIÓN	S.U.C.S.	Gravedad específica
M - 1	Pucchun - Santa Monica	SP-SM	2,74
M - 2	Pcucchun	SP-SM	2,67
M - 3	Pcucchun	SP	2,64
M - 5	San Gregorio	SP-SM	2,63
M - 7A	P.J. Juan Pablo	SP	2,64
M - 8	La Pampa - Enace	SP-SM	2,63
M - 9	Calle 9 de Noviembre	ML	2,56
M - 10	Calle 9 de Noviembre	ML	2,61
M - 11	Calle 9 de Noviembre	SM	2,43
M - 12	Jr. Moquegua	SM	2,62
M - 13	Iglesia Sr. de Luren	CL	2,69
M - 14	Urb. San Francisco de Asis	ML	2,62
M - 15	Jr. Moquegua	SP	2,74

RESULTADO ANALISIS MECANICA DE SUELOS

MUESTRA	UBICACIÓN	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
		Límite líquido	Límite plástico	Índice de Plast.
M - 1	Pucchun - Santa Monica	N.P.	N.P.	N.P.
M - 2	Pucchun	N.P.	N.P.	N.P.
M - 3	Pucchun	N.P.	N.P.	N.P.
M - 5	San Gregorio	N.P.	N.P.	N.P.
M - 7A	P.J. Juan Pablo	N.P.	N.P.	N.P.
M - 8	La Pampa - Enace	N.P.	N.P.	N.P.
M - 9	Calle 9 de Noviembre	36,18	30,95	5,23
M - 10	Calle 9 de Noviembre	N.P.	N.P.	N.P.
M - 11	Calle 9 de Noviembre	N.P.	N.P.	N.P.
M - 12	Jr. Moquegua	29,25	25,71	3,54
M - 13	Iglesia Sr. de Luren	24,25	15,21	9,04
M - 14	Urb. San Francisco de Asis	N.P.	N.P.	N.P.
M - 15	Jr. Moquegua	N.P.	N.P.	N.P.

MUESTRA	UBICACIÓN	Profundidad (m)	ϕ	qu (kg/cm ²)
			Angulo de Fricc.	Cap. portante
M - 1	Pucchun - Santa Monica	3,20		2,5
M - 2	Pucchun	1,80		2,3
M - 3	Pucchun	1,20		2,1
M - 5	San Gregorio	1,80		2,8
M - 7A	P.J. Juan Pablo	6,50	39	2,5
M - 8	La Pampa - Enace	2,20		2,1
M - 9	Calle 9 de Noviembre	0,60		1,3
M - 10	Calle 9 de Noviembre	1,30		1,8
M - 11	Calle 9 de Noviembre	2,10		2,1
M - 12	Jr. Moquegua	0,50		1,5
M - 13	Iglesia Sr. de Luren	1,60		2,2
M - 14	Urb. San Francisco de Asis	1,80	33,3	1,9
M - 15	Jr. Moquegua	1,60		1,9

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 - 7A

PROFUNDIDAD :

UBICACIÓN : Camana P.J. Juan Pablo

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)	3962.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3748.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	214.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3735.3	
Contenido de humedad	(%)	5.73	

Contenido de Humedad Promedio (%)	5.73
--	-------------

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 - 2

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Camana Pucchun

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)	1848.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	1715.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	133.0	
Peso de la muestra seca	(g)	1702.5	
Contenido de humedad	(%)	7.81	

Contenido de Humedad Promedio (%)	7.81
--	-------------

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 : 2.20 m.

UBICACIÓN : Camana Enace - La Pampa

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)	4098.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3909.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	189.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3896.5	
Contenido de humedad	(%)	4.85	

Contenido de Humedad Promedio (%)	4.85
--	-------------

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 - 5

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : San Gregorio Habitat

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)	2808.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	2777.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	31.0	
Peso de la muestra seca	(g)	2764.1	
Contenido de humedad	(%)	1.12	

Contenido de Humedad Promedio (%)	1.12
--	-------------

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 : 3.20 m.

UBICACIÓN : Camana Pucchun

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)	4611.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	4559.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	52.0	
Peso de la muestra seca	(g)	4546.3	
Contenido de humedad	(%)	1.14	

Contenido de Humedad Promedio (%)	1.14
--	-------------

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 :

UBICACIÓN : Camana Pucchun

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)	3698.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3638.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	60.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3625.3	
Contenido de humedad	(%)	1.66	

Contenido de Humedad Promedio (%)	1.66
--	-------------

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 - 12

PROFUNDIDAD : 0.50 m.

UBICACIÓN : Jr. Moquegua Camana

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)	2234.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	1823.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	411.0	
Peso de la muestra seca	(g)	1810.3	
Contenido de humedad	(%)	22.70	

Contenido de Humedad Promedio (%)	22.70
--	--------------

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 - 13

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : Camana Sr. De Luren

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)	3768.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3563.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	205.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3550.5	
Contenido de humedad	(%)	5.77	

Contenido de Humedad Promedio (%)	5.77
--	-------------

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 - 9

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Nov.

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)	3354.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	2645.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	709.0	
Peso de la muestra seca	(g)	2632.3	
Contenido de humedad	(%)	26.93	

Contenido de Humedad Promedio (%)	26.93
--	--------------

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 - 15
PROFUNDIDAD : 1.90 m.

UBICACIÓN : Camana Jr. Moquegua
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)	3742.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3588.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	154.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3575.1	
Contenido de humedad	(%)	4.31	

Contenido de Humedad Promedio (%)	4.31
--	-------------

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 - 14

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Urb. Sn Francisco de Asis

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)	5763.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	4215.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	1548.0	
Peso de la muestra seca	(g)	4202.5	
Contenido de humedad	(%)	36.84	

Contenido de Humedad Promedio (%)	36.84
--	--------------

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 - 11

PROFUNDIDAD : 2.10 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Nov.

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)	4169.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	3437.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	732.0	
Peso de la muestra seca	(g)	3424.5	
Contenido de humedad	(%)	21.38	

Contenido de Humedad Promedio (%)	21.38
--	--------------

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 - 10

PROFUNDIDAD : 1.30 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Noviembre

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)	3821.0	
Peso de la muestra seca + tarro	(g)	2650.0	
Peso del agua en la muestra	(g)	1171.0	
Peso de la muestra seca	(g)	2637.3	
Contenido de humedad	(%)	44.40	

Contenido de Humedad Promedio (%)	44.40
--	--------------

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 - 14

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Urb. Sn Francisco de Asis

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	0.00	0.00
0.40	0.37	0.76	1.11	1.20	
0.60	0.42	0.90	1.35	1.52	
0.80	0.49	0.99	1.51	1.81	
1.00	0.54	1.09	1.64	2.00	
1.40	0.62	1.25	1.88	2.31	
1.60	0.66	1.31	1.97	2.43	
1.80	0.70	1.38	2.04	2.52	
2.00	0.72	1.43	2.13	2.61	
2.40	0.76	1.47	2.20	2.70	
2.60	0.80	1.54	2.29	2.84	
2.80	0.82	1.58	2.34	2.90	
3.00	0.84	1.62	2.40	2.95	
3.40	0.86	1.67	2.49	3.03	
3.60	0.87	1.70	2.53	3.07	
3.80	0.88	1.72	2.56	3.10	
4.00	0.89	1.75	2.59	3.14	
4.40	0.90	1.79	2.64	3.19	
4.60	0.90	1.81	2.67	3.22	
4.80	0.91	1.83	2.69	3.25	
5.00	0.91	1.84	2.70	3.28	
5.40	0.92	1.85	2.71	3.32	
5.60	0.92	1.86	2.72	3.33	
5.80		1.87	2.71	3.35	
6.00		1.87	2.69	3.37	
6.20		1.87	2.68	3.39	
6.40		1.86		3.39	
6.60		1.85		3.40	
6.80				3.41	
7.00				3.40	

Contenido de humedad	0.0 %
Ángulo de Rozamiento interno	33.3 °
Cohesión efectiva	0.15 kg/cm ²

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



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

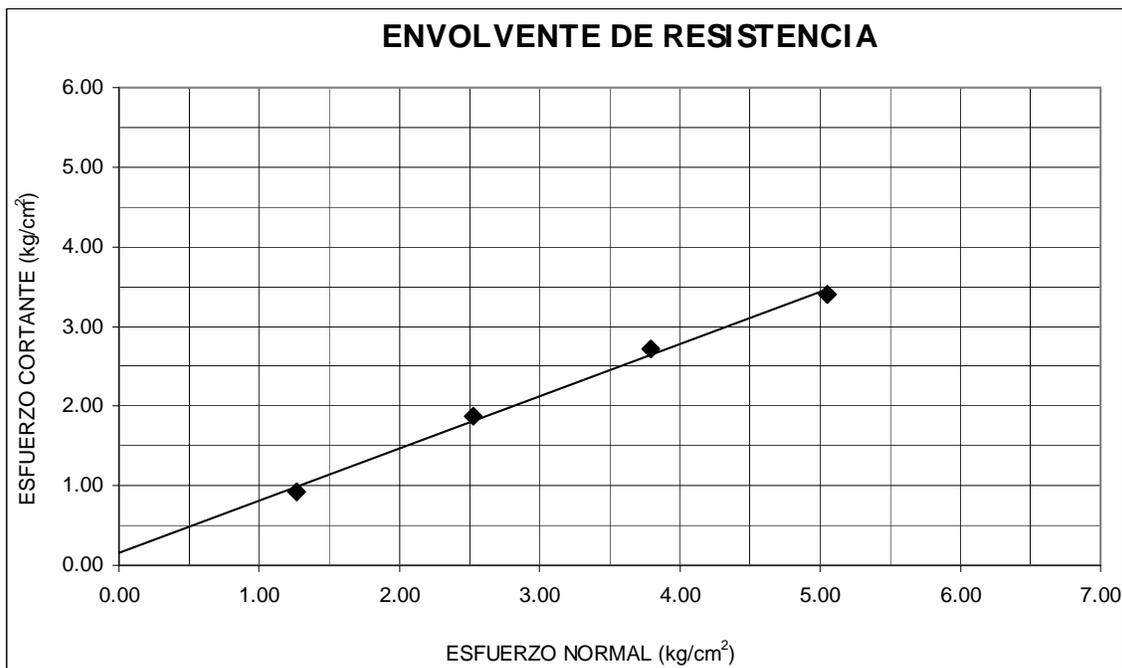
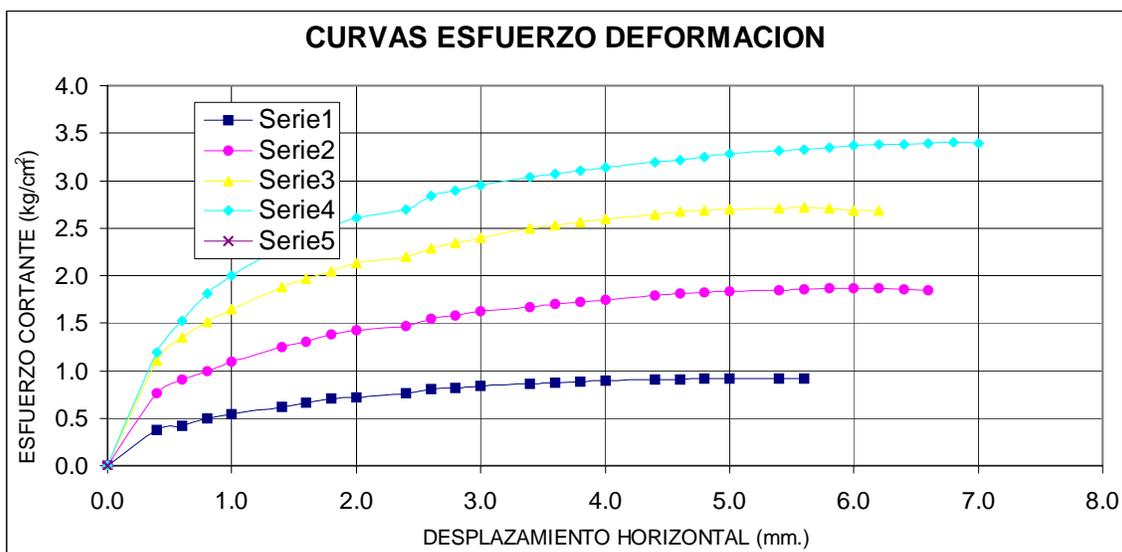
PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA M - 14

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN Urb. Sn Francisco de Asis

FECHA 20/08/2001



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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 12

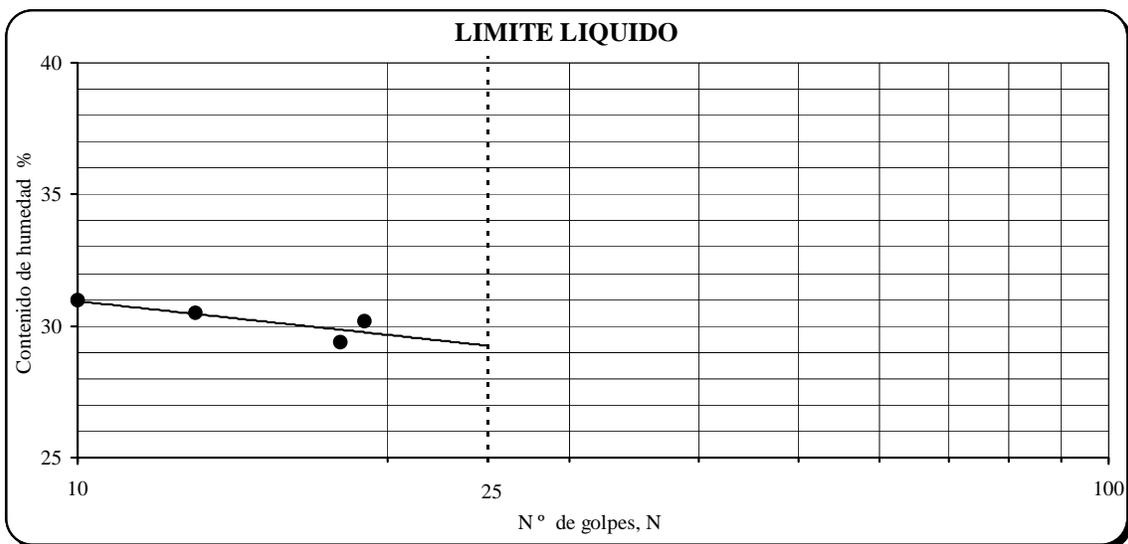
PROFUNDIDAD : 0.50 m.

UBICACIÓN : Jr. Moquegua Camana

FECHA : 20/08/2001

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
CAPSULA	T-5	T-7	T-6	T-18
PESO SUELO HUM + CAPSULA (g)	36.30	38.30	37.00	35.70
PESO SUELO SECO + CAPSULA (g)	31.50	33.10	32.00	30.90
PESO DE LA CAPSULA (g)	15.60	15.40	15.60	15.40
PESO SUELO SECO (g)	15.90	17.70	16.40	15.50
PESO AGUA (g)	4.80	5.20	5.00	4.80
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.19	29.38	30.49	30.97
NUMERO DE COLPES	19	18	13	10

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO				
CAPSULA	A-5	C-15	Z-5	A-20
PESO SUELO HUM + CAPSULA (g)	16.80	17.20		
PESO SUELO SECO + CAPSULA (g)	16.50	16.90		
PESO DE LA CAPSULA (g)	15.50	15.50		
PESO SUELO SECO (g)	1.00	1.40		
PESO AGUA (g)	0.30	0.30		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.00	21.43		



Límite líquido	29.25%	Índice plástico Ip	3.54
Límite plástico	25.71%	Índice de flujo Fi	-4.25

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 LIMITES DE ATTERBERG

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 13

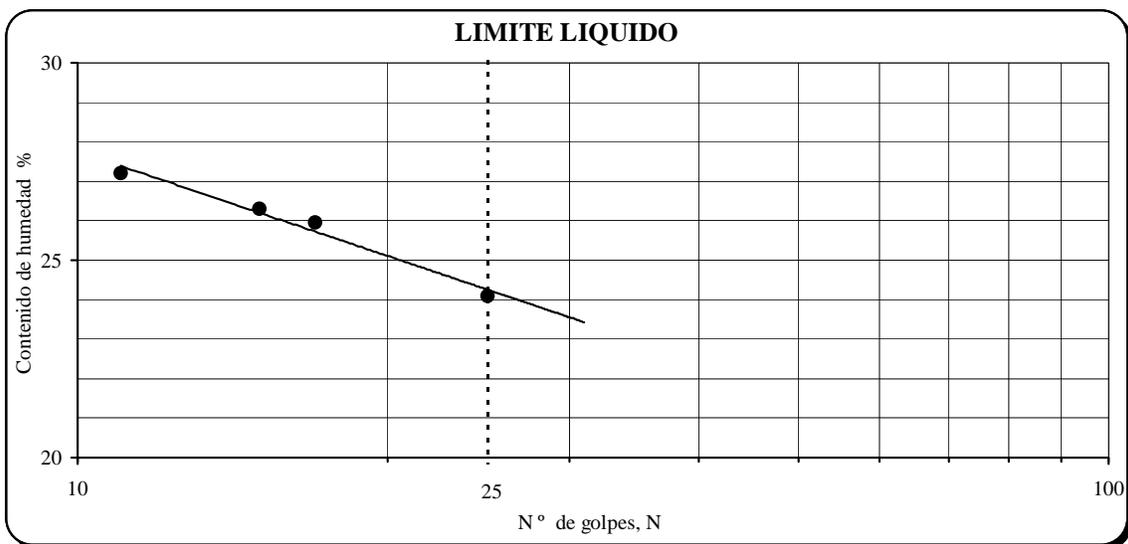
PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : Camana Sr. De Luren

FECHA : 20/08/2001

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
CAPSULA	A-14	M-1	M-6	M-7
PESO SUELO HUM + CAPSULA (g)	37.10	38.20	34.20	39.20
PESO SUELO SECO + CAPSULA (g)	32.60	33.50	30.20	34.60
PESO DE LA CAPSULA (g)	15.50	15.40	15.50	15.50
PESO SUELO SECO (g)	17.10	18.10	14.70	19.10
PESO AGUA (g)	4.50	4.70	4.00	4.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	26.32	25.97	27.21	24.08
NUMERO DE COLPES	15	17	11	25

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO				
CAPSULA	B-5	B-6	Z-5	A-20
PESO SUELO HUM + CAPSULA (g)	19.00	18.50		
PESO SUELO SECO + CAPSULA (g)	18.50	18.10		
PESO DE LA CAPSULA (g)	15.40	15.30		
PESO SUELO SECO (g)	3.10	2.80		
PESO AGUA (g)	0.50	0.40		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.13	14.29		



Límite líquido	24.25%	Índice plastici Ip	9.04
Límite plástico	15.21%	Índice de flujo Fi	-8.81

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 LIMITES DE ATTERBERG

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 9

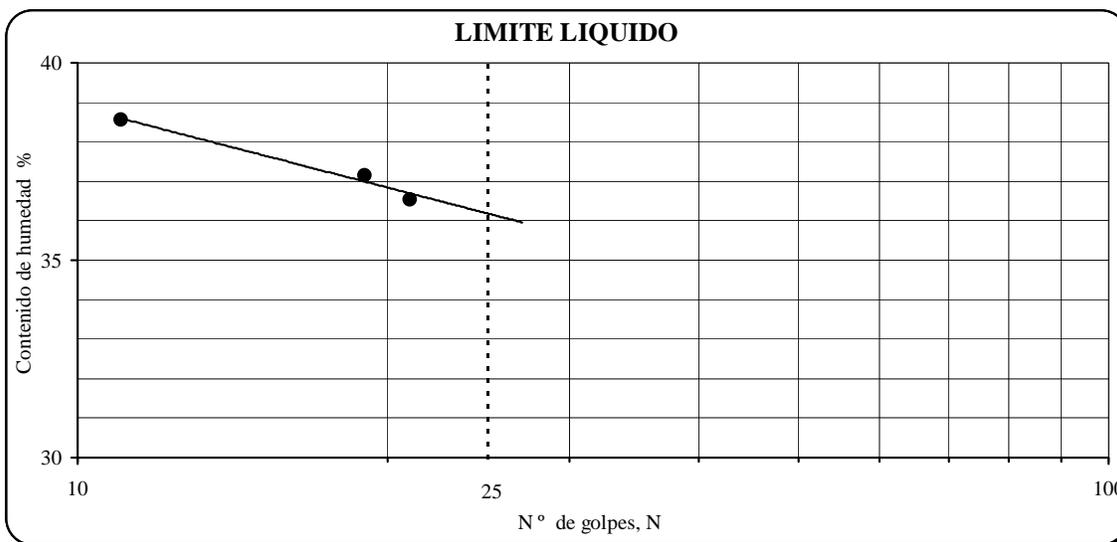
PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Nov.

FECHA : 20/08/2001

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
CAPSULA	B-1	B-2	B-3	
PESO SUELO HUM + CAPSULA (g)	35.40	35.80	34.90	
PESO SUELO SECO + CAPSULA (g)	30.10	30.30	29.50	
PESO DE LA CAPSULA (g)	15.60	15.50	15.50	
PESO SUELO SECO (g)	14.50	14.80	14.00	
PESO AGUA (g)	5.30	5.50	5.40	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.55	37.16	38.57	
NUMERO DE COLPES	21	19	11	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO				
CAPSULA	C-1	C-2	C-3	C-4
PESO SUELO HUM + CAPSULA (g)	17.80	18.10		
PESO SUELO SECO + CAPSULA (g)	17.20	17.50		
PESO DE LA CAPSULA (g)	15.40	15.40		
PESO SUELO SECO (g)	1.80	2.10		
PESO AGUA (g)	0.60	0.60		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	33.33	28.57		



Límite líquido	36.18%	Índice plastici Ip	5.23
Límite plástico	30.95%	Índice de flujo Fi	-6.77

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 CORTE DIRECTO

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 7A

PROFUNDIDAD :

UBICACIÓN : Camana P.J. Juan Pablo

FECHA : 20/08/2001

TANGENCIAL δh (mm.)	σ (kg/cm ²) 1.263	σ (kg/cm ²) 2.526	σ (kg/cm ²) 3.789	σ (kg/cm ²) 5.052	σ (kg/cm ²) 6.315
	τ (kg/cm ²)				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.20	0.42	0.87	1.04		
0.40	0.60	1.09	1.69		
0.60	0.74	1.25	1.97		
0.80	0.83	1.38	2.19		
1.00	0.92	1.47	2.38		
1.20	0.99	1.54	2.51		
1.40	1.03	1.63	2.66		
1.60	1.07	1.68	2.80		
1.80	1.09	1.74	2.89		
2.00	1.09	1.78	2.96		
2.20	1.08	1.82	3.02		
2.40	1.08	1.84	3.06		
2.60	1.07	1.85	3.08		
2.80	1.06	1.87	3.09		
3.00	1.05	1.92	3.09		
3.20		1.92	3.08		
3.40		1.92	3.11		
3.60		1.91	3.13		
3.80			3.11		
4.00			3.10		
4.20					
4.40					
4.60					
4.80					
5.00					
5.20					
5.40					
5.60					
5.80					

Contenido de humedad	0.0 %
Ángulo de Rozamiento interno	39.0 °
Cohesión efectiva	0.00 kg/cm ²

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



**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO CORTE DIRECTO**

CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

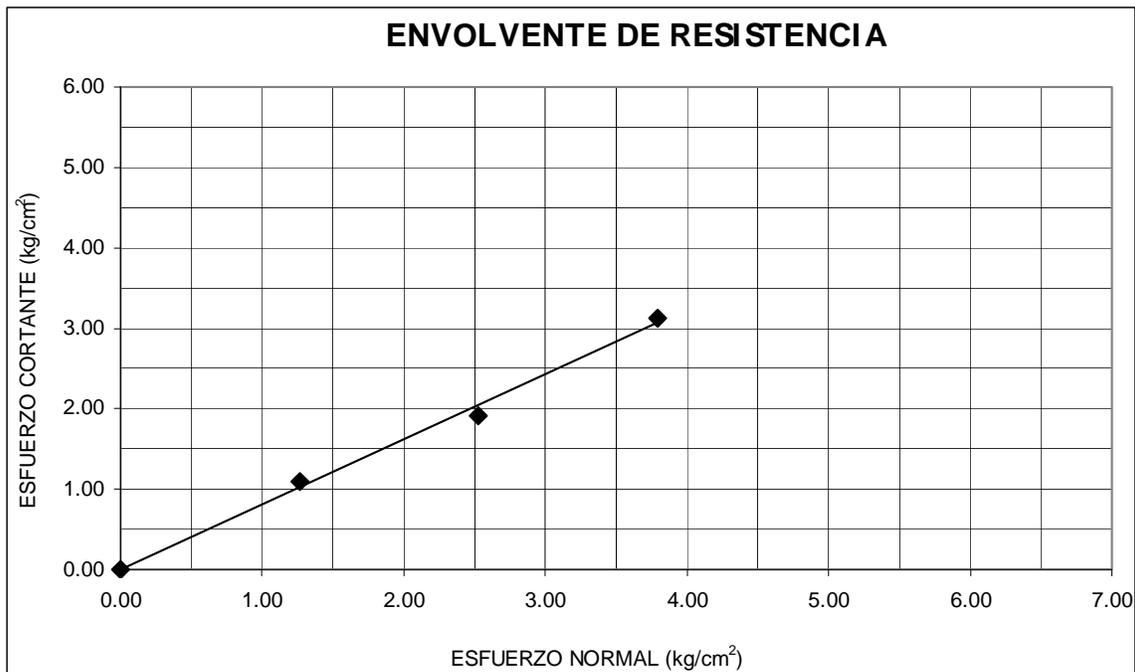
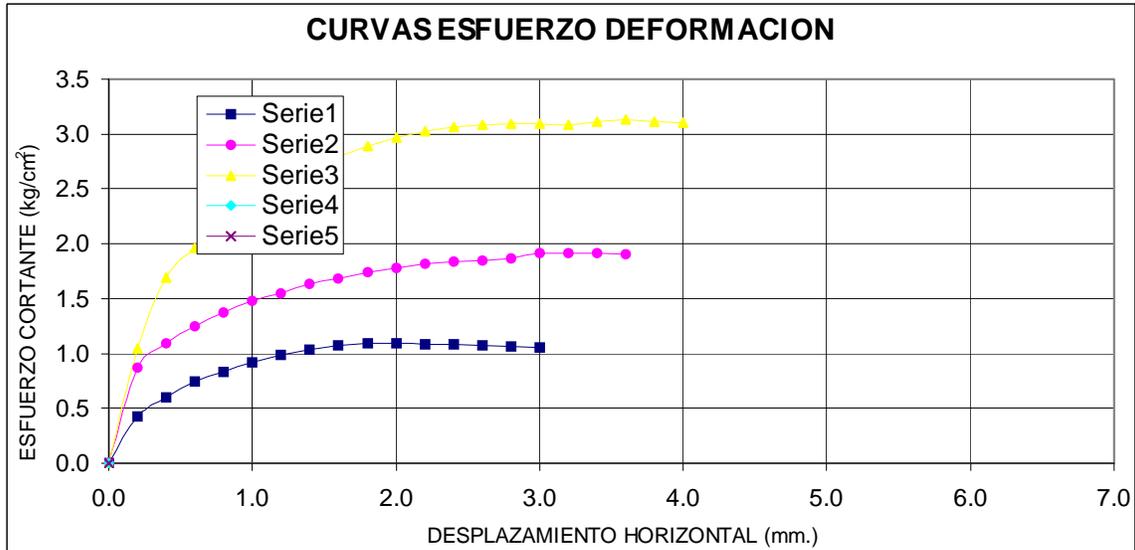
PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA M - 7A

UBICACIÓN Camana P.J. Juan Pablo

PROFUNDIDAD :

FECHA 20/08/2001



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

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 - 7A

PROFUNDIDAD :

UBICACIÓN : Camana P.J. Juan Pablo

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7141.00	7122.00	7138.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2917.00	2898.00	2914.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.167	2.153	2.165

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	2.162 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7579.00	7586.00	7590.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3355.00	3362.00	3366.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.493	2.498	2.501

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.497 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 - 2

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Camana Pucchun

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	6658.00	6670.00	6682.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2434.00	2446.00	2458.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.809	1.817	1.826

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.817 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	6944.00	6944.00	6943.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2720.00	2720.00	2719.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1245.17	1239.13	1233.10
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.184	2.195	2.205

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.195 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 : 2.20 m.

UBICACIÓN : Camana Enace - La Pampa

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7245.00	7259.00	7261.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3021.00	3035.00	3037.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.245	2.255	2.257

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	2.252 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7799.00	7849.00	7844.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3575.00	3625.00	3620.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.656	2.694	2.690

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.680 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 : 1.80 m.

UBICACIÓN : San Gregorio Habitat

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7245.00	7248.00	7248.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3021.00	3024.00	3024.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.245	2.247	2.247

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	2.246 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7799.00	7849.00	7844.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3575.00	3625.00	3620.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.656	2.694	2.690

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.680 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 : 3.20 m.

UBICACIÓN : Camana Pucchun

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7417.00	7376.00	7386.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3193.00	3152.00	3162.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.373	2.342	2.350

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	2.355 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7957.00	7950.00	7953.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3733.00	3726.00	3729.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.774	2.769	2.771

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.771 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 :

UBICACIÓN : Camana Pucchun

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	6994.00	6996.00	6991.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2770.00	2772.00	2767.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.058	2.060	2.056

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	2.058 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7311.00	7325.00	7336.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3087.00	3101.00	3112.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.294	2.304	2.312

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.303 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 - 12

PROFUNDIDAD : 0.50 m.

UBICACIÓN : Jr. Moquegua Camana

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	5184.00	5181.00	5194.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	960.00	957.00	970.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	936.90	936.90	936.90
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.025	1.021	1.035

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.027 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	5513.00	5520.00	5518.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	1289.00	1296.00	1294.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	936.90	936.90	936.90
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.376	1.383	1.381

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.380 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 - 13

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : Camana Sr. De Luren

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	6838.00	6818.00	6830.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2614.00	2594.00	2606.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.942	1.927	1.936

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.935 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7353.00	7344.00	7350.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3129.00	3120.00	3126.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.325	2.318	2.323

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.322 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 - 9

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Nov.

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	6609.00	6610.00	6609.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2385.00	2386.00	2385.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.772	1.773	1.772

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.772 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7069.00	7069.00	7069.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2845.00	2845.00	2845.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.114	2.114	2.114

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.114 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 - 15

PROFUNDIDAD : 1.90 m.

UBICACIÓN : Camana Jr. Moquegua

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7156.00	7189.00	7172.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2932.00	2965.00	2948.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.179	2.203	2.190

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	2.191 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7574.00	7593.00	7588.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3350.00	3369.00	3364.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.489	2.503	2.500

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.497 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 - 14

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Urb. Sn Francisco de Asis

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	6795.00	6793.00	6787.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2571.00	2569.00	2563.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.910	1.909	1.904

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.908 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7148.00	7160.00	7164.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2924.00	2936.00	2940.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.173	2.182	2.185

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.180 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 - 11

PROFUNDIDAD : 2.10 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Nov.

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	6895.00	6907.00	6909.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	2671.00	2683.00	2685.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.985	1.994	1.995

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	1.991 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	7345.00	7357.00	7360.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	3121.00	3133.00	3136.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	1345.82	1345.82	1345.82
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	2.319	2.328	2.330

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	2.326 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 - 10

PROFUNDIDAD : 1.30 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Noviembre

FECHA : 20/08/2001

PESO ESPECIFICO MINIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	5014.00	5010.00	5007.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	790.00	786.00	783.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	936.90	936.90	936.90
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	0.843	0.839	0.836

PESO ESPECIFICO MINIMO PROMEDIO	0.839 g/cm³
--	-------------------------------

PESO ESPECIFICO MAXIMO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO MOLDE (g)	4224.00	4224.00	4224.00
PESO MOLDE + SUELO (g)	5330.00	5322.00	5335.00
PESO SECO DE LA MUESTRA (g)	1106.00	1098.00	1111.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	936.90	936.90	936.90
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	1.180	1.172	1.186

PESO ESPECIFICO MAXIMO PROMEDIO	1.179 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

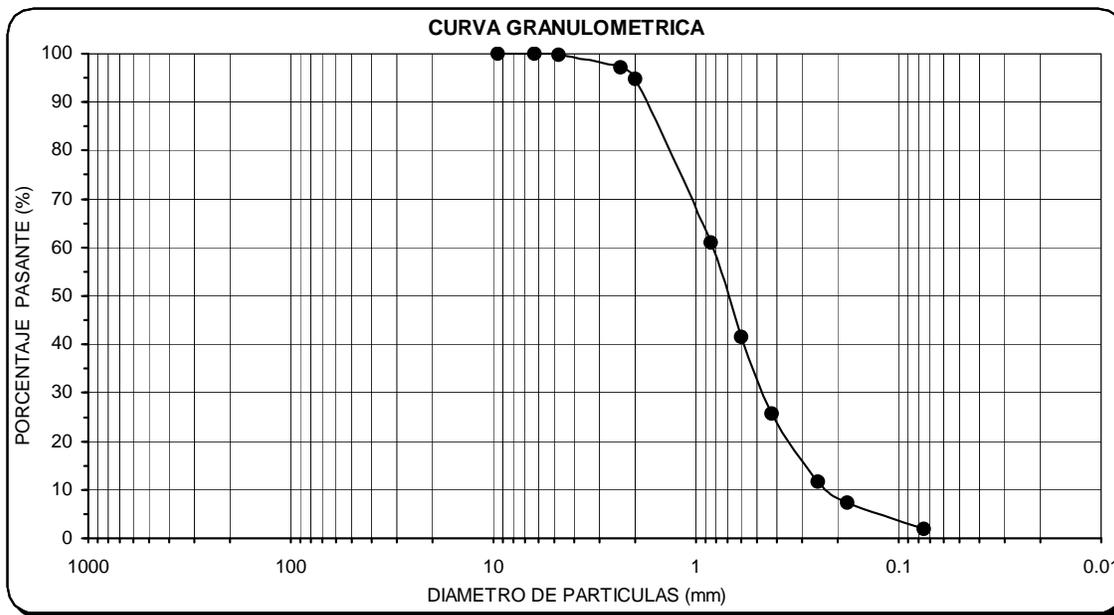
MUESTRA : M - 7A

PROFUNDIDAD :

UBICACIÓN : Camana P.J. Juan Pablo

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.23 D ₃₀ 0.47 D ₅₀ 0.69 D ₆₀ 0.84 C _u 3.59 C _c 1.15
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	0.30	99.94	
N° 4	4.75	1.20	99.70	
N° 8	2.36	12.20	97.24	
N° 10	2.00	12.30	94.76	CLASIFICACION SUCS SP ARENA POBREMENTE GRADUADA
N° 20	0.850	167.20	61.07	
N° 30	0.600	97.20	41.49	
N° 40	0.425	78.20	25.73	
N° 60	0.250	70.00	11.63	
N° 80	0.180	20.80	7.44	
N° 200	0.075	27.00	1.99	
BANDEJA		9.90	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

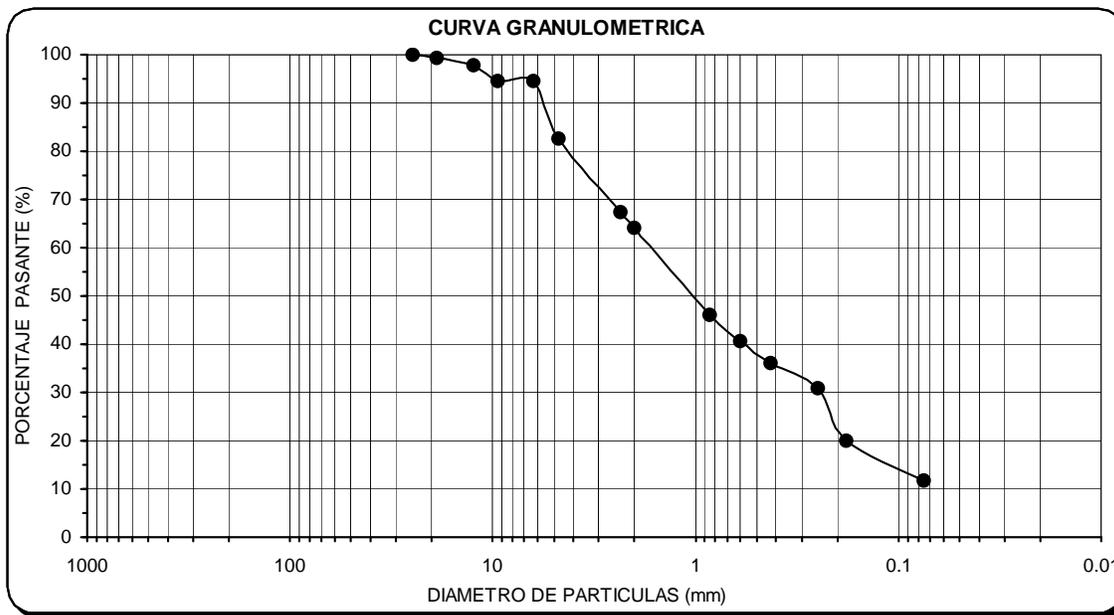
MUESTRA : M - 2

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Camana Pucchun

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 0.24 D ₅₀ 1.05 D ₆₀ 1.67 C _u 26.61 C _c 0.55
2"	50.0			
1 1/2"	37.5			
1"	25.0		100.00	
3/4"	19.0	9.30	99.43	
1/2"	12.5	26.60	97.81	
3/8"	9.50	53.40	94.55	
1/4"	6.30	0.00	94.55	
N° 4	4.75	194.30	82.69	
N° 8	2.36	251.20	67.35	
N° 10	2.00	53.00	64.12	CLASIFICACION SUCS
N° 20	0.850	296.80	46.00	
N° 30	0.600	87.00	40.69	
N° 40	0.425	74.60	36.14	
N° 60	0.250	86.00	30.89	
N° 80	0.180	177.30	20.06	
N° 200	0.075	136.00	11.76	
BANDEJA		192.70	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

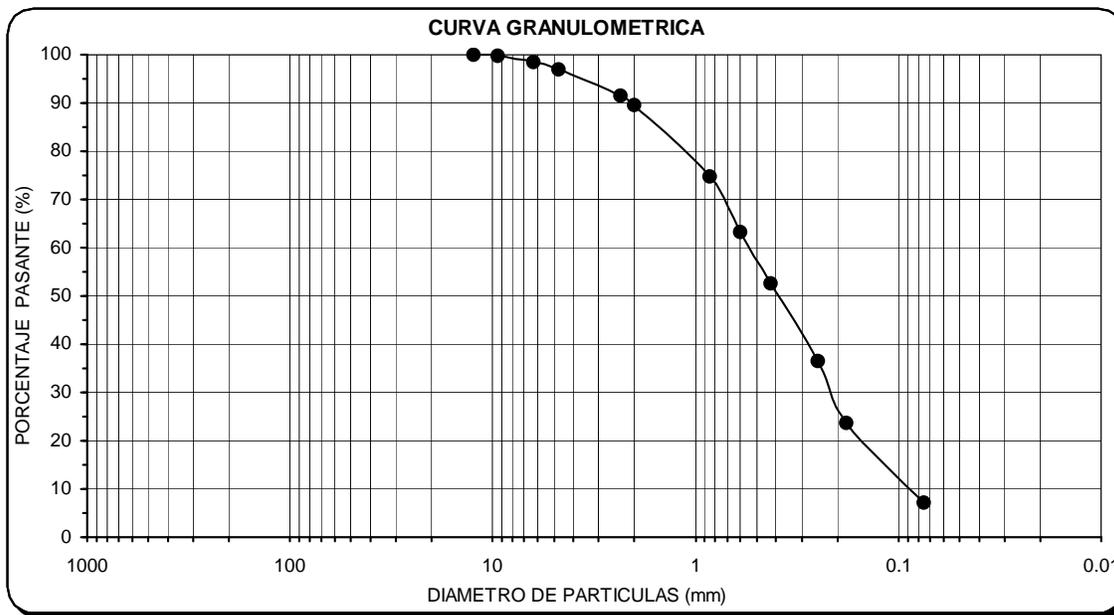
MUESTRA : M - 8

PROFUNDIDAD : 2.20 m.

UBICACIÓN : Camana Enace - La Pampa

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 0.22 D ₅₀ 0.39 D ₆₀ 0.53 C _u 5.98 C _c 1.01
2"	50.0			
1 1/2"	37.5			
1"	25.0			
3/4"	19.0			
1/2"	12.5		100.00	
3/8"	9.50	1.50	99.70	
1/4"	6.30	6.10	98.47	
N° 4	4.75	7.90	96.88	
N° 8	2.36	26.60	91.52	
N° 10	2.00	10.00	89.51	CLASIFICACION SUCS
N° 20	0.850	72.90	74.83	
N° 30	0.600	57.00	63.35	
N° 40	0.425	53.80	52.52	
N° 60	0.250	79.10	36.59	
N° 80	0.180	63.70	23.76	
N° 200	0.075	82.60	7.13	
BANDEJA		35.40	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

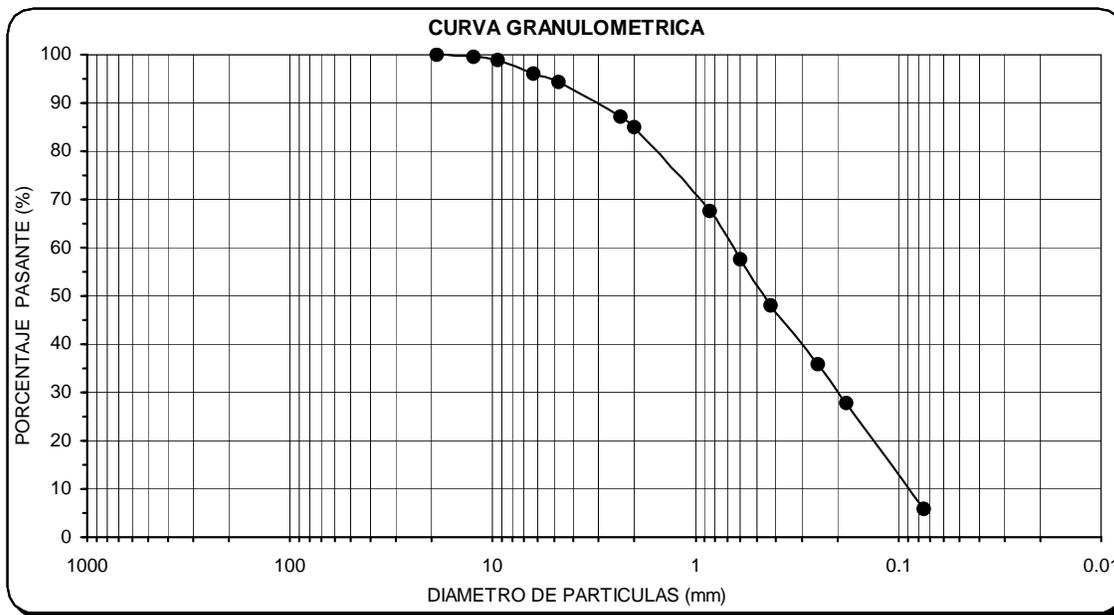
MUESTRA : M - 5

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : San Gregorio Habitat

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 0.20 D ₅₀ 0.46 D ₆₀ 0.64 C _u 7.40 C _c 0.70
2"	50.0			
1 1/2"	37.5			
1"	25.0			
3/4"	19.0		100.00	
1/2"	12.5	2.60	99.48	
3/8"	9.50	2.30	99.02	
1/4"	6.30	14.30	96.16	
N° 4	4.75	8.90	94.39	
N° 8	2.36	35.70	87.26	
N° 10	2.00	11.50	84.96	CLASIFICACION SUCS SP - SM ARENA POBREMENTE GRADUADA - ARENA LIMOSA
N° 20	0.850	87.30	67.52	
N° 30	0.600	49.50	57.63	
N° 40	0.425	47.60	48.12	
N° 60	0.250	60.80	35.98	
N° 80	0.180	41.00	27.79	
N° 200	0.075	109.30	5.95	
BANDEJA		29.80	0.00	



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

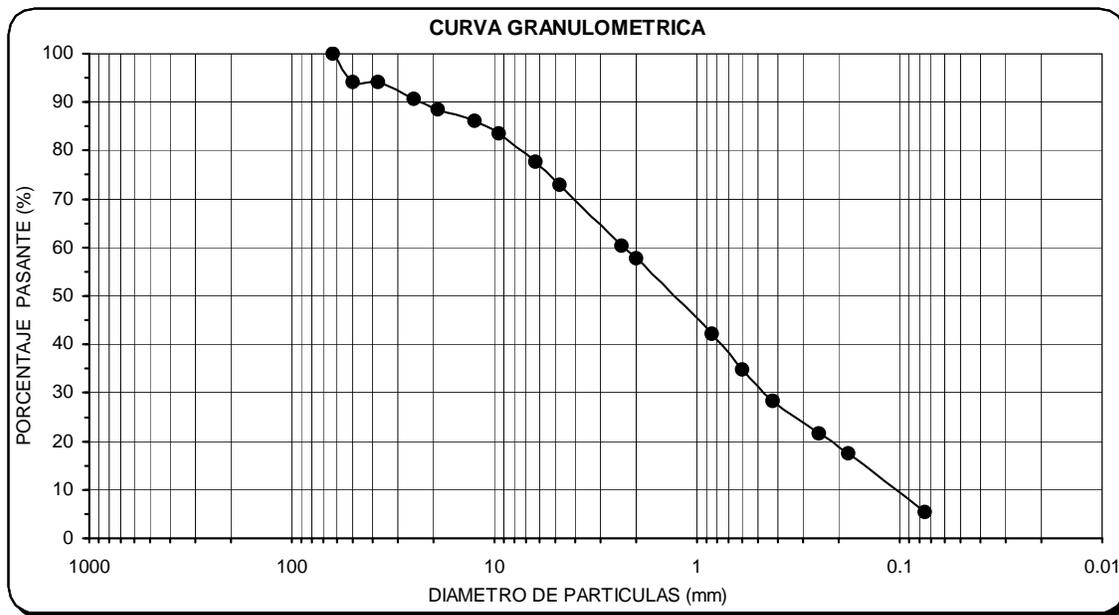


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO
 CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA
PROYECTO : Mapas de Peligros
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : 3.20 m.

UBICACIÓN : Camana Pucchun
FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0		100.00	D ₁₀ 0.10 D ₃₀ 0.48 D ₅₀ 1.31 D ₆₀ 2.32 C _u 22.39 C _c 0.94
2"	50.0	266.70	94.15	
1 1/2"	37.5	0.00	94.15	
1"	25.0	153.40	90.79	
3/4"	19.0	101.40	88.56	
1/2"	12.5	111.40	86.12	
3/8"	9.50	113.10	83.64	
1/4"	6.30	274.40	77.62	
N° 4	4.75	211.10	72.99	
N° 8	2.36	85.60	60.41	
N° 10	2.00	18.30	57.72	
N° 20	0.850	106.20	42.12	
N° 30	0.600	50.10	34.76	
N° 40	0.425	44.10	28.28	
N° 60	0.250	45.10	21.66	
N° 80	0.180	27.40	17.63	
N° 200	0.075	83.10	5.42	
BANDEJA		36.90	0.00	
CLASIFICACION SUCS				SP - SM ARENA POBREMENTE GRADUADA - ARENA LIMOSA
CLASIFICACION SUCS				
CLASIFICACION SUCS				



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

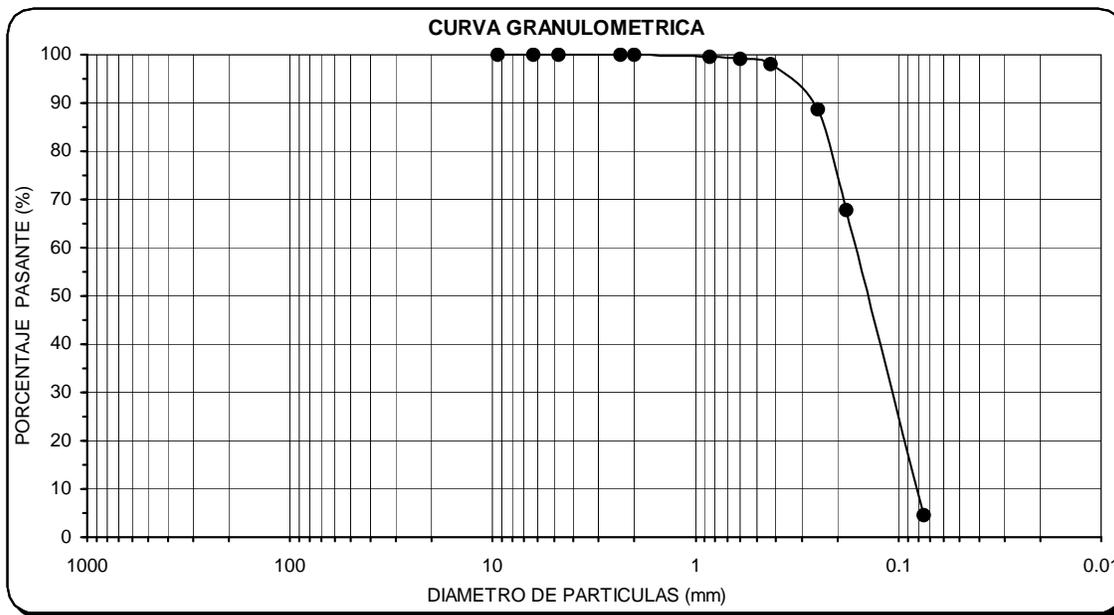
MUESTRA : M - 3

PROFUNDIDAD :

UBICACIÓN : Camana Pucchun

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.08 D ₃₀ 0.11 D ₅₀ 0.14 D ₆₀ 0.16 C _u 2.00 C _c 0.88
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	0.40	99.92	
N° 4	4.75	0.00	99.92	
N° 8	2.36	0.10	99.90	
N° 10	2.00	0.00	99.90	CLASIFICACION SUCS SP ARENA POBREMENTE GRADUADA
N° 20	0.850	2.20	99.46	
N° 30	0.600	1.70	99.12	
N° 40	0.425	5.20	98.08	
N° 60	0.250	46.70	88.74	
N° 80	0.180	104.70	67.79	
N° 200	0.075	316.60	4.46	
BANDEJA		22.30	0.00	



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

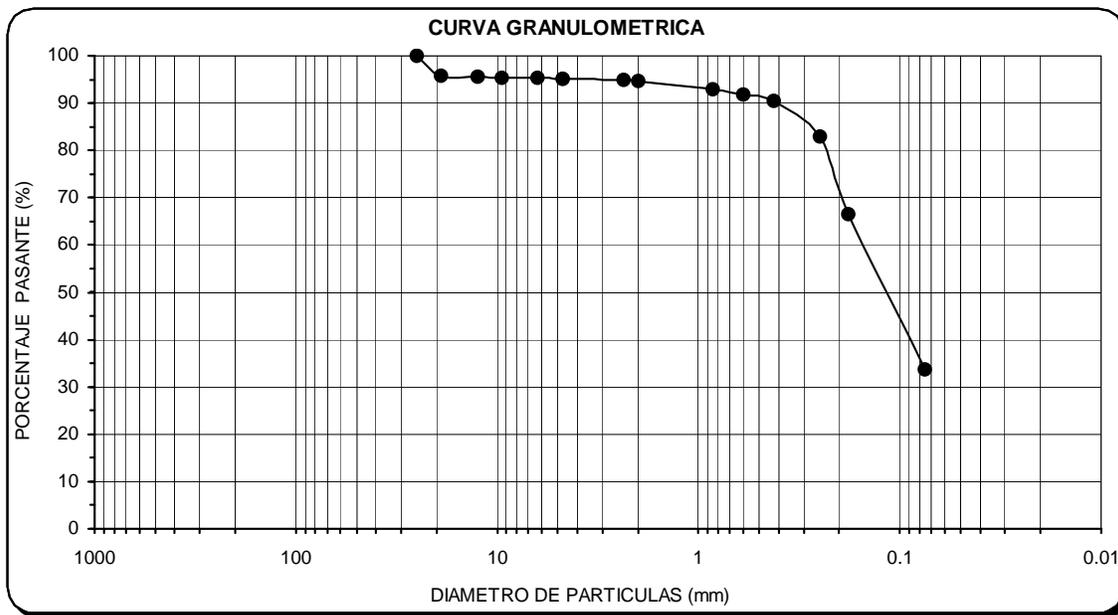


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO
 CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA
PROYECTO : Mapas de Peligros
MUESTRA : M - 12
PROFUNDIDAD : 0.50 m.

UBICACIÓN : Jr. Moquegua Camana
FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.04 D ₃₀ 0.07 D ₅₀ 0.12 D ₆₀ 0.15 C _u 3.99 C _c 0.80
2"	50.0			
1 1/2"	37.5			
1"	25.0		100.00	
3/4"	19.0	21.50	95.70	
1/2"	12.5	1.10	95.48	
3/8"	9.50	0.20	95.44	
1/4"	6.30	0.80	95.28	
N° 4	4.75	0.40	95.20	
N° 8	2.36	2.00	94.80	
N° 10	2.00	0.40	94.72	CLASIFICACION SUCS
N° 20	0.850	8.60	93.00	
N° 30	0.600	5.70	91.86	
N° 40	0.425	7.50	90.36	
N° 60	0.250	37.60	82.84	
N° 80	0.180	81.30	66.58	
N° 200	0.075	164.30	33.72	
BANDEJA		168.60	0.00	
SM				
ARENA LIMOSA				



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

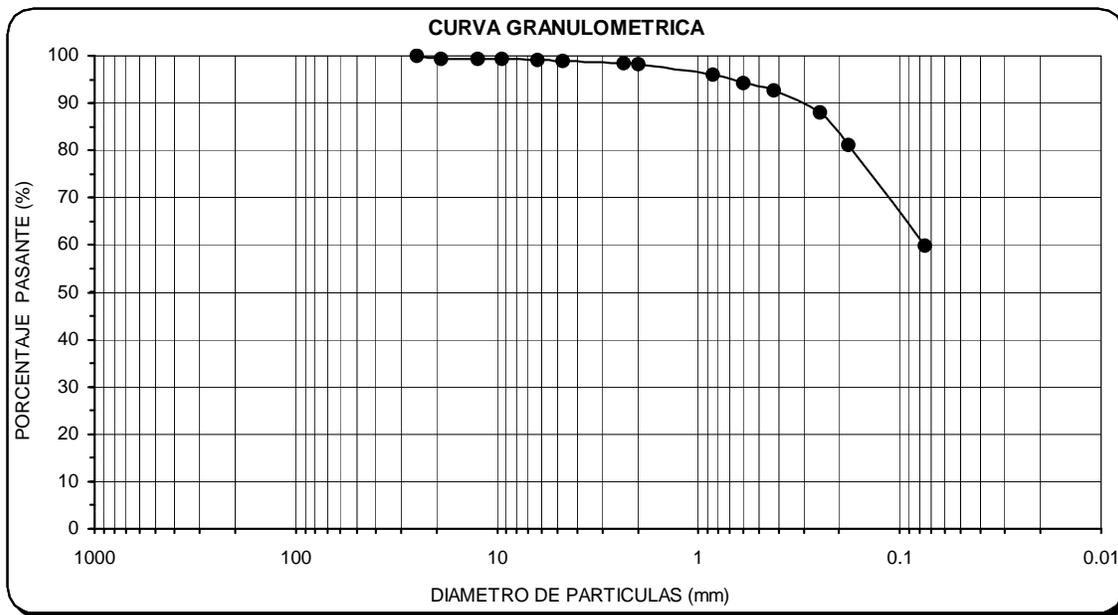


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO
 CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA
PROYECTO : Mapas de Peligros
MUESTRA : M - 13
PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : Camana Sr. De Luren
FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.02 D ₃₀ 0.03 D ₅₀ 0.05 D ₆₀ 0.08 C _u 4.80 C _c 0.73
2"	50.0			
1 1/2"	37.5			
1"	25.0		100.00	
3/4"	19.0	3.70	99.38	
1/2"	12.5	0.00	99.38	
3/8"	9.50	0.00	99.38	
1/4"	6.30	1.90	99.07	
N° 4	4.75	1.30	98.85	
N° 8	2.36	2.70	98.40	
N° 10	2.00	1.30	98.18	CLASIFICACION SUCS
N° 20	0.850	13.20	95.98	
N° 30	0.600	10.70	94.19	
N° 40	0.425	9.50	92.61	
N° 60	0.250	28.00	87.94	
N° 80	0.180	41.20	81.06	
N° 200	0.075	127.20	59.84	
BANDEJA		358.70	0.00	
CL				
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD				



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



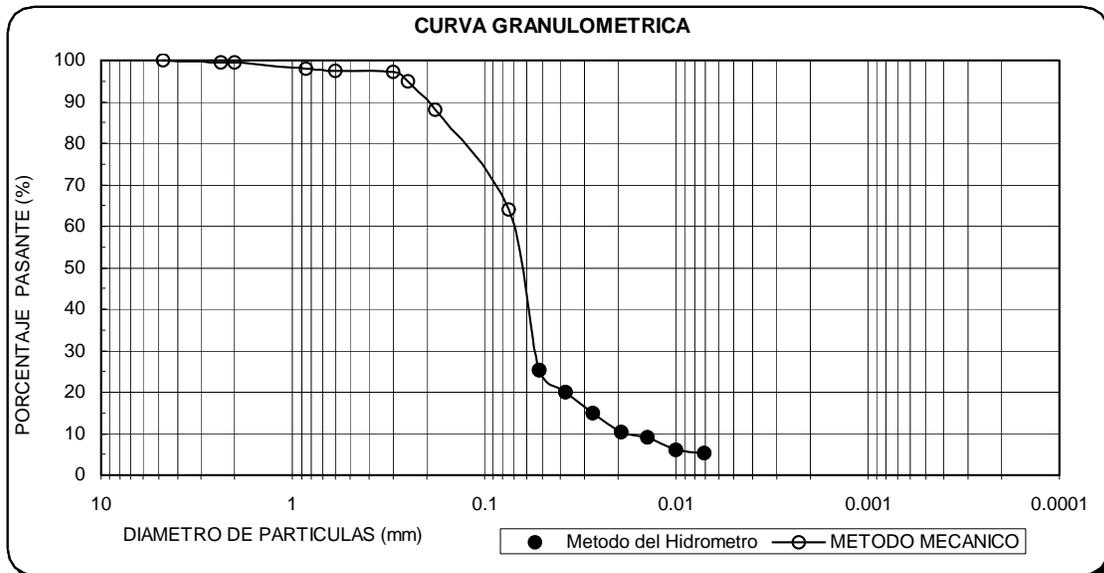
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO
 CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA
PROYECTO : Mapas de Peligros
MUESTRA : M - 9
PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Nov.
FECHA : 20/08/2001

GRANULOMETRIA METODO DEL HIDROMETRO	Ttrans	Temp	Lreal H	L Corre	% mas fina	corr me	L de tabla	l/t	K tabla	D mm
	1.00	17.20	22.00	19.34	25.35	23.00	12.70	12.70	0.0145	0.0517
	2.00	17.10	18.00	15.34	20.10	19.00	13.30	6.65	0.0146	0.0375
	4.00	17.10	14.00	11.34	14.86	15.00	13.80	3.45	0.0146	0.0270
	8.00	17.50	10.50	7.90	10.35	11.50	14.40	1.80	0.0144	0.0193
	15.00	17.90	9.50	6.98	9.15	10.50	14.60	0.97	0.0142	0.0140
	30.00	18.70	7.00	4.64	6.08	8.00	15.00	0.50	0.0141	0.0100
	60.00	20.00	6.00	4.00	5.24	7.00	15.20	0.25	0.0141	0.0071

GRANULOMETRIA METODO MECANICO	Amieles AST	Abertura (m)	Peso retenido	% Que pasa	Deciles - Coeficientes	
	N° 4	4.75		100.00		D ₁₀ 0.02 D ₃₀ 0.06 D ₅₀ 0.07 D ₆₀ 0.08 C _u 4.57 C _c 2.15
	N° 8	2.36	2.50	99.58		
	N° 10	2.00	1.00	99.42		
	N° 20	0.85	8.20	98.05		
	N° 30	0.60	3.10	97.53		
	N° 50	0.30	2.30	97.15		
	N° 60	0.25	12.90	95.00		
	N° 80	0.18	40.60	88.23		
	N° 200	0.08	144.50	64.13		
BANDEJA		384.60				



CLASIFICACION SUCS	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
---------------------------	-----------	---------------------------------

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

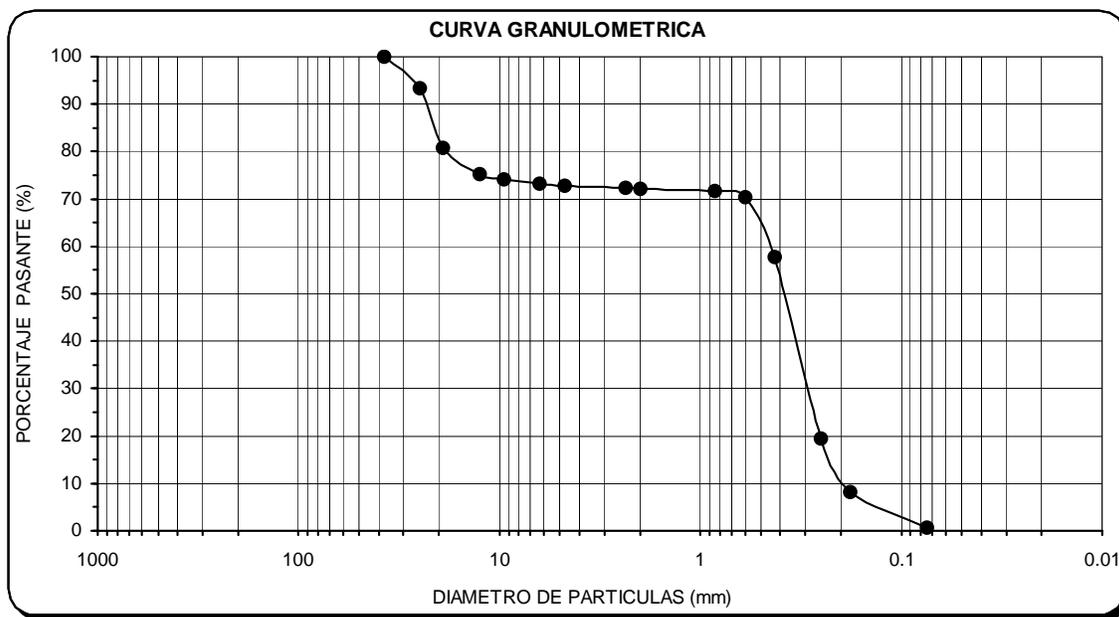


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO MECANICO
 CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA
PROYECTO : Mapas de Peligros
MUESTRA : M - 15
PROFUNDIDAD : 1.90 m.

UBICACIÓN : Camana Jr. Moquegua
FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.20 D ₃₀ 0.29 D ₅₀ 0.38 D ₆₀ 0.44 C _u 2.23 C _c 1.00
2"	50.0			
1 1/2"	37.5		100.00	
1"	25.0	236.80	93.40	
3/4"	19.0	456.20	80.69	
1/2"	12.5	196.10	75.22	
3/8"	9.50	40.30	74.10	
1/4"	6.30	31.10	73.23	
N° 4	4.75	19.60	72.68	
N° 8	2.36	3.00	72.25	
N° 10	2.00	0.40	72.19	CLASIFICACION SUCS
N° 20	0.850	3.90	71.62	
N° 30	0.600	8.30	70.41	
N° 40	0.425	87.10	57.71	
N° 60	0.250	261.70	19.54	
N° 80	0.180	77.60	8.23	
N° 200	0.075	52.50	0.57	
BANDEJA		3.90	0.00	
SP				
ARENA POBREMENTE GRADUADA				



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

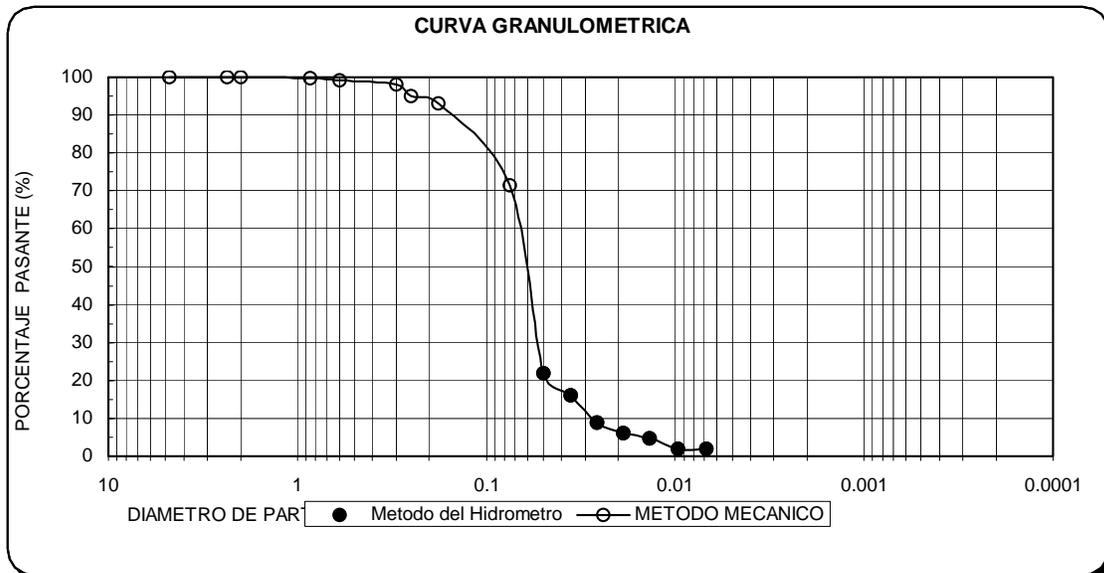


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO
 CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA
PROYECTO : Mapas de Peligros
MUESTRA : M - 14
PROFUNDIDAD : 1.80 m.
UBICACIÓN : Urb. Sn Francisco de Asi
FECHA : 20/08/2001

GRANULOMETRIA METODO DEL HIDROMETRO	Ttrans	Temp	Lreal H	L Corre	% mas fino	corr me	L de tabla	l/t	K tabla	D mm
	1.00	21.00	17.00	15.20	21.85	18.00	13.30	13.30	0.0137	0.0500
	2.00	20.80	13.00	11.16	16.04	14.00	14.00	7.00	0.0136	0.0359
	4.00	20.90	8.00	6.18	8.88	9.00	14.80	3.70	0.0135	0.0260
	8.00	21.30	6.00	4.26	6.12	7.00	15.20	1.90	0.0136	0.0187
	15.00	21.50	5.00	3.30	4.74	6.00	15.30	1.02	0.0135	0.0136
	30.00	22.10	3.00	1.43	2.06	4.00	15.60	0.52	0.0135	0.0097
	60.00	22.10	3.00	1.43	2.06	4.00	15.60	0.26	0.0135	0.0069

GRANULOMETRIA METODO MECANICO	Amices AST	Apertura (m)	Peso retenido	% Que pasa	Deciles - Coeficientes D ₁₀ 0.03 D ₃₀ 0.05 D ₅₀ 0.06 D ₆₀ 0.07 C _u 2.37 C _c 1.56
	N° 4	4.75		100.00	
	N° 8	2.36	0.30	99.94	
	N° 10	2.00	0.00	99.94	
	N° 20	0.85	1.00	99.74	
	N° 30	0.60	2.70	99.20	
	N° 50	0.30	6.30	97.94	
	N° 60	0.25	14.40	95.06	
	N° 80	0.18	10.40	92.98	
	N° 200	0.08	108.00	71.38	
BANDEJA		356.90			



CLASIFICACION SUCS	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
---------------------------	-----------	---------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra (alterada) 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

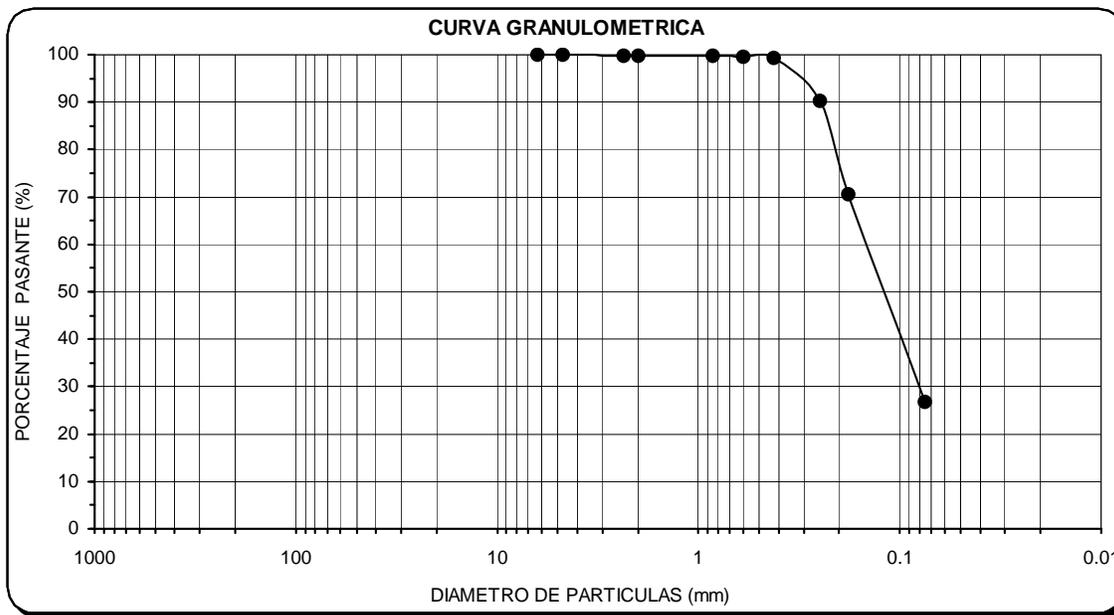
MUESTRA : M - 11

PROFUNDIDAD : 2.10 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Nov.

FECHA : 20/08/2001

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Que pasa	Deciles - Coeficientes	
2 1/2"	63.0			D ₁₀ 0.05 D ₃₀ 0.08 D ₅₀ 0.12 D ₆₀ 0.15 C _u 2.73 C _c 0.84	
2"	50.0				
1 1/2"	37.5				
1"	25.0				
3/4"	19.0				
1/2"	12.5				
3/8"	9.50				
1/4"	6.30		100.00		
N° 4	4.75	0.40	99.92		
N° 8	2.36	0.40	99.84		
N° 10	2.00	0.10	99.82	CLASIFICACION SUCS	
N° 20	0.850	0.60	99.70		
N° 30	0.600	0.30	99.64		
N° 40	0.425	1.30	99.38		
N° 60	0.250	46.10	90.16		
N° 80	0.180	97.50	70.66		
N° 200	0.075	219.10	26.84		
BANDEJA		134.20	0.00		
					SM
					ARENA LIMOSA



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

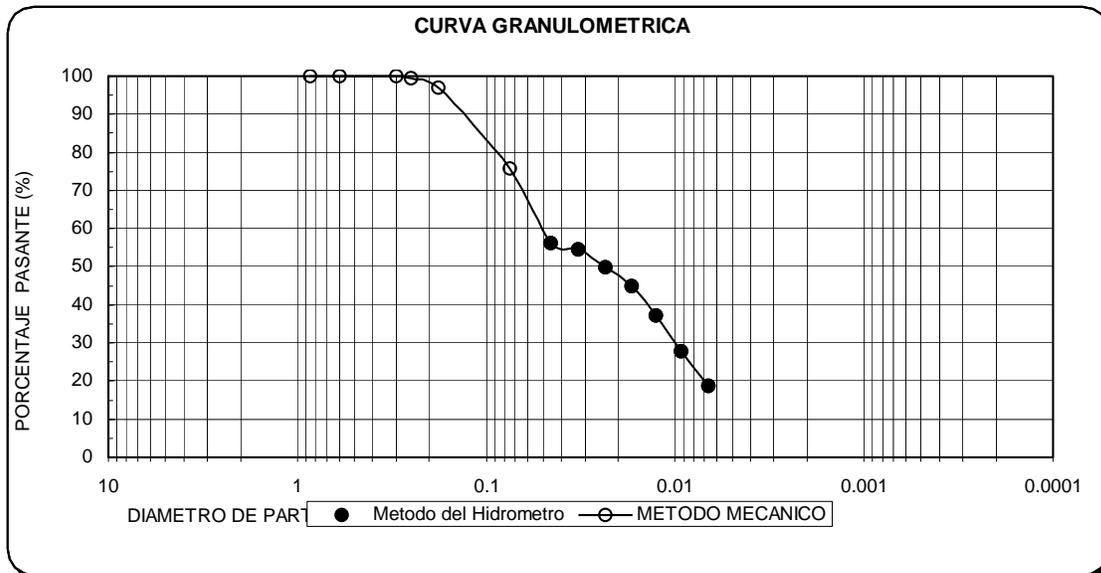


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO GRANULOMETRICO
 CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA
PROYECTO : Mapas de Peligros
MUESTRA : M - 10
PROFUNDIDAD : 1.30 m.
UBICACIÓN : Camana 9 de Noviembre
FECHA : 20/08/2001

GRANULOMETRIA METODO DEL HIDROMETRO	Ttrans	Temp	Lreal H	L Corre	% mas fino	corr me	L de tabla	l/t	K tabla	D mm
	1.00	20.00	37.00	35.00	56.08	38.00	10.10	10.10	0.0144	0.0458
	2.00	20.10	36.00	34.02	54.51	37.00	10.20	5.10	0.0144	0.0325
	4.00	20.20	33.00	31.04	49.74	34.00	10.70	2.68	0.0144	0.0236
	8.00	20.20	30.00	28.04	44.93	31.00	11.20	1.40	0.0143	0.0169
	15.00	20.80	25.00	23.16	37.11	26.00	12.20	0.81	0.0141	0.0127
	30.00	21.60	19.00	17.32	27.75	20.00	13.20	0.44	0.0140	0.0093
	60.00	22.80	13.00	11.64	18.65	14.00	14.00	0.23	0.0139	0.0067

GRANULOMETRIA METODO MECANICO	tamices ASTM	apertura (m)	Peso retenido	% Que pasa	Deciles - Coeficientes D ₁₀ 0.00 D ₃₀ 0.01 D ₅₀ 0.02 D ₆₀ 0.05 C _u 10.33 C _c 0.40
	N° 4	4.75			
	N° 8	2.36			
	N° 10	2.00			
	N° 20	0.85		100.00	
	N° 30	0.60	0.20	99.96	
	N° 50	0.30	0.10	99.94	
	N° 60	0.25	1.90	99.56	
	N° 80	0.18	13.10	96.94	
	N° 200	0.08	106.10	75.72	
BADEJA			378.60	0.00	



CLASIFICACION SUCS	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
---------------------------	-----------	---------------------------------

OBSERVACIONES: La muestra (alterada) 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 - 7A

PROFUNDIDAD :

UBICACIÓN : Camana P.J. Juan Pablo

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1347.20	
Peso de la fiola + agua	(g)	1254.00	
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		2.64	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.64
--	-------------

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 - 2

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : Camana Pucchun

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1348.40	
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		2.67	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.67
--	-------------

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 : 2.20 m.

UBICACIÓN : Camana Enace - La Pampa

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1351.70	
Peso de la fiola + agua	(g)	1258.80	
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 - 5

PROFUNDIDAD : 1.80 m.

UBICACIÓN : San Gregorio Habitat

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1351.70	
Peso de la fiola + agua	(g)	1258.80	
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 : 3.20 m.

UBICACIÓN : Camana Pucchun

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1346.20	
Peso de la fiola + agua	(g)	1250.90	
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		2.74	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.74
--	-------------

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 :

UBICACIÓN : Camana Pucchun

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1342.20	
Peso de la fiola + agua	(g)	1249.00	
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		2.64	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.64
--	-------------

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 - 12

PROFUNDIDAD : 0.50 m.

UBICACIÓN : Jr. Moquegua Camana

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1348.30	
Peso de la fiola + agua	(g)	1255.50	
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		2.62	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.62
--	-------------

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 - 13

PROFUNDIDAD : 1.60 m.

UBICACIÓN : Camana Sr. De Luren

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1347.50	
Peso de la fiola + agua	(g)	1253.30	
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		2.69	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.69
--	-------------

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 - 9

PROFUNDIDAD : 0.60 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Nov.

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1342.60	
Peso de la fiola + agua	(g)	1251.20	
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		2.56	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.56
--	-------------

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 GRAVEDAD ESPECIFICA
CALLE PAUCARPATA S/N TELEF. 283143

SOLICITA : Convenio INDECI - UNSA

PROYECTO : Mapas de Peligros

MUESTRA : M - 15

PROFUNDIDAD : 1.90 m.

UBICACIÓN : Camana Jr. Moquegua

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1346.00	
Peso de la fiola + agua	(g)	1250.80	
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		2.74	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.74
--	-------------

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 - 14

PROFUNDIDAD 1.80 m.

UBICACIÓN Urb. Sn Francisco de Asis

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1343.80	
Peso de la fiola + agua	(g)	1251.10	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coefficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.62	

Gravedad específica de los sólidos promedio **2.62**

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 - 11

PROFUNDIDAD : 2.10 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Nov.

FECHA : 20/08/2001

ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1343.90	
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		2.61	

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 - 10

PROFUNDIDAD : 1.30 m.

UBICACIÓN : Camana 9 de Noviembre

FECHA : 20/08/2001

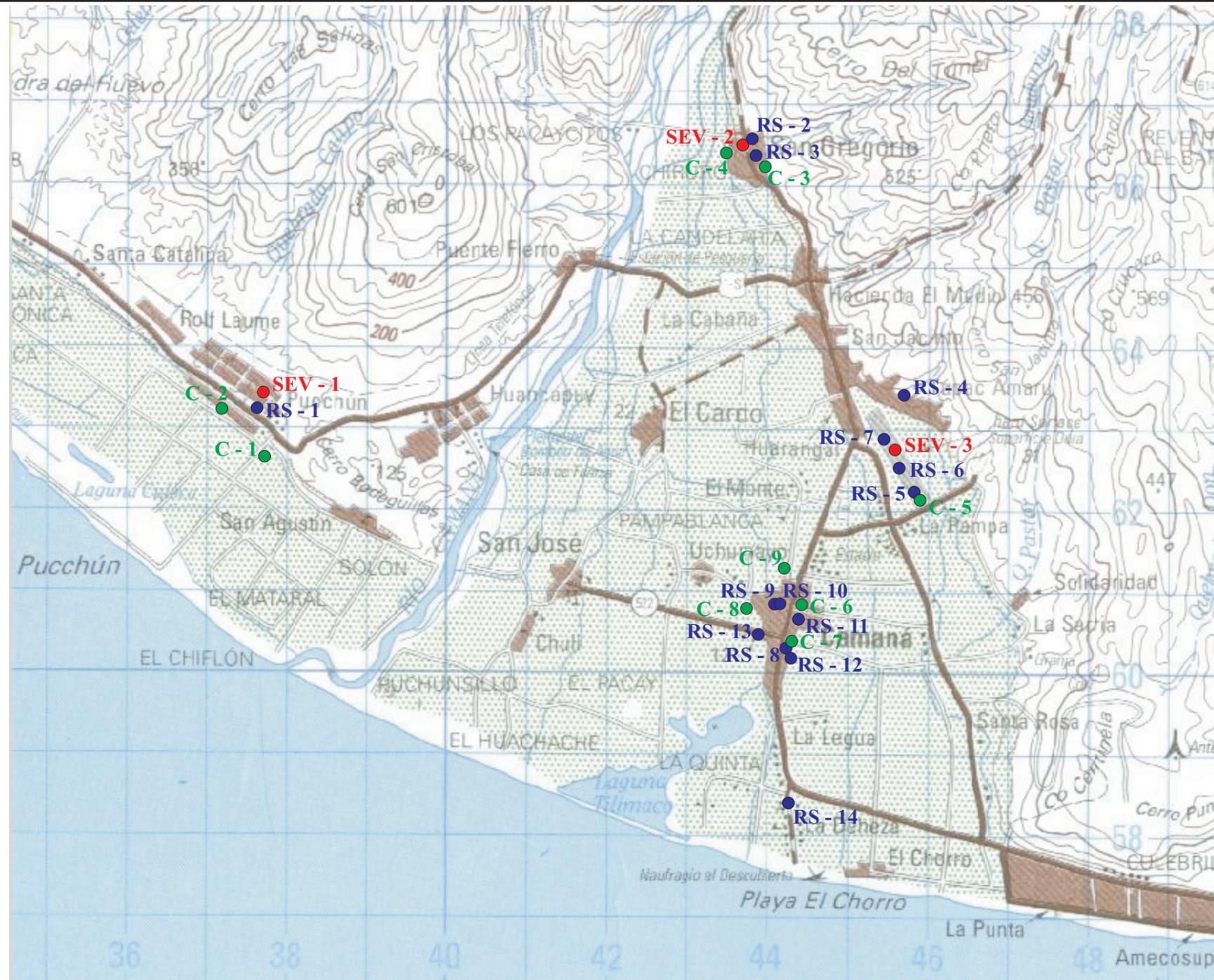
ENSAYO		1	2
Temperatura	(° C)	20.00	
Peso de la fiola + agua + muestra	(g)	1342.20	
Peso de la fiola + agua	(g)	1253.90	
Peso de la muestra seca	(g)	150.00	
Peso específico del agua	(g/cm ³)	1.00	
Coeficiente de corrección de temperatura	α	1.0000	
Gravedad específica de los sólidos		2.43	

Gravedad específica de los sólidos promedio	2.43
--	-------------

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. Mapa de inundaciones por efecto de Tsunami
3. Plano geotécnico de Camaná
4. Mapa de peligro por activación de quebradas
5. Peligro por inundación del río Camaná
6. Mapa de zonificación de peligros



LEYENDA

- Refracción Sísmica
- Sondajes Electricos Verticales
- Calicatas



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

PLANO DE UBICACION:
 (REFRACCION SISMICA, SONDAJES
 ELECTRICOS Y CALICATAS)

Fecha: setiembre, 2001

Plano. Nº 1



LEYENDA

- Suelos tipo I
- Suelos tipo II
- Suelos tipo III
- Suelos tipo IV


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

PLANO GEOTECNICO
DE CAMANA

Fecha: setiembre, 2001

Plano. N° 2



LEYENDA

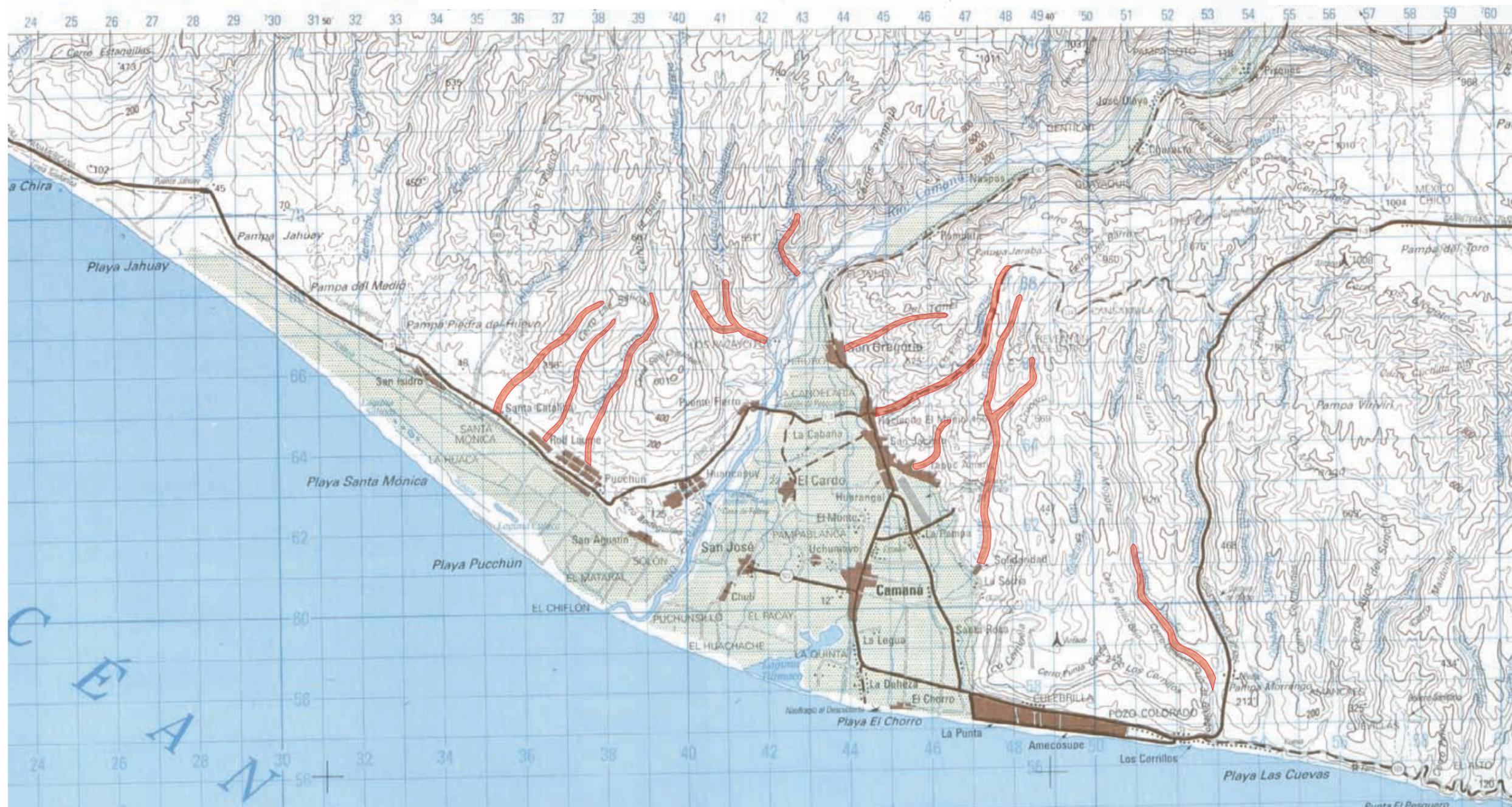
 Zona de Inundación

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

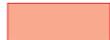
MAPA DE INUNDACIONES
POR EFECTO DE TSUNAMI

Fecha: setiembre, 2001

Plano. N° 3



LEYENDA

 Activación de Quebradas

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

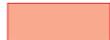
MAPA DE PELIGRO POR
INUNDACION DE QUEBRADAS

Fecha: setiembre, 2001

Plano. N° 4



LEYENDA

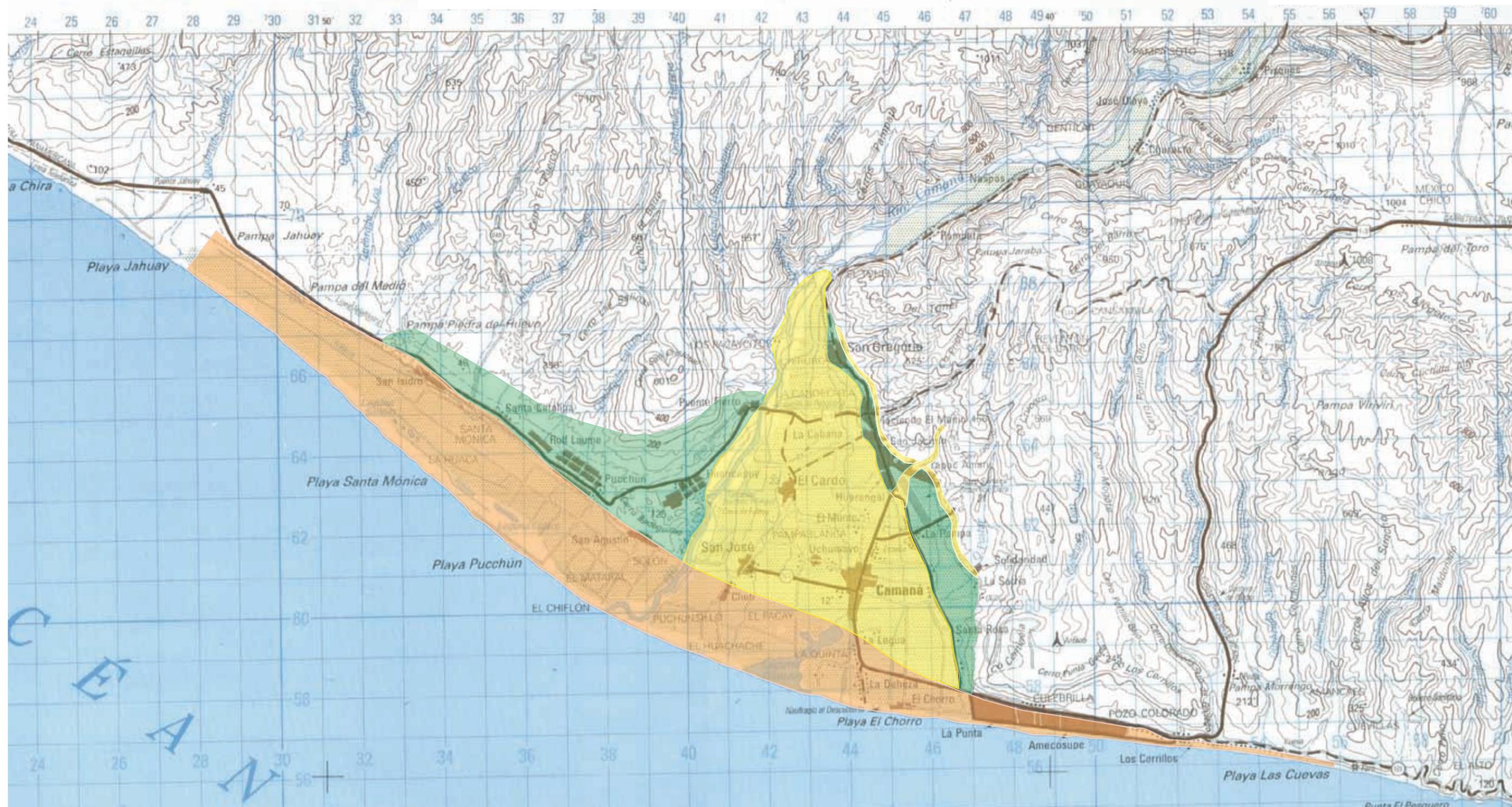
 Peligro por inundación


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

PELIGRO POR INUNDACIÓN
DEL RÍO CAMANA

Fecha: setiembre, 2001

Plano. N° 5



LEYENDA

- Peligroso
- Peligro Medio
- Bajo Peligro


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

ZONIFICACIÓN DE PELIGROS

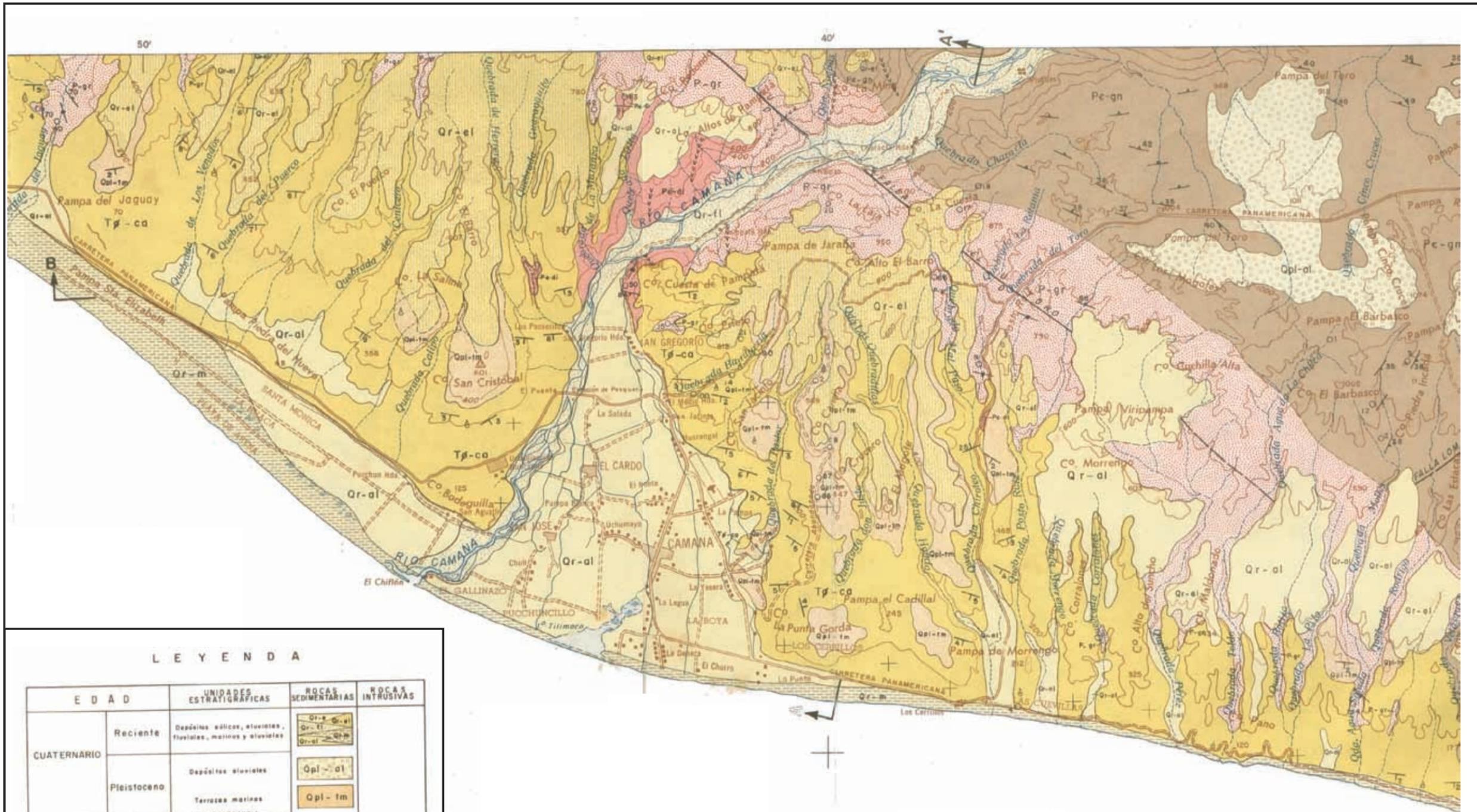
Fecha: setiembre, 2001

Plano. N° 6

LISTA DE FIGURAS



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA INSTITUTO GEOFISICO - UNSA CONVENIO UNSA INDECI
	MAPA DE UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO
Fecha: setiembre, 2001	Fig. N° 1



LEYENDA

EDAD	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS SEDIMENTARIAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	Reciente	Depositos aluviales, estuvarios, fluviales, marinos y aluviales	Qr-el, Qr-el, Qr-el
	Pleistoceno	Depositos aluviales	Qpl-al
		Terrazas marinas	Qpl-tm
DISCORDANCIA			
TERCIARIO	Oligoceno	Fm. Comanó	Tg-ca
DISC. ANGULAR			
CARBONIFERO	Superior	Gra. Tarma	Cs-to
DISC. ANGULAR			
PALEOZOICO INF. A PRECAMBRIANO	Complejo Basal de la Costa		P-gr
		Pc-gn	Pc-di



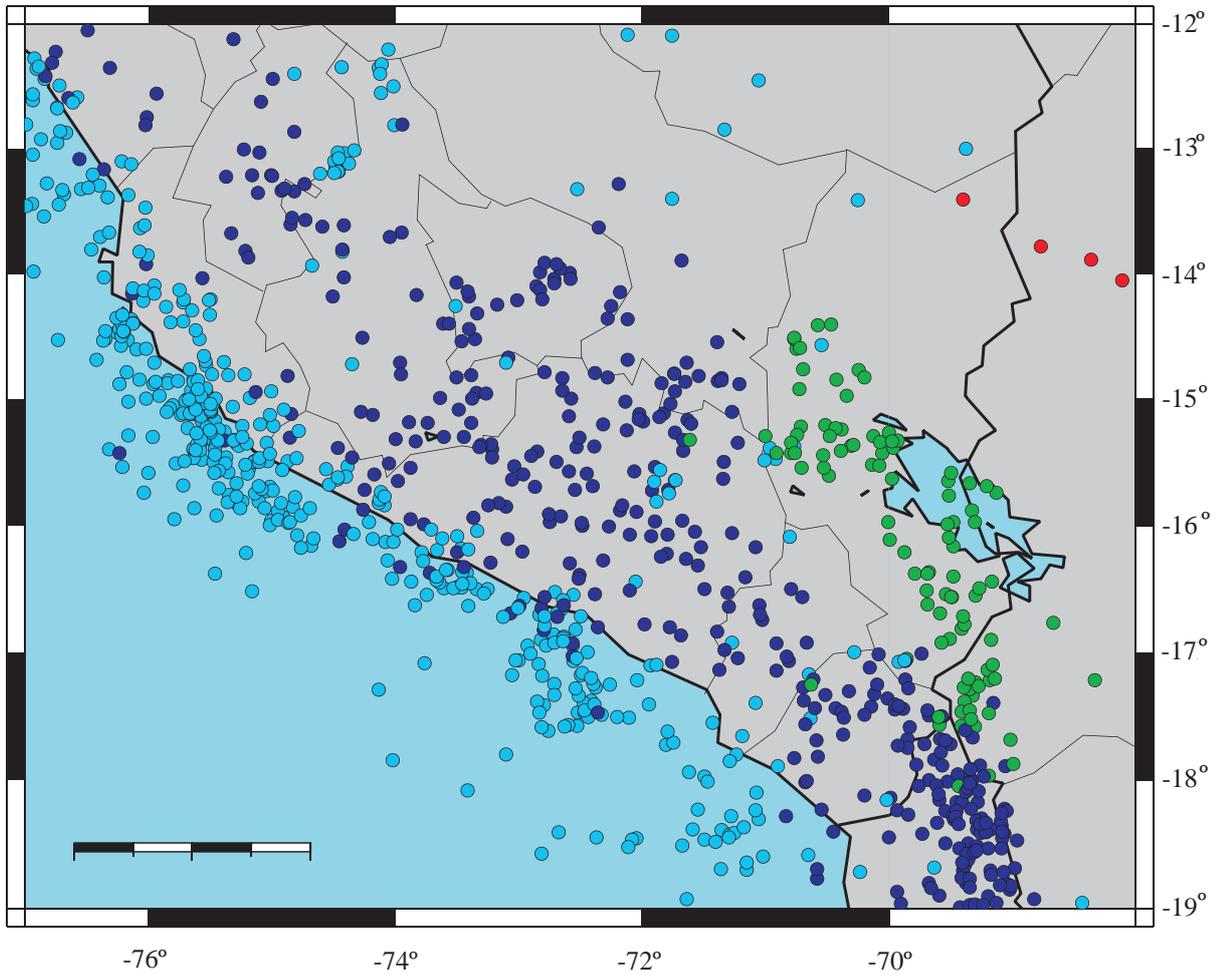
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
 INSTITUTO GEOFISICO - UNSA
 CONVENIO UNSA INDECI

MAPA GEOLÓGICO DE CAMANA

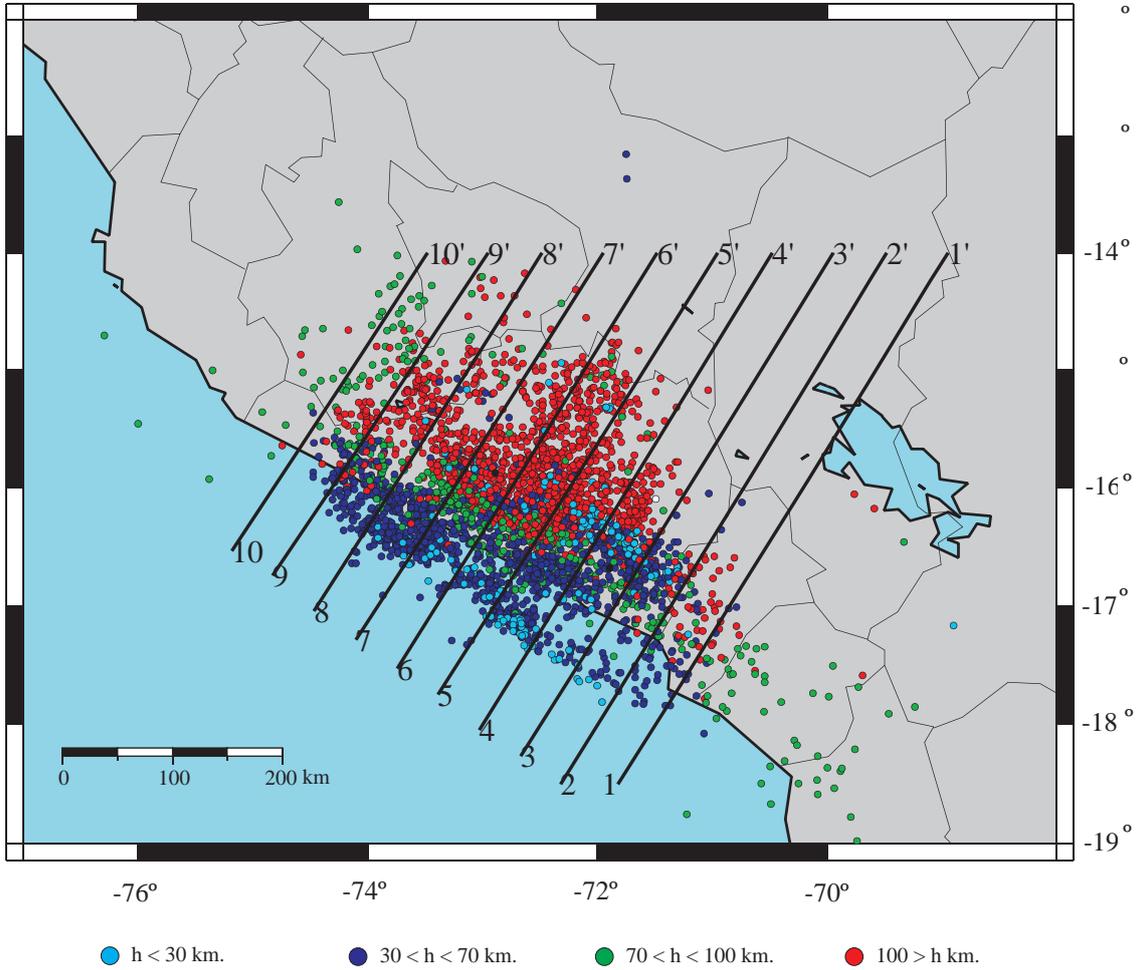
Fecha: setiembre, 2001

Fig. N° 2





 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA INSTITUTO GEOFISICO - UNSA CONVENIO UNSA - INDECI		
MAPA EPICENTRAL PERIODO 1964 - 1998		
Fecha: setiembre, 2001	Ref.: Engdahl	Fig. N° 07



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA INSTITUTO GEOFISICO - UNSA CONVENIO UNSA - INDECI		
MAPA EPICENTRAL CAMPAÑAS SISMICAS 1965, 1969, 1975-76 y 1985		
Fecha: setiembre, 2001	Ref.: Engdahl	Fig. N° 8

1/2000

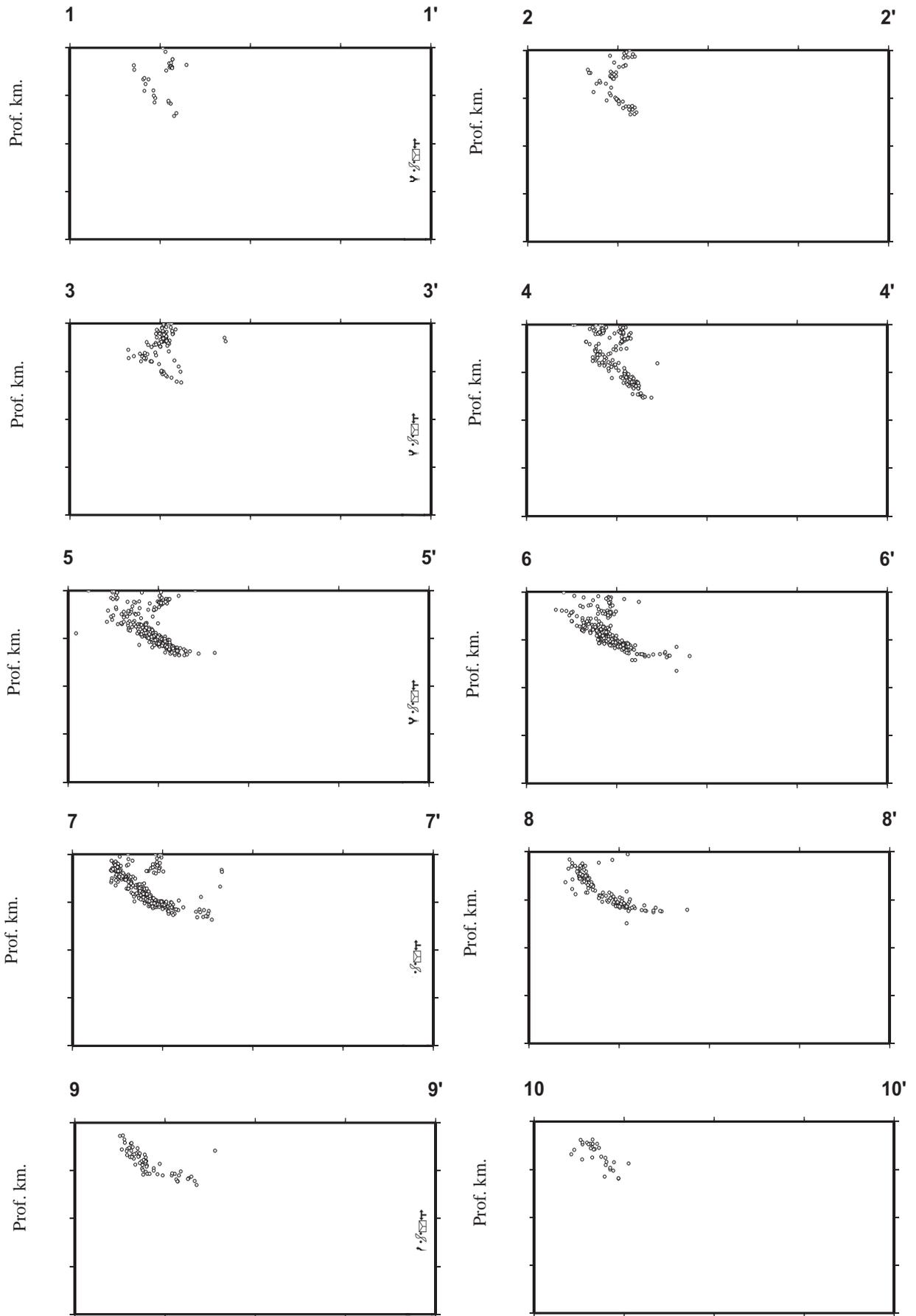
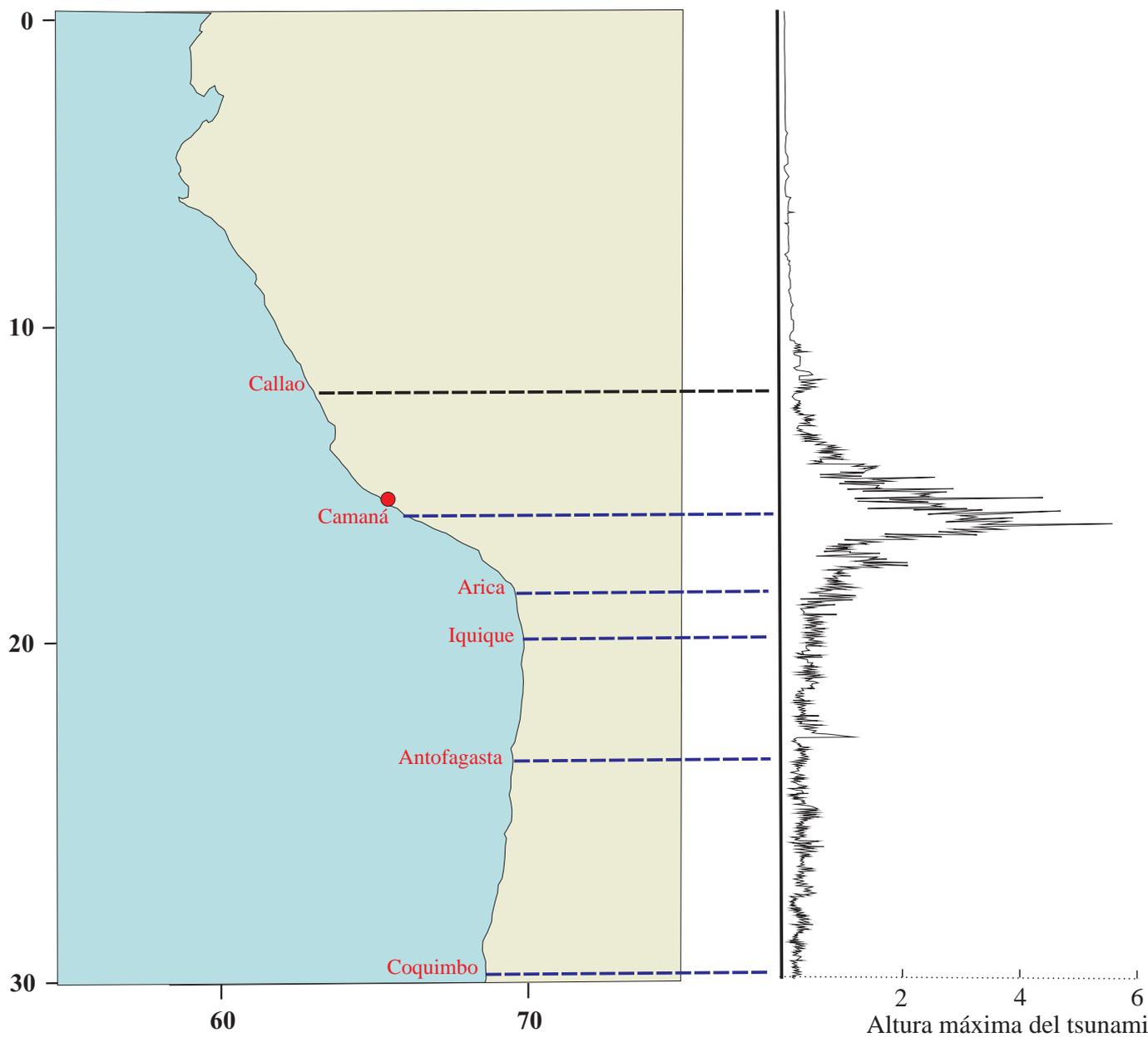


Fig. N° 9 SECCIONES SISMICAS



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA INSTITUTO GEOFISICO - UNSA CONVENIO UNSA - INDECI	
	REGISTRO DEL TSUNAMI	
Fecha: setiembre, 2001	Ref.: USGS	Fig. N° 10

FOTOS



Foto N° 01: Vista panorámica de la ciudad de Camaná y sus terrenos de cultivo, tomada desde la Urb. Juan Pablo Vizcardo y Guzmán.



Foto N° 2: Estratigrafía donde se observa las arenas y conglomerados en San Gregorio – Camaná



Foto N° 3: Exposición de estratos de la Formación Camaná, donde se observa la intercalación de areniscas de grano fino a grueso.



Foto N° 4: Daños moderados en la Urb. Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, Problemas de asentamientos en zonas de relleno y peligro por activación de quebradas.



Foto N° 05: Pista en Cerrillos afectados por el Tsunami - Camaná



Foto N° 06: Vista hacia la punta, se observa los efectos de socavamiento por acción del agua en el momento de su retorno al mar



Foto N° 07: Efectos del tsunami en viviendas, La Punta Camaná



Foto N° 08: Efectos del tsunami en viviendas, Cerrillos - Camaná



Foto N° 09: Efectos de socavamiento en cimentación, Cerrillos - Camaná



Foto N° 10: Efectos del tsunami en viviendas, Cerrillos - Camaná



Foto N° 11: Efectos del tsunami, donde se observa hasta donde llegó el agua de mar, Cerrillos - Camaná



Foto N° 12: Daños en viviendas por efecto del tsunami, Cerrillos - Camaná



Foto N° 13: Efectos del tsunami, Cerrillos - Camaná



Foto N° 14: Efectos del tsunami, Cerrillos - Camaná



Foto N° 15: Daños en viviendas por efectos del tsunami, Cerrillos - Camaná



Foto N° 16: Efectos del tsunami, Cerrillos - Camaná



Foto N° 17: Daños por efectos del tsunami en viviendas, La Punta - Camaná



Foto N° 18: Efectos de socavamiento en vía afirmada, Cerrillos - Camaná



Foto N° 19: Daños en vivienda por efectos del tsunami, La Punta - Camaná



Foto N° 20: Socavamiento del terreno, La punta - Camaná



Foto N° 21: Efectos del tsunami en terrenos de cultivo, próximo a la ciudad de Camaná



Foto N° 22: Efectos del tsunami en terrenos de cultivo, en Pucchun - Camaná



Foto N° 23: Efectos del tsunami en terrenos de cultivo, Pucchun - Camaná



Foto N° 24: Efectos del tsunami en viviendas, La Punta – Camaná



Foto N° 25: Daños en vías por efectos del tsunami, La Punta - Camaná



Foto N° 26: Pequeñas lagunas remanentes por efectos del tsunami, La Punta - Camaná



Foto N° 27: Destrucción de muros y viviendas por el tsunami en viviendas, La Punta – Camaná



Foto N° 28: Efectos del tsunami en viviendas, La Punta - Camaná



Foto N° 29: Ingreso del tsunami al pueblo de Deheza



Foto N° 30: Ingreso del tsunami en la boca del río Camaná



Foto N° 31: Daños en los terrenos de cultivos por efectos del tsunami en la zona de Pucchun - Camaná