

DISTRITO DE PAMPACOLCA

INFORME FINAL

ESTUDIOS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDAS Y ZONIFICACIÓN INTEGRAL DE RIESGOS EN LA CAPITAL DISTRITAL DEL AMBITO DEL PGRD - COPASA

1.- INTRODUCCION

1.1 Generalidades

El presente documento corresponde al Informe Final, de los estudios desarrollados, en la localidad de Pampacolca concordancia a lo indicado en el Item 7.3 a), b) y c) de nuestra Propuesta Técnica, el cual ha sido preparado en base a la evaluación de la información existente y trabajos de campo.

Toda la información obtenida en campo y gabinete, ha sido muy útil para poder realizar la evaluación de la Vulnerabilidad de las viviendas de Pampacolca, complementariamente se ha analizado la información referente a la Microzonificación Sísmica y Geotécnica de Pampacolca que nos ha sido proporcionada por COPASA.

1.2 Ubicación y Accesibilidad (Plano P-01)

El estudio que se ha realizado, corresponde a la localidad del distrito de Pampacolca, la misma que pertenece a la provincia de Castilla del departamento de Arequipa.

La localidad de Pampacolca está ubicada a una altura de 2800 m.s.n.m. Las calles son estrechas y predomina las construcciones de adobe, es de manifestar que en esta localidad un buen número de viviendas son de material noble de concreto armado con muros de ladrillo confinados.

Su ubicación Geográfica es la siguiente:

Longitud Oeste : 72° 34' 18``

Latitud Sur : 15°42'36``

Para llegar a la zona de trabajo, se utiliza la vía Arequipa – Pampas de Majes hasta el desvío Camaná - Aplao, que pasando por Corire se continúa por la carretera hasta encontrar un desvío carretero, uno a la izquierda que se va a Pampacolca y otra a la derecha que se dirige a Viraco.

Todo el trayecto desde Arequipa hasta Viraco, se utiliza un tiempo aproximado de 6 a 7 horas. Una hora aproximadamente antes de llegar a Viraco hay un desvío hacia la izquierda denominado “la curva” en Tipan que se dirige hacia Pampacolca. Aproximadamente de Arequipa a Pampacolca existe una distancia de 260 Km.

1.3.- Antecedentes.

El Plan Operativo General del Proyecto “Gestión de Riesgos de Desastres Naturales con Enfoque en Seguridad Alimentaria”, contempla la ejecución de Análisis de Vulnerabilidad de Viviendas como parte de la Zonificación Integral de Riesgos en capitales distritales del ámbito de intervención.

Los antecedentes revisados y evaluados para la preparación del presente informe, son los siguientes:

- Plano Geológico del Cuadrángulo de Chuquibamba, Hoja 32 q, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico 1984.
- Planos de catastro urbano (COFOPRI) de Pampacolca, 1:1000
- Informe Técnico: Microzonificación Sísmica y Geotécnica de Pampacolca. Ing. Calixtro Yanqui Murillo .Septiembre 2003.
- Términos de referencia para la Contratación de Consultor de Ingeniería que Realizará los Estudios de Análisis de Vulnerabilidad de Viviendas y Zonificación Integral de Riesgos en Capitales Distritales del Ambito del PGRD-COPASA
- Propuesta Técnica Estudios de Análisis de Vulnerabilidad de Viviendas y Zonificación Integral de Riesgos en Capitales Distritales del Ambito del PGRD – COPASA, del Consultor Ing. Hernán Umeres Riveros. Agosto del 2005.

1.4 Objeto del Estudio

El objetivo de este Estudio corresponde al resultado final de los estudios realizados, los mismos que con la aplicación de la Metodología para la ejecución del Análisis de Vulnerabilidad de Viviendas y Zonificación Integral de Riesgos, se ha logrado elaborar los respectivos planos que ayudarán a disminuir el grado de exposición frente a amenazas

recurrentes, proteger la infraestructura existente y ayudara en la planificación urbana futura en zonas de menor riesgo ante amenazas de fenómenos naturales.

Dentro de los objetivos principales del siguiente Estudio tenemos metas que son:

- Efectuar una campaña de sensibilización sobre la vulnerabilidad de viviendas en acciones concertadas con instituciones, organizaciones y pobladores.
- Identificar una metodología para la zonificación de riesgos para la construcción de viviendas en las capitales distritales.
- Identificar propuestas tecnológicas para la construcción de viviendas con materiales de la zona y para familias de diferentes estratos socio-económicos.
- Asesorar a municipalidades distritales en la implementación de la zonificación de riesgos del ámbito urbano con respecto a la construcción de viviendas.
- Recomendar construir viviendas sismorresistentes con diferentes materiales y costos como módulos piloto.
- Reducir la vulnerabilidad de la población frente a fenómenos naturales recurrentes que afectan su seguridad alimentaria.
- Disminuir el grado de exposición frente a amenazas recurrentes, principalmente los sismos destructores.
- Proteger la infraestructura existente.

1.5 Método del Trabajo

El trabajo realizado para la presentación del presente informe, ha sido el siguiente:

a. Selección y Evaluación de la Información Existente

En esta etapa se ha revisado y evaluado, la documentación alcanzada por COPASA, la municipalidad del distrito de Pampacolca, Planos catastrales del distrito de Pampacolca, información del INGEMMET, IGP, Microzonificación Geotécnica Sísmica de Pampacolca, etc. También recibimos algunas informaciones verbales por parte de los pobladores de la zona en estudio.

b. Trabajo de Campo

Corresponde a la fase de toma de datos y evaluaciones in situ de las viviendas, en cuanto se refiere a la vulnerabilidad de las mismas, para ello se han utilizado formatos preparados

por COPASA, de acuerdo a la metodología que para este tipo de trabajos, así mismo se han desarrollado los trabajos complementarios geológicos, geomorfológicos y geodinámicos, que nos han permitido obtener los planos de zonificación integral de riesgos.

c. Trabajo de Gabinete

Se ha realizado un análisis integral de vulnerabilidad de las viviendas en la localidad de Pampacolca, habiendo obtenido una valoración con un predominio de determinado nivel de vulnerabilidad, según el cuadro de vulnerabilidad y valoración ponderada que aparece en Metodología de Análisis de Vulnerabilidad de Viviendas “Por tipo de comportamiento de edificaciones según el grado esperado” indicado en el cuadro del Item 1.3, todos los datos se encuentran en las matrices correspondientes que se presentaron en el informe de avance, así mismo los resultados se muestran en los planos respectivos. Se han efectuado los respectivos trabajos de Zonificación Integral de Riesgos, preparando para ellos los planos respectivos.

También se ha efectuado la revisión del informe técnico de Microzonificación Sísmica y Geotécnica de la localidad de Pampacolca, realizados por el Ing. Calixtro Yanqui para COPASA en el año del 2003, que contiene información de Geología, Geomorfología, Mecánica de Suelos, Zonificación Geotécnica y Zonificación Sísmica, los cuales han sido compatibilizados con la información complementaria que se ha obtenido de campo y procesamiento de gabinete.

- El consultor ha efectuado los trabajos de campo y efectuado la identificación de viviendas mediante toma de datos de cada vivienda evaluada y encuestada, georeferenciada mediante coordenadas con ayuda de GPS y planos existentes, evaluación de la vulnerabilidad física relacionada con los fenómenos naturales de geodinámica externa, evaluación de vulnerabilidad sísmica frente a fenómenos de geodinámica interna, evaluación de la vulnerabilidad social de los pobladores.

- El análisis de vulnerabilidad Integral se ha realizado en base a los valores ponderados obtenidos por persistencia o predominio de un determinado nivel de vulnerabilidad dentro de la franja del pavor porcentual asignado, para lo cual se ha aplicado los diferentes cuadros de tomas de datos, en base a las matrices de evaluación, los cuales se presentaron en los respectivos informes de avance.

En la toma de datos se ha utilizado las siguientes Matrices:

- 1.- Matriz N° 1, Para Análisis de Vulnerabilidad Física de Viviendas
- 2.- Matriz N° 2, Para Análisis de Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas
- 3.- Matriz N° 3, Para Análisis de Vulnerabilidad Social.

MATRIZ N° 1

MATRIZ N°1 PARA ANALISIS DE VULNERABILIDAD FISICA DE VIVIENDAS								
DISTRITO :			ANEXO :			FECHA DE EVALUACION :		
SECTOR :			MANZANA :			RESPONSABLE :		
CODIGO DE VIVIENDA	UBICACIÓN GEOGRAFICA		% DE VALORACION DE SEGURIDAD				VULNERABILIDAD	
	SUR	OESTE	Muy Insegura (S1)	Insegura (S2)	Moderada Segura (S3)	Segura (S4)	% Valoración dominante	NIVEL
	PARAMETROS VIV. MUY INSEGURA		PARAMETROS VIV. INSEGURA		PARAMETROS VIV. MOD. SEGURA		PARAMETROS VIV. SEGURA	
	.Const. En laderas con pendiente > 45° .Const. A menos de 10m de taludes inest. .Const. A menos de 10m de huaycos y Q .Const. Por debajo de rasante de calles y vías de drenaje pluvial.		.Const. En laderas con pendiente 30°- 45° .Const. A menos de 20m de taludes inest. .Const. A menos de 20m de huaycos y Q .Const. Por debajo de rasante de calles y vías con drenaje pluvial insuficiente.		.Const. En laderas con pendiente < 30° .Const. A más de 20m de taludes inest. .Const. A más de 20m de huaycos y Q .Const. A nivel de rasante de calles y vías con drenaje pluvial precario.		.Const. Sobre terrenos de superficie llana .Const. muy alejado de taludes inest. .Const. muy alejado de huaycos y Q .Const. Por encima de rasante de calles y vías con buen sistema de drenaje pluvia.	

MATRIZ N° 2

MATRIZ N°2 PARA ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE VIVIENDAS								
DISTRITO :			ANEXO :			FECHA DE EVALUACION :		
SECTOR :			MANZANA :			RESPONSABLE :		
CODIGO DE VIVIENDA	UBICACIÓN GEOGRAFICA		% DE VALORACION DE COMPORTAMIENTO SISMICO DE VIVIENDAS				VULNERABILIDAD	
	SUR	OESTE	Muy Débiles (R1)	Débiles (R2)	Livianas (R3)	Resistentes (R4)	% Valoración dominante	NIVEL
	PARAMETROS VIV. MUY DÉBILES		PARAMETROS VIV. INSEGURA		PARAMETROS VIV. MOD. SEGURA		PARAMETROS VIV. SEGURA	
	.Const. Con adobe tradicional 40x60x20 .Const. Con cobertura ligera paja, estera. .Const. Const. sin refuerzo estructural. .Const. Con cimentación muy superficial de piedra y barro sobre suelo compresible. .Const. Con antigüedad >25 años. .Sin medidas de conservación y mantenimiento.		.Const. Con adobe estabilizado 40x40x10 .Const. Con cobertura flexible galvanizada. .Const. reforzada con malla y viga collar. .Cimentación superficial corrida de piedra y concreto simple sobre suelo blando. .Const. Con antigüedad entre 10-25 años. .Mal estado de conservación y mantenimiento.		.Const. Albañilería ladrillo/adobe estabilizado. .Const. Con cobertura flexible/concreto aligerado. .Const. con elementos estruct. de confinamiento. .Cimentación corrida de concreto simple sobre suelo blando con qa > 1.5 kg/cm2. .Const. Con antigüedad entre 5-10 años. .Regular estado de conservación y mantenim.		.Const. Albañilería ladrillo mecanizado. .Con cobertura rígida de C° reforzado. .con elementos estruct. de confinamiento. .Cimentación combinada con Zapatas y c. corrido sobre suelo con qa > 2kg/cm2 .Const. Con antigüedad menor a 5 años. .Buen estado de conservación y mantenim.	

MATRIZ N° 3

MATRIZ N°3 PARA ANALISIS DE VULNERABILIDAD SOCIAL								
DISTRITO :			ANEXO :			FECHA DE EVALUACION :		
SECTOR :			MANZANA :			RESPONSABLE :		
CODIGO DE VIVIENDA	GRADO DE INSTRUCCIÓN JEFES FAMILIA	ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL	INGRESO FAMILIAR (S/.)		VULNERABILIDAD POR NIVELES DE INGRESOS E INSTRUCCIÓN.			
			Jefes de familia (I1)	Hijos/otros (I2)	<S/.310.00+P Muy Alta	S/.310+460+P,M Alta	S/.460-1000+M Media	>S/.1000+M,S Baja
Grado de Instrucción:								
P=Primaria M=Secundaria S=Superior								

En el cuadro siguiente, se muestra la caracterización de los valores ponderados por niveles de exposición, de los factores que contemplan las matrices, par lo cual se ha tenido en cuenta mayormente a la vulnerabilidad física y sísmica, ya que la vulnerabilidad social corresponde mas a un factor para planeamiento urbano.

Cuadro N° 1: Valoración Ponderada Para la Vulnerabilidad

VULNERABILIDAD		VALORACIÓN PONDERADA	
NIVEL	CODIGO	CARACTERISTICA	%
Vulnerabilidad Alta.	VA	Vivienda caracterizada por persistencia de parámetros de vulnerabilidad Alta en los 3 componentes (S1,R1,I1)	100-70
Vulnerabilidad Media Alta.	VM-VA	Vivienda caracterizada por predominio de parámetros de VM sobre los de VA (S2,R2,I2)	50-70<
Vulnerabilidad Media Baja.	VM-VB	Vivienda caracterizada por predominio de parámetros de VB sobre los de VM (S3,R3,I3)	30-50<
Vulnerabilidad Baja	VB	Vivienda caracterizada por persistencia de parámetros de vulnerabilidad Baja en los 3 componentes (S4,R4,I4)	0-30<

Los resultados obtenidos del cuadro anterior, se han integrado con la evaluación de las amenazas geológicas, geodinámicas, para la preparación de los planos de vulnerabilidad integral, tomando también muy en consideración las características geotécnicas y dinámicas de los suelos.

Finalmente se han desarrollado y preparado los respectivos planos correspondientes a la Zonificación Integral de Riesgos, como son los mapas geológicos geomorfológicos, de amplificación sísmica o isoperíodos, de zonificación geotécnica sísmica y de Zonificación Integral de Riesgos.

1.6 Resultados de la Revisión y Evaluación de la Información Existente.

De los datos previos los mas importantes se refieren a la información geológica, catastral y de microzonificación geotécnica sísmica.

Con relación a la información geológica, el plano del cuadrángulo de Chuquibamba contiene información geológica regional que involucra a la localidad de Pampacolca, la

cual ha servido de base para la descripción de las unidades geomorfológicas y geológicas regionales.

Se puede manifestar en general que la información catastral, se ajusta adecuadamente a la zona de estudio, con los cuales se ha efectuado la respectiva toma de datos para el análisis de vulnerabilidad.

Con relación a la información del estudio de microzonificación geotécnica sísmica de la localidad de Pampacolca, se puede manifestar que en el plano se indican 9 sondeos de exploración, de los cuales 7 se han realizado en la zona distrital y 2 en anexos.

Con relación a los resultados al estado natural de compactación natural de los suelos, se ha observado que muchas capas estudiadas tienen un valor de compactación natural de 100% lo que no es posible, ya que los suelos cuaternarios naturalmente tienen una compactación entre 70 a 90% como máximo, por ello estos resultados tienen que ser tomados conservadoramente, para el trabajo que venimos desarrollando.

Por otro lado es necesario mencionar que en Pampacolca, con respecto a las propiedades dinámicas de los suelos, ellas han sido obtenidas en base a ecuaciones empíricas propuestas por varios autores, por lo que los resultados deben ser tomados en forma conservadora, hubiese sido conveniente la ejecución de pruebas directas de campo, ya sea usando el método de refracción sísmica o medición de microtrepidaciones, para obtener valores reales de la respuesta dinámica de los suelos.

2. REVISION DEL CATASTRO URBANO Y DE LA TOPOGRAFIA EXISTENTE.

En lo referente a este aspecto se tiene la siguiente información:

- Plano Catastral de la capital del Distrito de Pampacolca a escala 1:1000, elaborado por COFOPRI y proporcionado por COPASA.

Los planos catastrales que se han mencionado anteriormente, son coherentes para ser utilizados en el nivel del estudio que se viene realizando.

En lo que respecta a los planos topográficos se tiene:

- Plano topográfico a escala 1:100,000 Hoja 32 q, del Instituto Geográfico Nacional
- Plano topográfico de la zona digitalizado en Arc View, escala 1:100,000, proporcionado por COPASA.
- Fotografía aérea de Pampacolca proporcionado por COPASA

Esta información viene siendo utilizada para los trabajos de campo, en los cuales se confeccionará, los respectivos planos de vulnerabilidad de la localidad de Pampacolca y la integración de la información para los trabajos de riesgos.

3. ACTIVIDADES DE CAMPO Y GABINETE EJECUTADOS.

Los trabajos de campo en la localidad de Pampacolca han sido ejecutados en el mes de Octubre, en el cual se procedió a realizar la obtención de datos para la vulnerabilidad de Pampacolca, en los formatos (matrices 1, 2 y 3) correspondientes, así mismo se tomó la información respecto a la Geología, Geomorfología, Geodinámica, Sismicidad y Geotecnia del proyecto, para contrastarla con la existente.

Primeramente se desarrollaron trabajos de campo, en cuanto a la identificación de viviendas, mediante la toma de datos, encuestas y evaluación de cada vivienda, georeferenciándolas mediante coordenadas UTM con ayuda de GPS y los planos base, evaluación de la vulnerabilidad física relacionada con los fenómenos naturales de geodinámica externa, evaluación de vulnerabilidad sísmica frente a fenómenos de geodinámica interna, evaluación de la vulnerabilidad social de los pobladores.

Esta información corresponde a la verificación de la calidad y consistencia de la información revisada, particularmente en cuanto a los aspectos geológicos, geomorfológicos, geodinámicos, geotécnicos y sísmicos de la zona de estudio y finalmente se ha realizado la toma de datos en campo, en lo que respecta a las evaluaciones de vulnerabilidad de las viviendas.

En los trabajos que corresponden a la vulnerabilidad, se ha realizado la identificación en cada manzana y codificación de vivienda por vivienda, la evaluación física con la metodología aplicada del “Tipo de comportamiento de las edificaciones según el grado esperado”, también se realizó la evaluación de vulnerabilidad sísmica según el tipo de construcción, diseño estructural, calidad de materiales, procedimiento constructivo, características de los suelos y de la cimentación, antigüedad de la vivienda, estado de conservación y mantenimiento; luego se evaluó la vulnerabilidad social de los pobladores, que es un factor importante ya que con estos datos, se conoce si una familia que tiene ingresos económicos bajos, será muy vulnerable por que no tendrá la posibilidad de poder reconstruir su vivienda en forma segura.

Los trabajos realizados en el distrito de Pampacolca nos han permitido preparar los mapas de la vulnerabilidad física, sísmica y social del distrito antes mencionado, que al final han servido para los trabajos de Zonificación Integral de Riesgos.

En la toma de datos para la vulnerabilidad como se indicó anteriormente se utilizó las Matrices 1 de Vulnerabilidad Física, 2 de Vulnerabilidad Sísmica y 3 de Vulnerabilidad Social, cuyos formatos llenados, se adjuntaron el Segundo Informe de Avance.

Con relación a la Geotecnia, los resultados del proyecto se basan en las investigaciones realizadas en el informe técnico de Microzonificación Sísmica y Geotécnica de la localidad de Pampacolca, realizados por el Ing. Calixtro Yanqui para COPASA en el año del 2003.

En los trabajos realizados se ha podido observar que Pampacolca constituye una planicie inclinada hacia el este, en la margen derecha del río Llacllajo, está limitada por unos taludes suaves hacia el SW y por un promontorio de cerros al Noroeste, un dorso de Antipampa. Pampacolca es una localidad ubicada a una altitud de 3,200 m.s.n.m., tiene una distribución urbana de calles estrechas y construcciones de albañilería de adobe mayormente de uno a dos niveles y muchas viviendas de estructura armada con muros confinados de ladrillo de uno y dos niveles hasta en un 19% del total.

4.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

4.1 GEOLOGIA

4.1.1 Geología Regional

La morfología del área de estudio, muestra un relieve de características propias de zonas altas cordilleranas tipo sierra, el modelado tiene control estructural y litológico, donde los factores climatológicos e hidrográficos, es así que los ríos que se encuentran en el área pertenecen a la cuenca hidrográfica del pacífico y tienen un régimen estacional con un drenaje dendrítico, de acuerdo a la acción fluvial se puede indicar que la mayor parte del área se encuentra en el estado juvenil con fuerte pendiente y desarrollo de valles en V y valles encañonados.

Las geoformas regionales principales que se encuentran en la zona son el Casquete de Nieves Perpetuas del Volcán Coropuna, Estribaciones del Coropuna, Altiplanicie, Planicie de Pampacolca, Cerros y Laderas Empinadas, Valles Fluviales y Valles Periglaciares.

La Estratigrafía de la región de Pampacolca (**Plano P-02**), de acuerdo al plano geológico regional de este sector, tiene unidades geológicas que van desde el Precámbrico hasta el Cuaternario Reciente, las cuales está identificadas como la Complejo Basal por rocas gneis; La Formación Socosani de calizas, andesitas, areniscas y pizarras gris oscuras; El Grupo Yura de areniscas blancas de grano medio a grueso con estratificación cruzada intercalada con limolitas gris claras; El Grupo Huaylillas de tobas dacíticas y riolíticas; El Grupo Barroso de lavas andesíticas y dacíticas; Depósitos Morrénicos conformados por fragmentos de volcánicos dentro de una matriz arcillosa a limo arenosa y Depósitos Aluviales que son rodados, que han sufrido transporte y se han depositado en las partes de los cauces de los ríos y las terrazas aluviales.

4.1.2 Geología Local

a) Geomorfología (Plano P-03)

El distrito de Pampacolca es una localidad que pertenece a la provincia de Castilla y departamento de Arequipa, está emplazada en una planicie de superficie algo plana, con ligera inclinación de 5 a 10° hacia el sureste. Está limitada al noroeste por un cerro denominado Choquemarca y al oeste mas alejado por una cadena de cerros denominados Huayllayoc, al noreste por los cerros bajo denominado por el dorso de Atimpampa luego se presenta el río Llato que divide mas allá por la cadena de cerros denominados Pampa Chacra.

Pampacolca es una localidad que está ubicada en una superficie casi plana, ligeramente inclinada hacia el suroeste. Aquí se han distinguido unidades como: Superficies de Choquemarca, superficie de Antipampa, superficie de Pampacolca y superficie de Quiscata.

a.1) La superficie de Choquemarca.

Se la ubica al Noroeste de Pampacolca y esta relacionada al afloramiento rocoso del Complejo Basal. Se caracteriza por tener una topografía inclinada con laderas de pendiente de hasta 35° y disminuyendo en un modo monótono hacia el valle, conformando un talud continuo.

a.2) Superficie de Antipampa

Se la ubica al NE de Pampacolca y corresponde al dorso andesítico denominado Antipampa que corre en forma paralela al río Llato. Se caracteriza por tener una topografía moderadamente conspicua, pequeños cerros asociados a los frentes viscosos de avance del flujo lávico.

a.3) Superficie de Pampacolca

Es una superficie casi plana que se extiende en la margen derecha de la quebrada Auyau, cuya profundidad es menor a un metro, habiendo, sin embargo, grandes bloques en el cauce. Esta tiene una pendiente suave conformada por flujo de barro que ha sido

provenientes de la parte SW y NE la cual ha sido modelada por las necesidades urbanas y agrícolas, con una tendencia al crecimiento urbano.

a.3) Superficie de Quiscata

Es una superficie plana con una pendiente hacia el Este ligeramente superior a la de Pampacolca, pero con una textura más áspera deducida por la presencia de bloques acarreados por los torrentes de Quiscata.

Con respecto al drenaje superficial dominante de la zona, es la quebrada Auyau, que actualmente conduce las aguas de regadío de la Campiña de Pampacolca. La quebrada Auyau no tiene un cauce definido y, en concordancia con la tendencia geomorfológica regional, está sometida a un proceso de erosión fluvial regresiva, muy débil actualmente.

Las quebradas afluentes de la quebrada Auyau siguen un modelo de drenaje casi paralelo y son perpendiculares a la quebrada colectora.

b) Estratigrafía (Plano P-04)

Localmente en la zona de estudio se han identificado las unidades geológicas que van desde el Precámbrico y las unidades geológicas Cuaternarias Recientes, cuya descripción pasamos a indicar:

b.1) Complejo Basal

Los afloramientos del Complejo Basal se encuentra en el lado Noroeste de Pampacolca, formando los taludes que coronan al pueblo de Pampacolca, constituidos por un gneis de color verdusco oscuro, fallada y fracturada por haber sido sometida a campos tensionales plásticos; tanto así que en muchos lugares se han desarrollado estructuras geológicas de clivaje y de otros, en un estado extremo de plastificación, estructuras esquistas micáceas.

b.2) Grupo Barroso

Este grupo aflora al NE de Pampacolca, donde aparece un flujo de lava andesítica formando las típicas arrugas de compresión asociadas a un flujo altamente viscoso. Existen también fragmentos de textura compacta hasta escoriácea, que fueron arrastrados por el flujo de las capas inferiores formando un gran aglomerado de rocas andesítica.

b.3) Flujos de Barro de Pampacolca I

Estos materiales se encuentran conformando la localidad de Pampacolca y sus extremos norte sur y este oeste, compuesto por un suelo poco cohesivo. Este material es una arena gravo-arcillosa de color café amarillento, un poco suelto, regularmente graduado, poco cohesivo, medianamente plástica, con fragmentos subangulosos y subredondeados, de composición principalmente gneisosa, sin estratificación, con lentes de arcilla de color café oscuro.

b.4) Flujos de Barro de Pampacolca II

Este es el que ocupa precisamente el subsuelo del asentamiento original de Pampacolca. Este material es una secuencia de capas formadas por crisis climáticas que afectaron a la región ; tales como una arena arcillosa de color café claro, densa, regularmente graduada, poco cohesiva, medianamente plástica, con fragmentos angulosos y subangulosos de composición gneisosa y un limo de color café oscuro, medianamente suelto, poco cohesivo, medianamente plástico, masivo; rematando con una secuencia de arena y limo de color café oscuro, siendo la arena suelta, regularmente graduada, poco cohesiva, baja plasticidad, con fragmentos subangulosos de composición gneisosa, estratificada horizontalmente con capas medias y finas y el limo, de color café oscuro suelto, nada cohesivo, medianamente plástico y estratificado horizontalmente en capas de 40cm.

b.5) Flujos de Barro de Quiscata I

Este material se encuentra al SW de Pampacolca y se diferencia del material de Pampacolca por el tamaño de los bloques y por el grado de cohesión. Se describe como una grava limosa con bloques color beige amarillento, densa, mal graduada, algo plástica, compuesta por fragmentos angulosos y subangulosos de composición gnéisica y andesítica.

b.6) Flujos de Barro de Quiscata II

Este material se encuentra en el lado Sur de Pampacolca, donde queda el pie del talud, en este lugar el material es más grueso, incluyendo grandes bloques, producto del desprendimiento en la formación Huaylillas que coronan el talud. Aunque este hecho es irrelevante para el estudio geológico de la formación, es importante en la construcción de viviendas.

c) Geología Estructural

En los afloramientos del Complejo Basal y las rocas lávicas del grupo barroso que son andesíticos, se observa un fracturamiento desordenado, como consecuencia de , se observan

fracturamientos en diversas direcciones, como consecuencia que la zona ha sido, fallada y fracturada por haber sido sometida a esfuerzos tensionales.

d) Geodinámica Externa

El único problema geodinámico externo que afecta a la localidad de Pampacolca, corresponden a los flujos aluviónicos que se producen en tiempos de fuertes precipitaciones pluviales, estos viene de las partes altas de la planicie inclinada que viene de la parte W de Pampacolca y del mismo modo flujos que provienen del NW y por el canal, cuyas aguas son captadas sobre el río Tastane aguas arriba de San Antonio, en tiempos de fuertes precipitaciones se producen fuertes ecorrentías y discurren por las calles, produciendo erosión tipo cárcavas en zonas donde las calles no están protegidas ya sea con concreto o empedradas.

Otro fenómeno geodinámico externo no se produce en la ciudad, ya que es una planicie estable.

e) Hidrogeología

En cuanto a las aguas subterráneas del pueblo de Pampacolca no se han encontrado evidencias de la proximidad del nivel freático. Y está de acuerdo con las condiciones hidrogeológicas regionales, pues el valle del río Llato constituye un accidente geográfico que corta las líneas de flujo que provienen del nevado de Coropuna, por otro lado no existen condiciones hidrogeológicas de los suelos y rocas de la zona para la formación de acuíferos.

4.2 GEOTECNIA

De acuerdo a la información revisada de los trabajos de microzonificación geotécnica sísmica de Pampacolca y con la finalidad de tener una mejor interpretación de los resultados presentados en dichos trabajos, se han preparado cuadros resúmenes que nos permiten interpretar la consistencia de la información y poder utilizarlos adecuadamente para los trabajos que venimos desarrollando, de vulnerabilidad de la zona.

a) Investigaciones realizadas (Plano P-05)

En la zona de Pampacolca se han ejecutado 9 excavaciones de exploración con fines de microzonificación geotécnica – sísmica, de acuerdo a lo siguiente:

Cuadro N° 2: Relación de Excavaciones

POZO	PROFUND. (m)	OBSERVACIONES
01	3.40	Nivel freático no encontrado. se terminó en gravas nobremente graduadas
02	5.60	Nivel freático no encontrado. se terminó en arena arcillosa.
03	4.60	Nivel freático no encontrado. se terminó en arena limosa.
04	4.10	Nivel freático no encontrado. se terminó en aglomerado volcánico
05	6.60	Nivel freático no encontrado. se terminó en grava limosa.
06	5.70	Nivel freático no encontrado. se terminó en arenas arcillosa
07	4.10	Nivel freático no encontrado. se terminó en grava arcillosa.
08	1.90	Nivel freático no encontrado. se terminó en grava limosa con bolones.
09	2.00	Nivel freático no encontrado. se terminó en grava limosa con bloques.

b) Resultados principales

b.1) Humedades Naturales y Nivel Freático

En el siguiente cuadro se muestran las humedades encontrados en los terrenos analizados, los mismos que indican que la humedad del terreno va desde baja en superficie y media a húmeda hacia el interior del subsuelo.

Cuadro N° 3: Humedades naturales

POZO	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD %	NIVEL FREATICO m
01	0.90	7.96	N.E.
	2.80	1.73	
02	1.20	11.22	N.E
	2.20	22.70	
	5.10	15.63	
03	2.80	3.60	N.E
	3.20	15.29	
	4.50	15.46	
04	0.70	4.30	N.E
	2.50	25.78	
05	1.40	1.76	N.E.
	2.80	7.26	
	3.90	17.69	
	5.70	7.34	
06	0.30	9.22	N.E
	3.30	13.20	
	4.00	27.64	

	5.50	9.60	
07	2.80 3.80	6.30 4.45	N.E.
08	1.20	2.00	N.E.
09	1.10	0.75	N.E.

NE: No encontrado

En la zona 01 donde se puede observar una humedad superficial de 0.90mt. 7.96% luego a medida que aumentamos la profundidad la humedad disminuye a 1.73% a 2.8mt se puede observar que es casi seca.

En la zona 02 a una profundidad de 1.20mt. tiene una humedad de 11.22% y a 5.1mt. tiene una humedad un poco más que la anterior de 15.63% .

En la zona 03 a una profundidad de 2.8mt tiene una humedad de 3.6% y a 4.50mt su humedad es de 15.46%, ésta zona es la humedad aumenta a mayor profundidad.

En la zona 04 a una profundidad de 0.7mt. se tiene una humedad de 4.30% y a 2.50mt. la humedad es de 25.78% aquí también la humedad aumenta a medida que la profundidad es mayor.

En la zona 05 a 1.40mt. la humedad es 1.76% y a la profundidad de 5.70mt. la humedad es de 7.34%.

En la zona 06 a una profundidad de 0.30mt. la humedad correspondiente es de 9.22% y a una profundidad de 5.50mt. la humedad es casi la misma 9.60%.

En la zona 07 la humedad es 6.3% a una profundidad de 2.80mt.y a una profundidad de 3.80mt.la humedad es de 4.45%.

En la zona 08 se tiene 2% de humedad a una profundidad de 1.20mt.

En la zona 09 se tiene 0.75% de humedad a una profundidad de 1.10mt. esta es la zona más seca.

Comparando las humedades a profundidades similares por ejemplo entre 1.0mt. y 1.40mt. la zona más húmeda es la zona 02 y las más seca es la zona 09 le sigue la zona 05

b.2) Granulometrías y Límites de Atterberg.

Se han efectuado análisis granulométricos en el laboratorio de Mecánica de Suelos, con los siguientes resultados:

Cuadro N° 4: Granulometrías y Límites de Consistencia

CALICATA	PROFUND.	GRANULOMETRIA			LIMITES DE CONSIST.			SUCS
		%Grava	%Arena	%Finos	L.L.	L.P.	I.P.	
01	0.50	46.32	33.98	19.70	25.14	23.14	2.00	GM
	2.80	68.34	31.24	0.42	NP	NP	NP	GP
02	1.20	17.83	59.90	22.27	NP	NP	NP	SM
	2.20	1.81	41.55	56.66	24.85	19.79	5.06	ML-CL
	5.10	41.12	42.66	16.22	20.36	15.23	5.13	SC
03	2.80	74.76	23.44	1.80	NP	NP	NP	GP
	3.20	22.78	48.15	29.07	15.89	NP	NP	SM
	4.50	0.90	56.48	42.62	27.51	23.43	4.08	SM
04	0.70	24.99	55.93	19.08	21.39	17.93	3.46	SM
	2.50	0.22	42.00	57.78	22.41	21.68	0.73	ML
05	1.40	67.57	30.82	1.61	NP	NP	NP	GP
	2.80	31.91	57.82	10.27	14.24	NP	NP	GW
	3.90	19.16	53.21	27.63	11.55	NP	NP	SM
	5.70	54.81	36.60	8.59	15.96	NP	NP	GM
06	0.30	1.83	46.19	51.98	33.53	25.26	8.27	ML
	3.30	5.86	75.67	18.43	14.72	NP	NP	SM
	4.00	0.13	25.04	74.83	23.14	19.88	3.26	CL
	5.50	24.76	58.16	17.08	20.77	14.55	6.22	SC
07	2.80	2.52	53.42	44.06	20.45	19.12	1.33	SM
	3.80	46.43	30.50	23.07	20.07	15.20	4.87	GC
08	1.20	54.71	34.24	11.05	23.68	20.57	3.11	GM
09	1.10	49.96	43.90	6.14	NP	NP	NP	GW-GM

En general se puede manifestar que los suelos en la localidad de Pampacolca tienen una predominancia de los tipos SM, GM, GP, SC.

b.3) Densidades Naturales y Proctor

En el siguiente cuadro se muestran las densidades encontradas en los terrenos analizados, los mismos que indican que la densidad es de regular a buena.

Cuadro N° 5: Densidades naturales

PROFUND. (m)	PROFUND. (m)	DENSIDAD SECA Gr/cm ³	MAXIMA DENS. SECA Gr/cm ³	% COMPACTACION
01	0.90	1.389	1.629	85.27
	2.80	1.829	1.839	99.46
02	1.20	1.645	1.845	89.16
	2.20	1.452	1.622	87.67
	5.10	1.570	1.762	89.10
03	2.80	1.479	1.670	88.56
	3.20	1.928	1.975	97.62

	4.50	1.605	1.621	99.01
04	0.70	1.547	1.686	91.75
	2.50	1.341	1.404	95.51
05	1.40	1.745	1.852	94.22
	2.80	1.685	1.907	88.35
	3.90	1.685	1.839	91.62
	5.70	1.852	2.001	92.55
06	0.30	1.352	1.436	92.27
	3.30	1.461	1.735	84.20
	4.00	1.367	1.481	92.30
	5.50	1.867	1.878	99.41
07	2.80	1.568	1.624	96.55
	3.80	1.725	1.782	96.80
08	1.20	1.678	1.683	99.70
09	1.10	1.898	1.918	98.95

NE: No encontrado

b.4) Ensayos de Corte Directo

En el siguiente cuadro se muestran los resultados del ángulo de fricción obtenidas para diferentes humedades.

Cuadro N° 6: Angulo de Fricción y Cohesión

PROFUND. (m)	PROFUND. (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD %	ANGULO ϕ ° ROZAMIENTO INTERNO	COHESION EFECTIVA C kg/cm ²
01	2.80	0.00	38.20	0.01
02	1.20	0.00	38.6	0.00
	1.20	10.17	36.4	0.09
03	2.80	0.00	34.80	0.08
04	2.50	0.00	34.0	0.00
	2.50	9.98	34.8	0.10
	2.50	20.04	27.06	0.06
05	1.40	0.00	38.5	0.00
06	3.30	0.00	35.6	0.10
07	2.80	0.00	34.0	0.09
	2.80	10.66	35.6	0.04
08	1.20	0.00	36.3	0.13
09	1.10	0.00	39.6	0.14

5. CARACTERISTICAS SISMICAS

5.1 Sismotectónica.

El Perú está comprendido entre una de las regiones de mas alta actividad sísmica que hay en la tierra, formando parte del Cinturón Circunpacífico.

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú – Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de las placas convergentes cuya resultante mas saltante es el proceso orogénico contemporáneo constituido por la Cordillera de los Andes.

La teoría que postula para la generación de los sismos es la Tectónica de Placas que considera una envoltura superficial de la tierra sólida llamada litosfera (100 km) que está dividida en varias placas rígidas que crecen a o largo de estrechas cadenas meso-oceánicas casi lineales, dichas placas son transportadas en otra envoltura menos rígida la Atenósfera y son comprimidas o destruidas en los límites compresionales de interacción, donde la corteza terrestre es comprimida en cadenas montañosas o donde existen fosas marinas.

El mecanismo básico que causa el movimiento de las placas no se conoce, pero se interpreta que son debido a las corrientes de convección o movimientos del manto plástico y caliente de la tierra y también a efectos gravitacionales y de rotación de la tierra.

Se ha observado que la mayor parte de la actividad sísmica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de estas placas, el frotamiento mutuo de ellas es lo que produce los terremotos, por lo que la localización de estos delimitará los bordes de las mismas. La margen continental de Sudamérica donde la Placa de Nazca está siendo subducida por debajo de la Placa Continental Sudamericana, es uno de los bordes de placa mayores de la tierra. La Placa Sudamericana crece de la cadena meso-oceánica del Atlántico avanzando hacia el noreste con una velocidad de 2 a 3 cm. por año y se encuentra con la Placa de Nazca en su extremo occidental, constituido por la Costa Sudamericana del Pacífico. Por otro lado la Placa de Nazca crece de la cadena meso-oceánica del pacífico oriental y avanza hacia el este con una velocidad de aproximada de 5 a 10 cm. por año, subyaciendo debajo de la Placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 12 cm. por año.

Como resultado del encuentro de la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca y la subducción de esta última, han sido formadas la Cadena Andina y la fosa Perú – Chile en diferentes etapas evolutivas. El continuo interaccionar de estas dos placas da origen a la mayor proporción de actividad sísmica de la región occidental de nuestro continente. La Placa de nazca se sumerge por debajo de la frontera Perú – Brasil y noreste de Argentina.

5.2 Sismicidad.

5.2.1. Sismicidad Histórica

La sismicidad histórica tiene como base a las escasas referencias esparcidas en las crónicas religiosas, narraciones de ilustres viajeros o en diversas obras inéditas o poco conocidas, los datos que se disponen son incompletos y se refieren principalmente a los efectos causados por los sismos, a las pérdidas de vidas, junto con otras observaciones. Lo dilatado y agreste del territorio, la escasa densidad poblacional, la falta de medios de comunicación, las preocupaciones de los conquistadores por su afianzamiento en estas nuevas tierras, sus luchas civiles, todo ello acompañado a lo rudimentario de los conocimientos científicos de la época, no permitieron llegar a mayor información y menos confeccionar lo que hoy podríamos llamar un catálogo sísmico – geográfico.

El historiador José Toribio Polo (1904), analizando todas estas fuentes y otras, estimó que se habían producido mas de 2,500 temblores en el territorio peruano, desde la conquista hasta fines del siglo XIX y observó que por varias causas no se anotaron muchos sismos en el período de 1600 a 1700.

Los efectos destructores se pudieron observar en ciudades importantes: Lima fue destruida por el terremoto de 1687 y por le gran sismo de 1746. Arequipa fue sucesivamente destruida por grandes movimientos sísmicos en 182, 1600, 1784 y 1868 conjuntamente con Tacna y Arica. La ciudad imperial de Cusco en 1650; Trujillo en 1619 y 1725.

5.2.2. Sismicidad Instrumental

A partir del año de 1913, se empiezan a efectuar las mediciones instrumentales de la sismicidad de la tierra, para lo cual se confecciona un catálogo sísmico. La información de la sismicidad instrumental que se presenta a continuación, ha sido obtenida del catálogo SISRA y el CISMID e información del Instituto Geofísico del Perú, esta información permite conocer la actividad sísmica a diferentes profundidades, con la fecha y su posición geográfica, para un cuadrángulo entre 18° a 14° Latitud Sur y 76° a 70° Longitud Oeste, para magnitudes superiores a 5.5.

Cuadro N° 7: Relación de Sismos que han afectado al la Zona de Estudio.

N°	FECHA			TIEMPO U.			COORDENADAS PROF.			Y	MAGNITUD	
	Año	Mes	Día	Hora	Min.	Seg.	Lat.	Long.	Prof.		Mb	Ms
1	1913	7	28	6	40	0	16.60	73.30	30	0.00	7.00	
2	1913	8	6	22	14	24	15.80	73.50	0	0.00	7.80	
3	1922	10	11	14	49	50	16.00	72.50	50	0.00	7.40	
4	1922	1	6	14	11	2	16.50	73.00	0	0.00	7.20	
5	1931	6	15	11	19	55	14.50	75.50	0	0.00	6.00	
6	1932	12	9	8	34	55	15.00	75.00	75	0.00	6.50	
7	1933	7	23	4	13	11	15.75	75.25	80	0.00	6.00	
8	1933	7	31	15	23	7	15.50	75.50	80	0.00	6.00	
9	1935	3	26	18	54	47	15.50	73.00	120	0.00	6.00	
10	1936	7	4	8	52	35	18.00	70.00	140	0.00	6.00	
11	1936	9	16	17	44	13	16.00	72.50	130	5.50	5.80	
12	1937	3	29	7	49	47	15.50	71.00	120	0.00	6.80	
13	1939	12	13	18	45	24	17.00	74.00	100	5.40	5.50	
14	1939	11	18	7	42	15	15.00	75.50	0	5.50	5.60	
15	1940	8	4	16	7	5	14.00	74.00	120	5.40	5.50	
16	1941	10	15	9	35	15	15.50	74.00	110	0.00	6.00	
17	1942	8	24	22	50	27	15.00	76.00	60	0.00	8.10	
18	1943	1	31	5	0	0	14.20	71.50	25	0.00	5.00	
19	1943	7	5	21	7	54	16.00	74.00	0	5.90	6.80	
20	1948	5	11	8	55	41	17.50	70.25	70	0.00	7.30	
21	1948	7	20	11	2	17	17.00	75.00	70	0.00	7.10	
22	1949	7	21	8	1	39	15.50	73.00	150	0.00	6.50	
23	1950	12	10	2	50	42	14.25	75.75	80	0.00	7.00	
24	1951	3	4	11	17	33	15.50	74.00	150	0.00	6.90	
25	1955	7	21	11	45	40	15.40	74.00	60	0.00	6.80	
26	1955	1	3	18	41	57	15.00	75.40	64	0.00	5.90	
27	1956	10	12	2	37	44	15.50	75.28	0	5.80	6.50	
28	1958	6	29	3	25	42	15.50	70.50	150	5.70	6.50	
29	1958	1	15	19	14	29	16.50	71.50	100	0.00	7.00	
30	1959	1	3	11	17	39	14.84	75.70	0.00	5.80	6.40	
31	1960	3	9	23	54	25	16.50	72.50	150	0.00	6.10	
32	1960	4	1	13	18	23	14.50	73.50	100	0.00	5.90	
33	1960	1	17	2	57	58	14.50	74.50	150	0.00	6.30	
34	1960	1	15	9	30	24	15.00	75.00	150	0.00	7.00	
35	1961	7	1	13	10	40	15.30	74.80	68	5.40	5.50	
36	1961	12	9	3	58	55	14.90	75.70	39	0.00	5.00	
37	1965	7	30	5	45	18	18.03	70.79	91	6.00	4.80	
38	1965	12	30	6	16	4	16.56	71.10	114	5.70	6.00	
39	1966	2	9	15	13	28	15.36	75.36	41.00	5.50	5.60	
40	1966	6	7	0	59	41	14.82	75.87	20	5.50	6.30	
41	1969	7	19	4	54	53	17.30	72.48	54	5.90	5.70	
42	1970	4	1	10	50	41	15.73	75.00	46	5.20	4.80	
43	1971	9	24	4	32	55	16.45	73.72	36	5.20	5.60	
44	1972	1	29	2	18	36	18.01	71.69	39	4.90	4.10	
45	1972	7	18	21	5	4	14.45	76.23	21	5.10	4.40	
46	1973	10	12	18	4	30	16.13	74.13	56	5.30	4.60	
47	1974	4	25	8	56	42	17.20	70.68	28	5.30	4.80	
48	1974	10	31	8	58	20	15.44	71.05	50	5.10	4.80	
49	1974	4	2	19	34	13	16.09	75.15	62	4.80	4.80	
50	1974	7	2	19	34	13	16.09	75.15	62	4.80	4.80	
51	1974	2	1	13	6	12	15.82	75.18	9	5.20	4.70	

52	1975	8	3	11	59	23	15.67	75.06	36	5.30	5.90
53	1976	6	13	22	2	46	15.28	75.40	24	5.60	5.60
54	1976	6	18	10	13	47	15.31	75.50	8	5.60	5.60
55	1976	6	18	14	58	52	15.27	75.53	21	5.70	5.20
56	1977	9	16	0	9	7	16.36	75.14	52	4.80	4.10
57	1977	4	30	20	31	49	15.14	75.82	21	5.20	4.80
58	1978	2	28	6	51	32	17.05	70.32	57	5.10	4.00
59	1978	4	15	13	49	30	16.50	73.52	36	5.30	5.50
60	1978	1	22	21	19	44	16.19	73.71	66	5.40	4.90
61	1978	3	21	1	0	48	15.73	75.04	33	4.90	4.00
62	1978	4	24	10	58	42	14.65	76.05	31	4.90	4.30
63	1979	6	25	20	42	4	17.94	71.46	65	5.00	4.20
64	1979	3	21	2	52	36	16.76	72.56	73	5.10	4.70
65	1979	2	16	10	8	51	16.51	72.60	41	6.20	6.90
66	1979	2	16	22	18	20	16.62	72.68	55	5.50	5.20
67	1979	2	17	15	41	15	16.69	72.69	80	5.10	4.20
68	1979	11	15	13	36	33	16.23	74.73	49	5.40	4.80
69	1980	3	7	8	25	9	16.68	72.76	53	5.40	5.90
70	1980	5	14	44	17	17.23	72.99	72.99	41	5.10	4.50
71	1980	1	16	15	49	15	14.51	73.42	92	5.70	6.10
72	1980	6	15	23	47	16	15.57	75.18	34	5.30	5.40
73	1980	8	11	19	41	5	15.59	75.22	32	5.10	5.10
74	1980	6	16	10	40	49	15.70	75.34	46	4.80	4.20
75	1980	3	12	4	27	35	15.31	75.73	48	4.90	4.40
76	1981	10	24	17	1	34	15.61	74.49	33	4.70	4.00
77	1981	2	13	19	58	52	15.65	74.53	63	5.60	5.20
78	1982	3	11	20	13	7	17.15	71.98	34	5.10	4.30
79	1982	4	16	18	5	10	17.00	73.07	39	5.00	4.90
80	1982	7	11	2	13	36	16.72	73.21	34	5.40	5.20
81	1982	10	16	11	12	19	16.29	73.65	64	5.00	4.60
82	1982	6	2	22	47	42	14.10	76.35	34	5.00	4.30
83	1983	11	23	8	12	13	15.13	75.68	36	5.10	4.90
84	1983	2	21	0	53	31	15.17	76.18	32	5.20	4.50
85	1984	8	3	9	5	9	16.60	73.55	44	4.90	4.20
86	1984	2	9	4	31	18	14.17	76.17	41	5.40	4.70
87	1985	7	9	21	54	29	17.40	72.88	47	5.00	4.00
88	1985	11	11	13	5	5	17.81	72.90	53	4.80	4.60
89	1985	5	21	10	1	7	15.28	75.23	88	4.80	4.30
90	1985	2	2	5	53	10	15.37	75.40	80	4.80	4.30
91	1985	8	13	5	29	19	15.06	75.49	29	5.40	4.90
92	1985	8	14	5	24	30	15.12	75.56	35	4.90	4.90
93	1986	8	19	7	53	50	15.11	75.57	49	5.30	5.30
94	1986	4	28	13	43	13	15.04	75.54	68	4.50	4.10
95	1987	8	17	11	37	14	14.29	75.77	56	5.20	4.30
96	1988	8	13	15	23	7	17.90	70.95	39	6.10	6.40
97	1988	4	12	23	19	55	17.21	72.25	33	6.10	7.60
98	1988	4	17	2	50	37	17.42	72.39	33	5.40	5.30
99	1988	4	13	0	39	30	17.34	72.55	16	5.80	6.20
100	1988	12	6	0	18	34	17.91	73.08	55	4.90	4.40
101	1988	6	20	6	9	31	15.39	75.57	43	4.70	4.30
102	1989	6	27	8	10	7	15.94	75.09	34	4.80	4.20
103	1990	1	7	9	6	43	15.95	74.25	48	5.90	5.30
104	1991	7	1	13	32	41	15.79	75.08	19	5.50	5.90
105	1991	4	26	21	47	34	14.90	76.10	33	4.50	4.10

5.2.3. Curvas Isosistas

A continuación se muestra un cuadro de los eventos históricos e instrumentales, que de una u otra manera han afectado a la zona de estudio, así mismo algunas curvas isosistas para eventos importantes ocurridos desde 1687 a 2001, estas grafican la actividad sísmica de la región y la intensidad con que estos eventos se producen. En las isosistas para el 12 y 13 de Agosto de 1868 se puede observar la intensidad de este devastador terremoto. Para el sismo del 16-02-1979 terremoto ocurrido en la región de Arequipa, se muestran las gráficas presentadas por dos autores P. Orihuela e Icochea, quienes realizaron estudios en la zona después del evento.

Se muestra también el mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú, usando la escala Mercalli Modificada, este mapa ha sido confeccionado por el Dr. Jorge Alva en 1984, este mapa presenta los niveles de daños producidos sin distinguir si tales daños se debieron a vibraciones localizadas del suelo, licuación u otros fenómenos locales.

Como conclusión se puede manifestar que la zona de estudio se caracteriza por presentar una alta actividad sísmica, con un promedio de 4 a 5 sismos de regular intensidad por año.

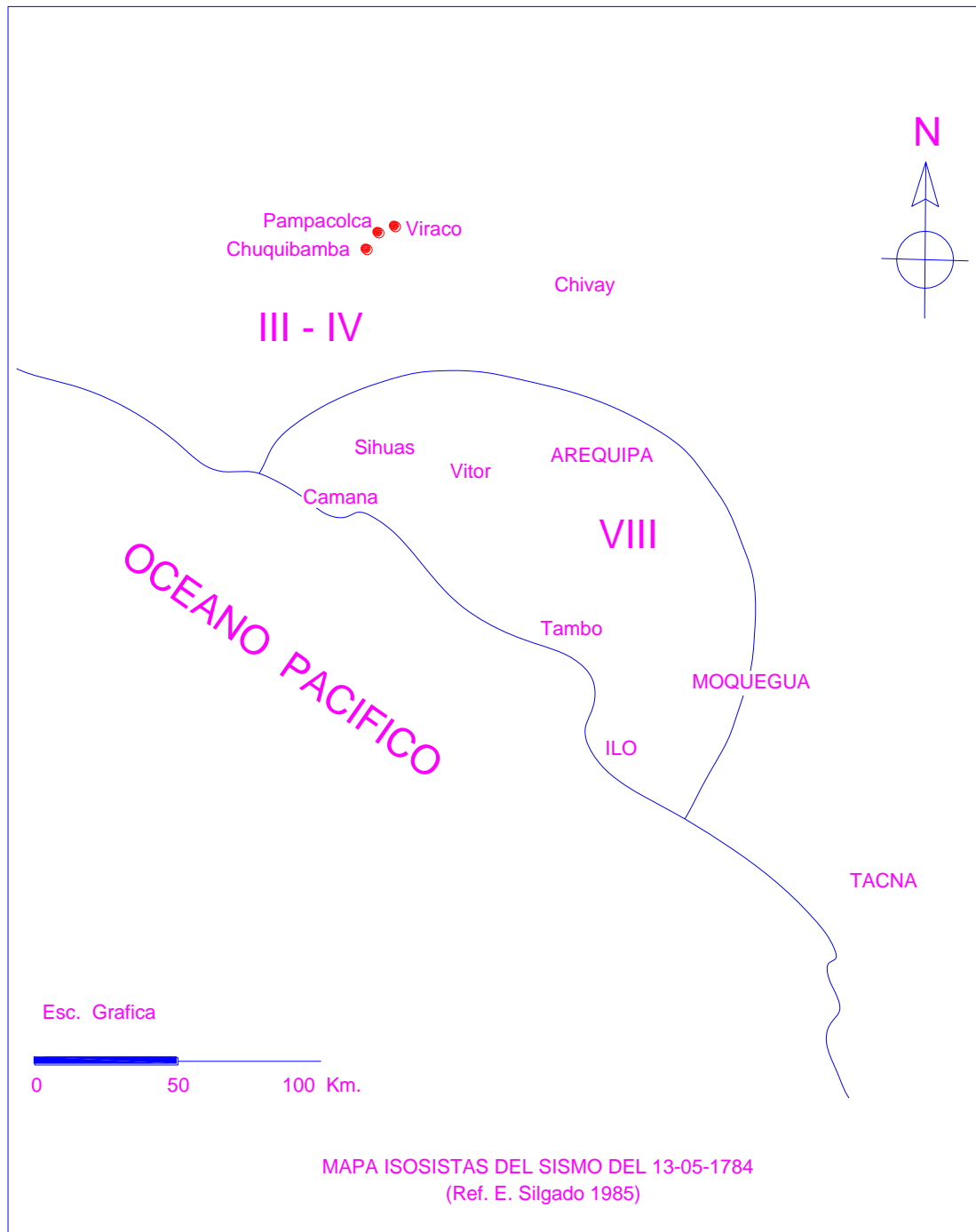
Desde épocas muy remotas la región se ha visto afectada por terremotos que han ocasionado pérdidas de vidas humanas materiales, pueblos y ciudades han tenido que reconstruirse varias veces.

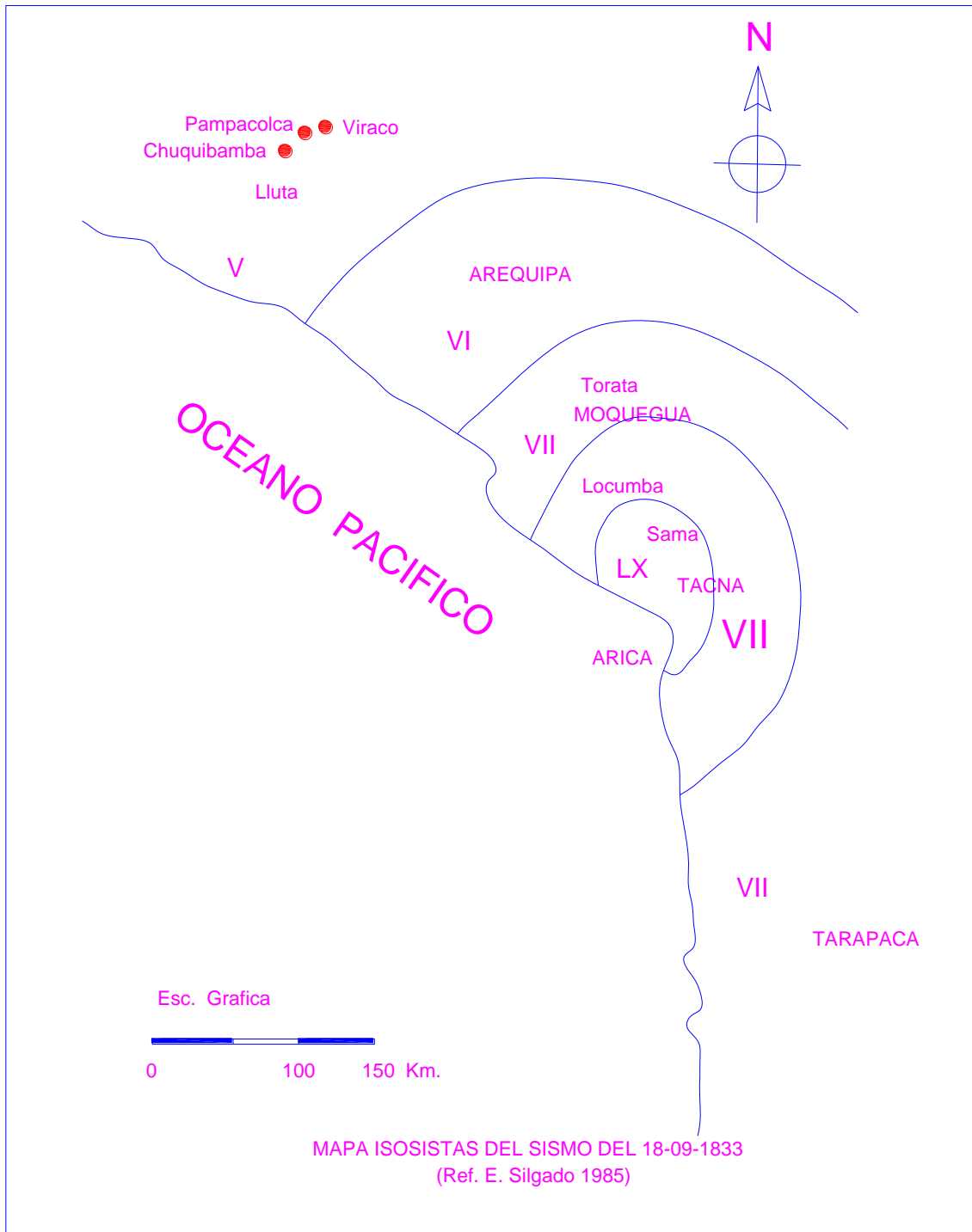
En el sur el Perú se han producido sismos con intensidades que llegan a VII, VIII y IX M.M. y en algunos caso hasta X MM., y en la zona de estudio intensidades de hasta VII-X MM., lo que demuestra que es una zona de alta actividad sísmica.

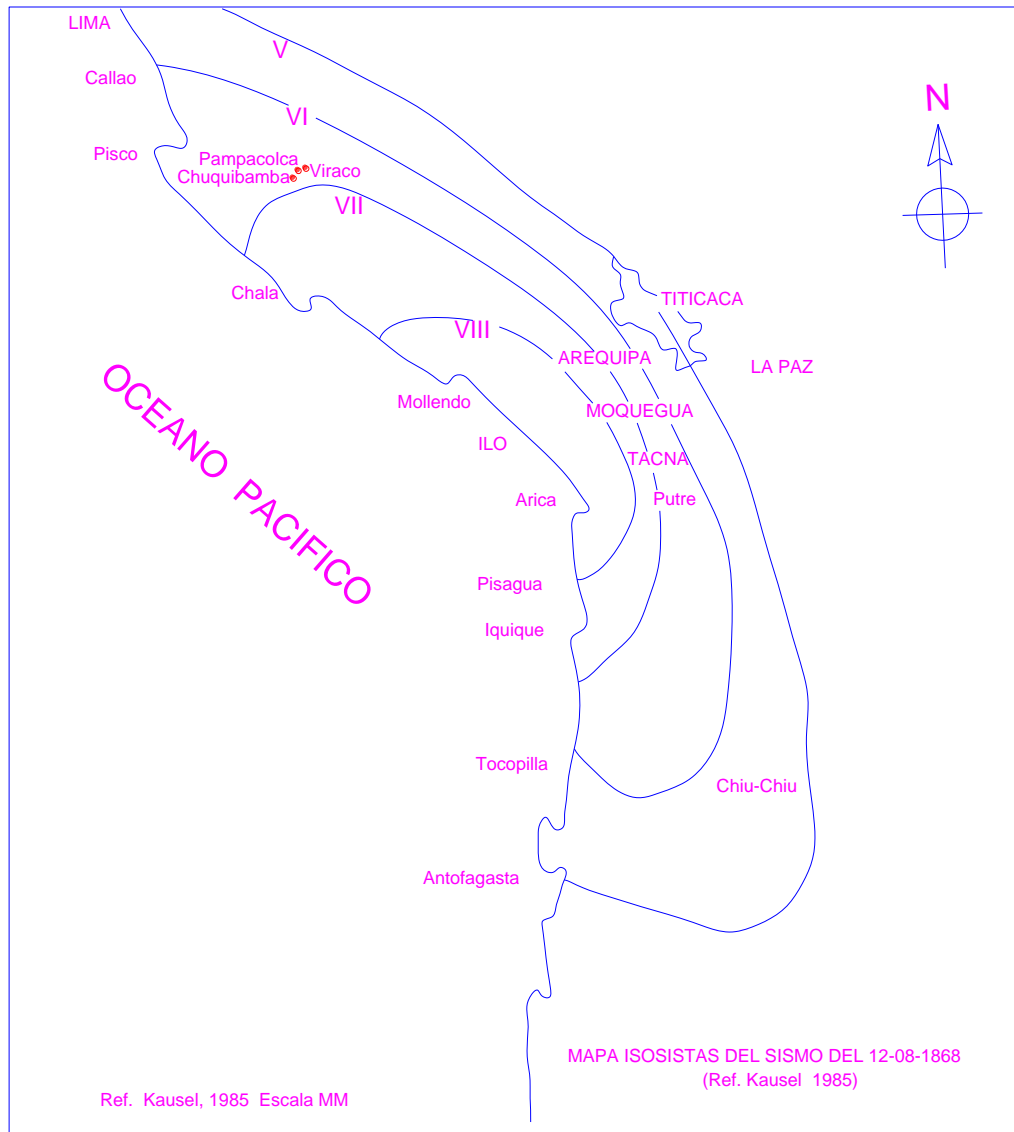
Cuadro N° 8 : Relación de Principales Terremotos que han Afectado al Area 1687 – 2005.

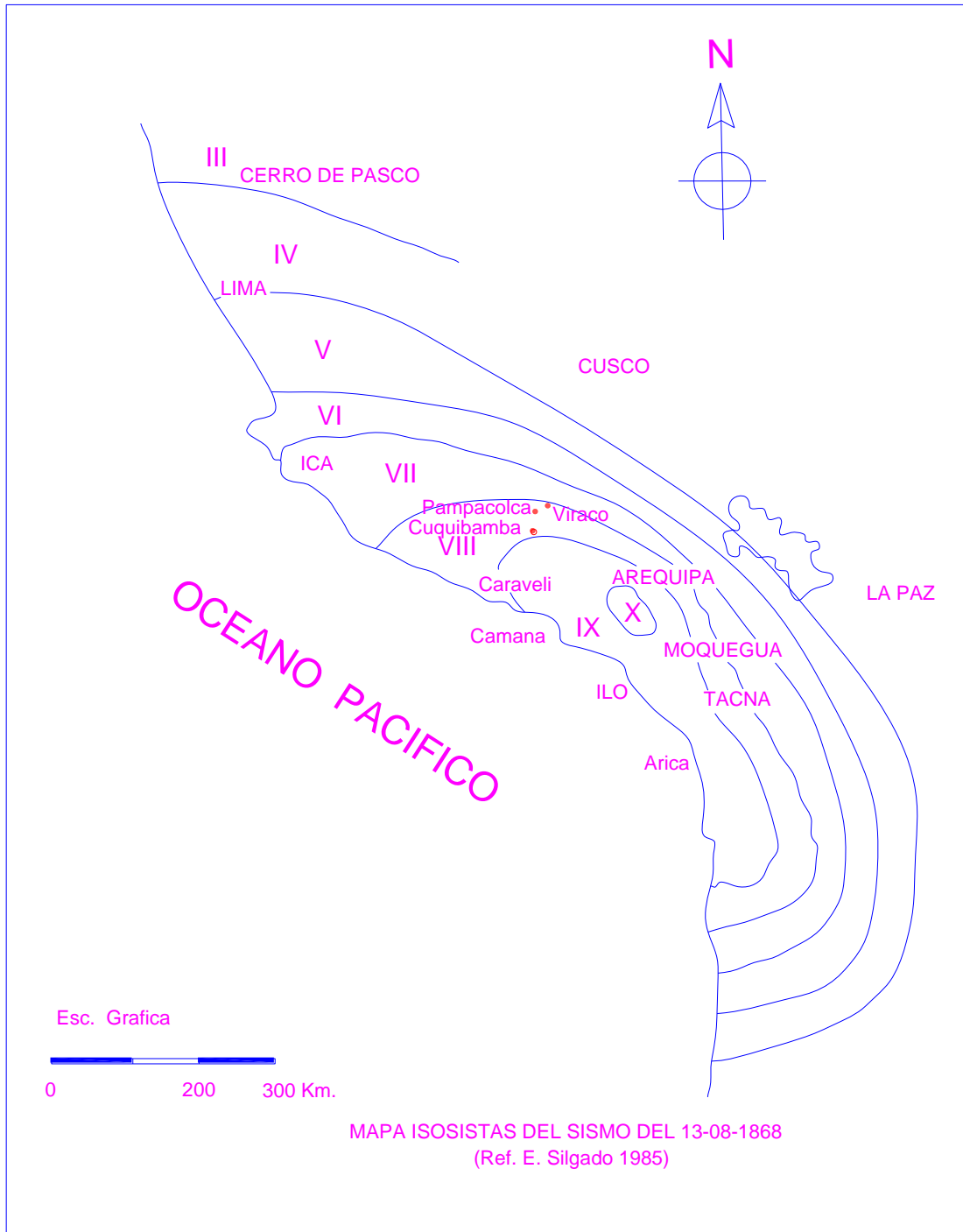
FECHA	UBICACION		PROFUNDIDAD	MAGNITUD	INTENSIDAD MM	INTENSIDAD MM
	Latitud	Longitud			MAXIMA	PAMPACOLCA
21-10-1687	---	---	---	---	VIII	VII
13-05-1784	---	---	---	---	VIII	III-IV
18-09-1833	---	---	---	---	IX	V
12-08-1868	---	---	---	---	VIII	VI
13-08-1868	---	---	---	---	VIII	VIII
1913	---	---	---	---	X	IX
1914	---	---	---	---	X	IX
24-08-1942	---	---	---	---	VII	V-VI
13-01-1960	---	---	---	---	VIII	VII
16-02-1979	---	---	---	---	VII	VI
23-06-2001	---	---	---	---	VIII	V-VI

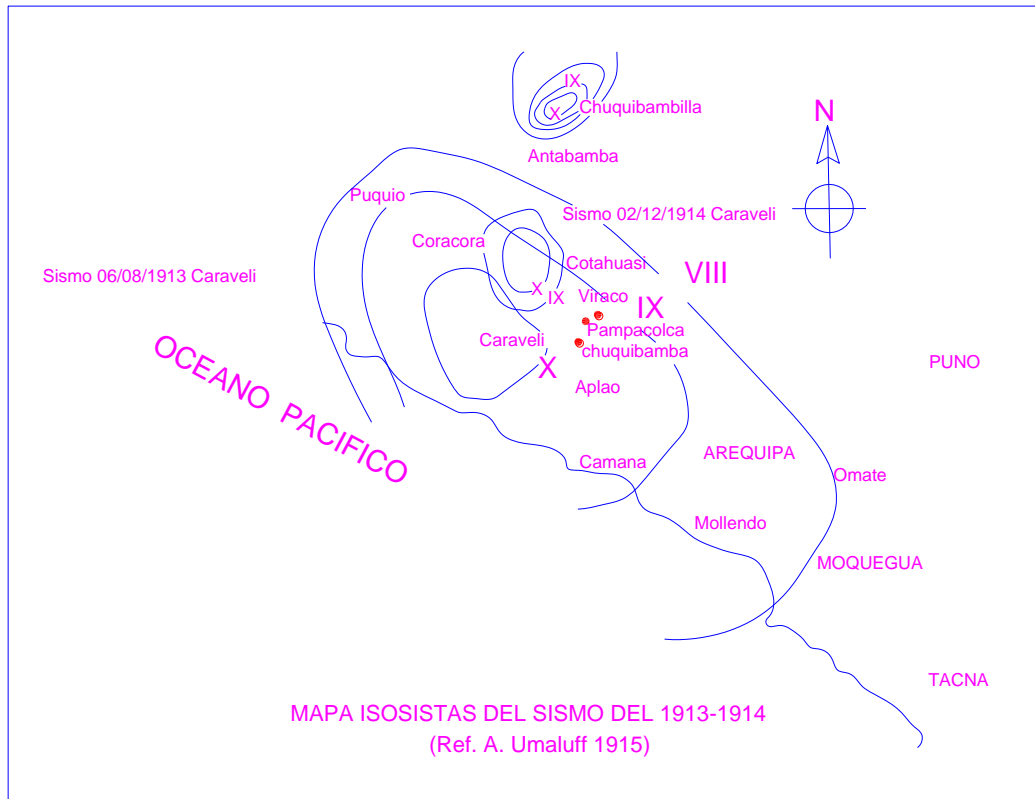
Seguidamente se presentan las gráficas de las isosistas de los principales terremotos que han afectado el área de estudio.

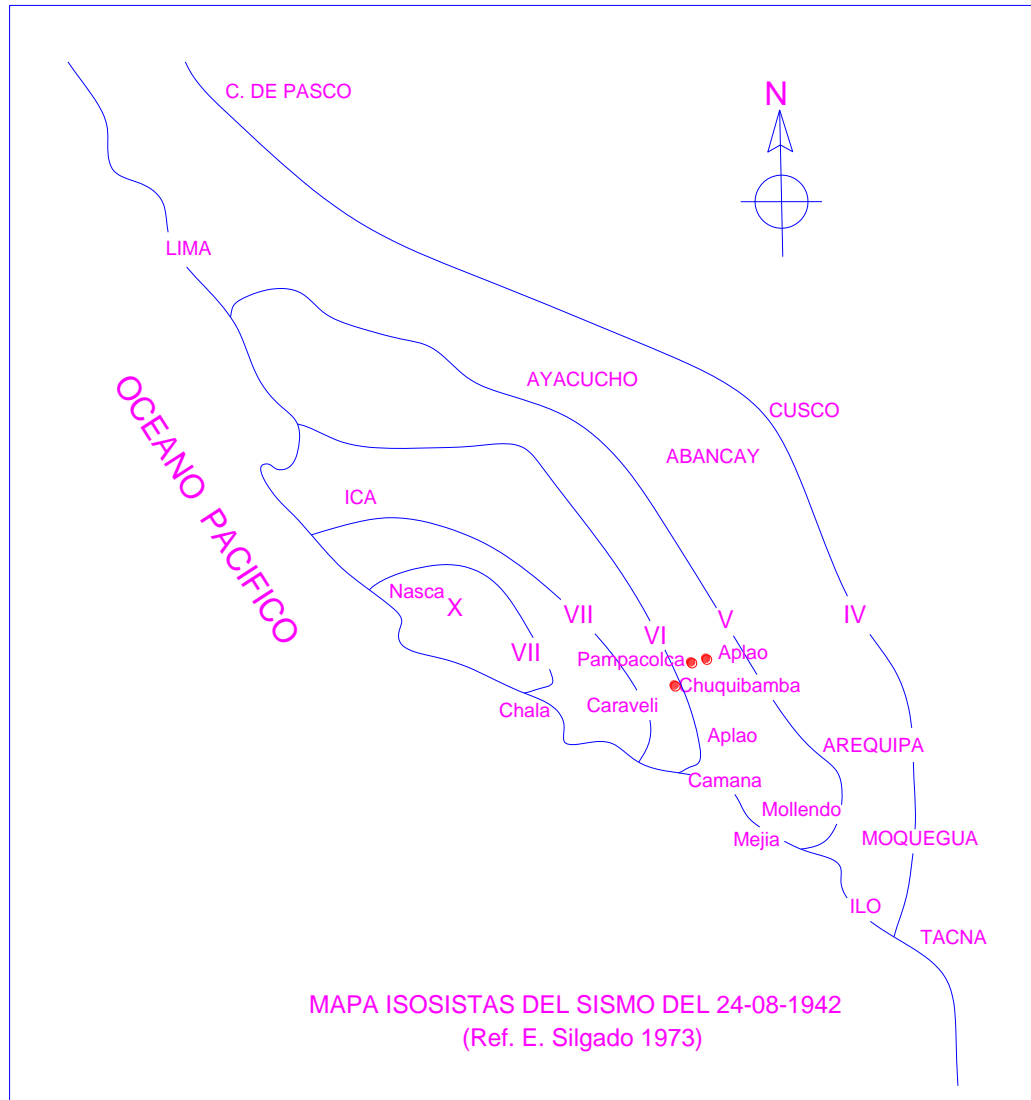


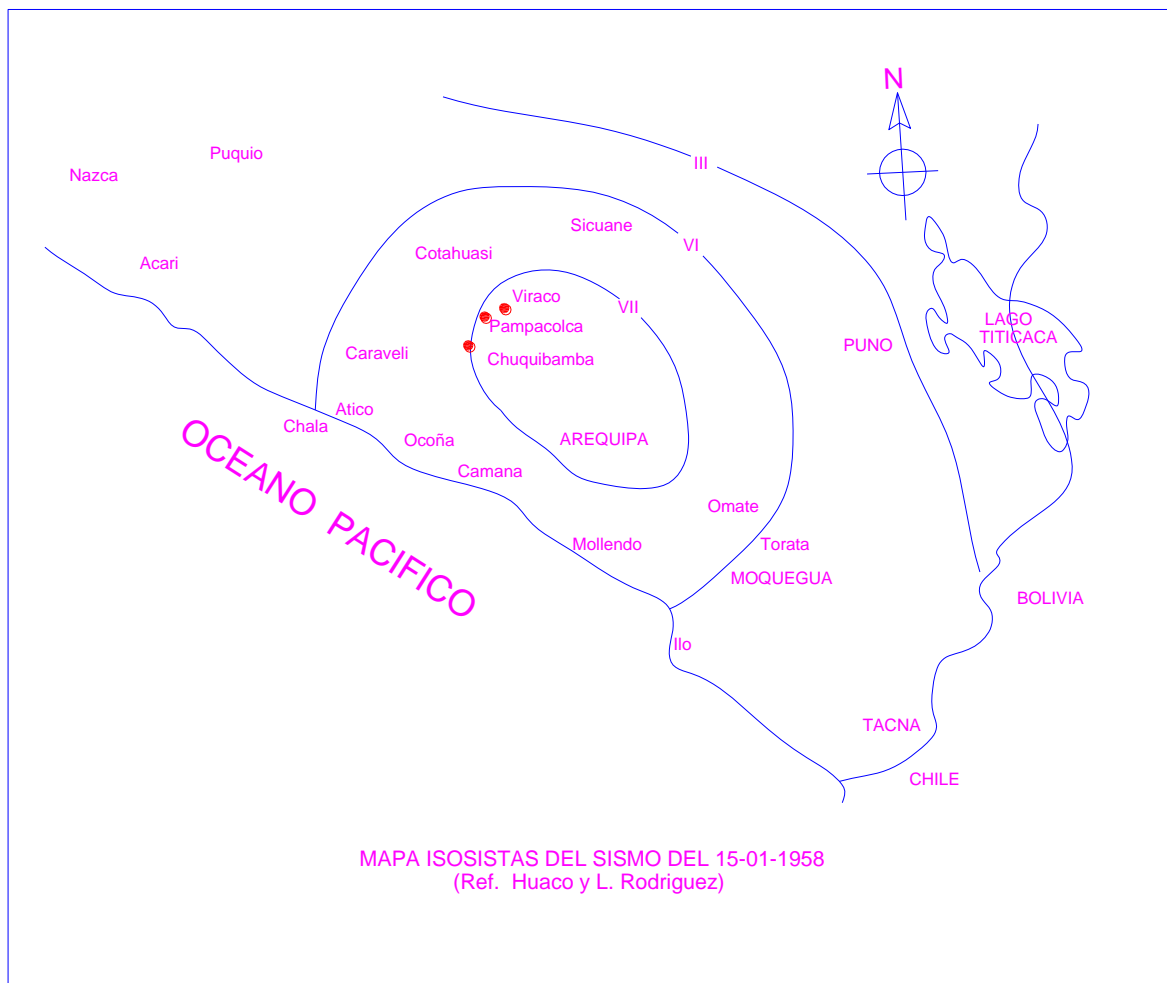


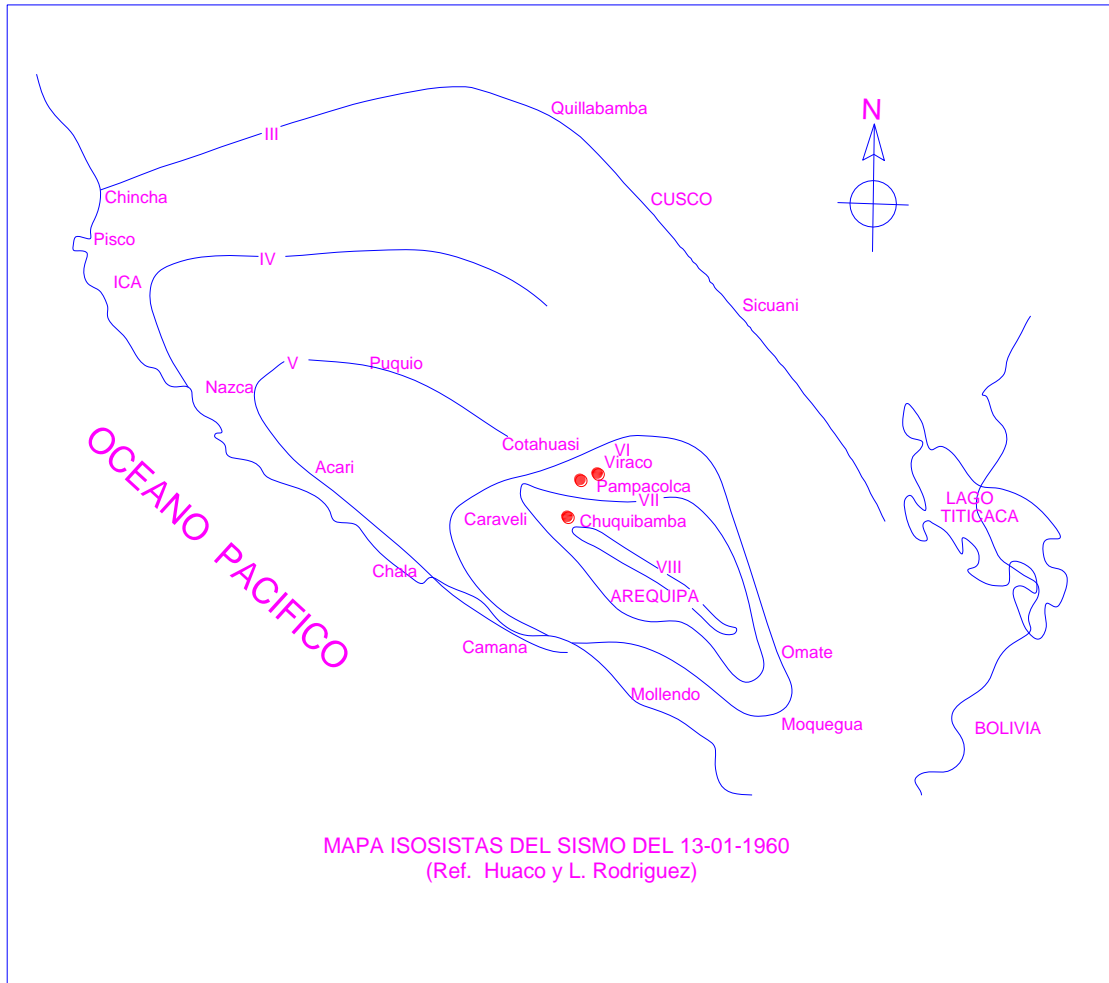


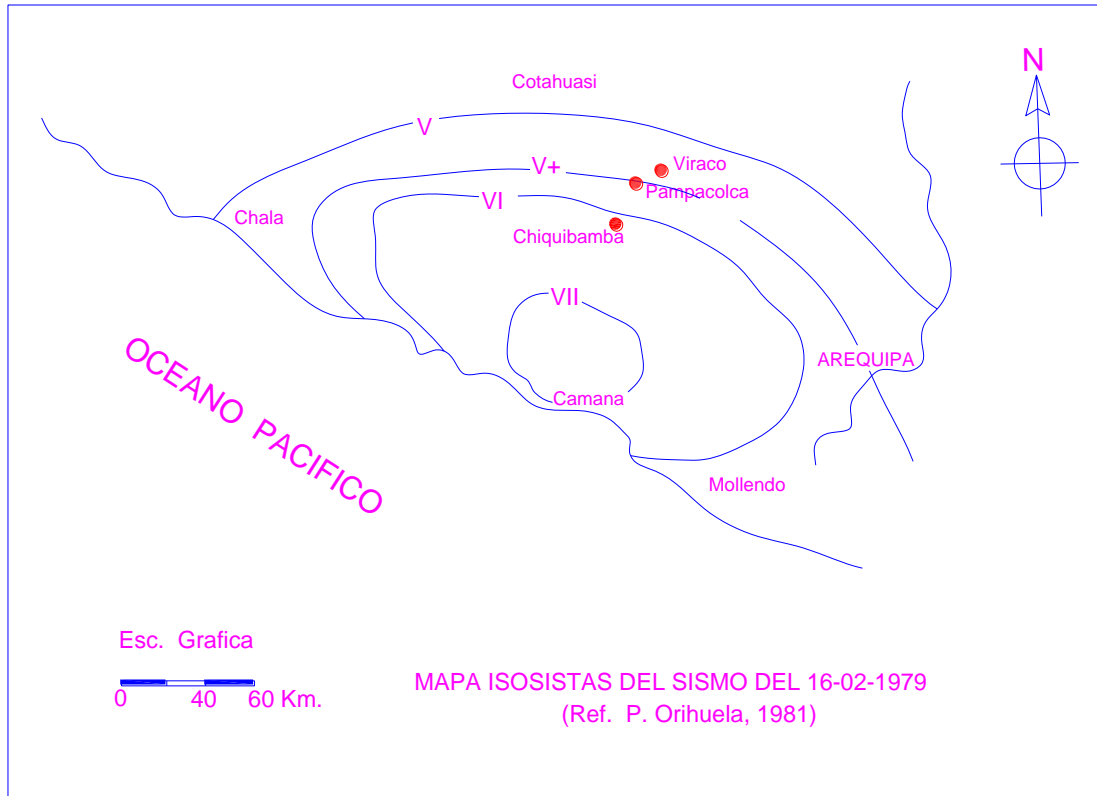


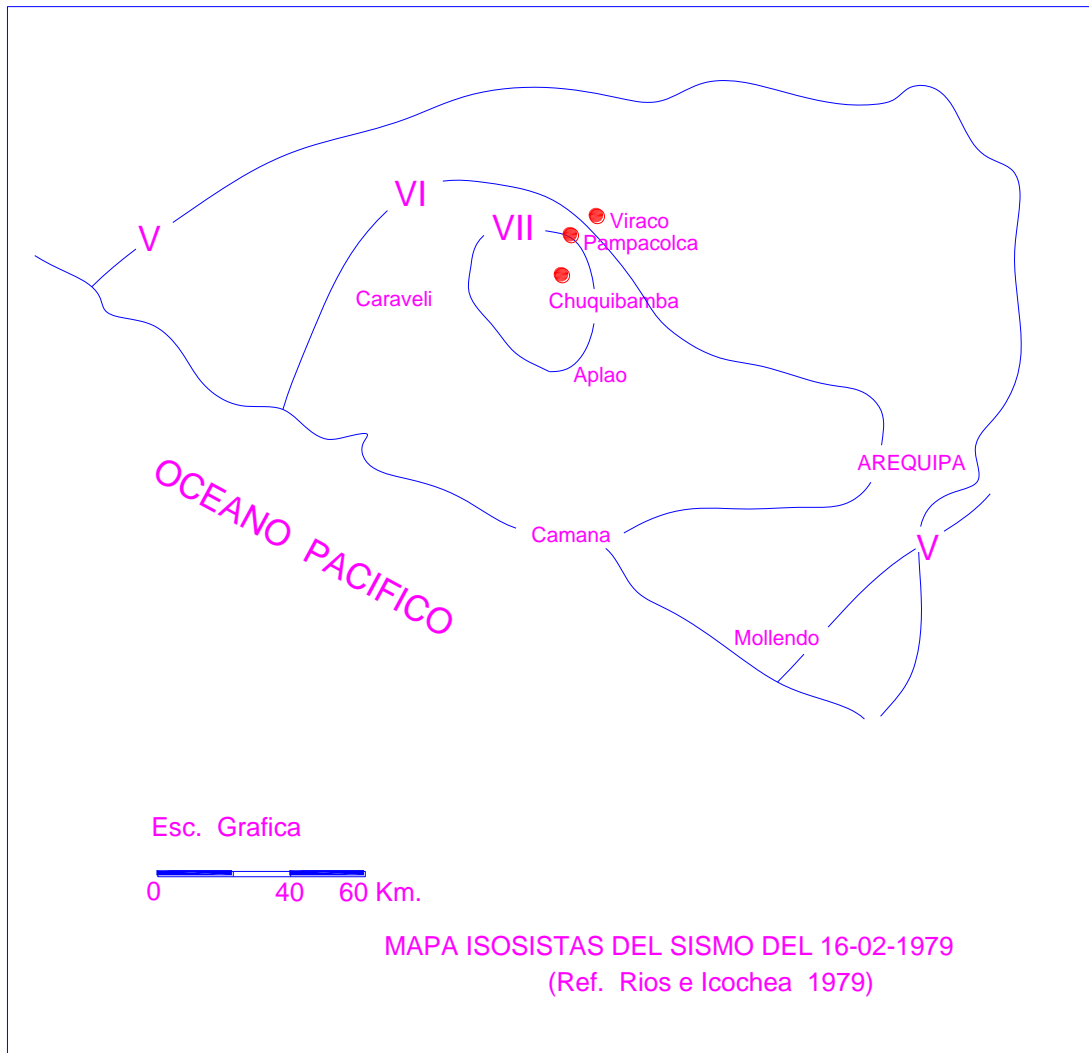


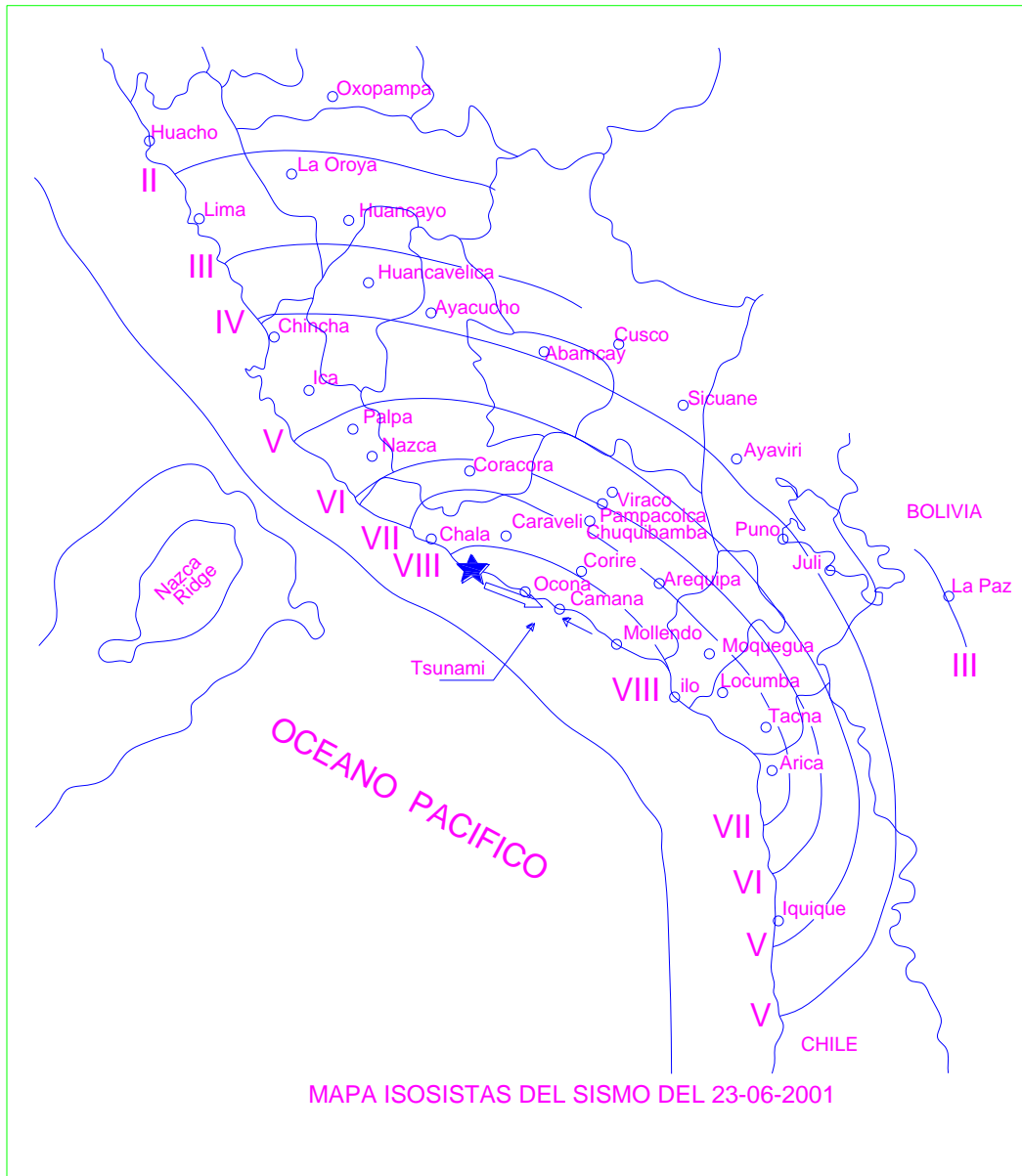


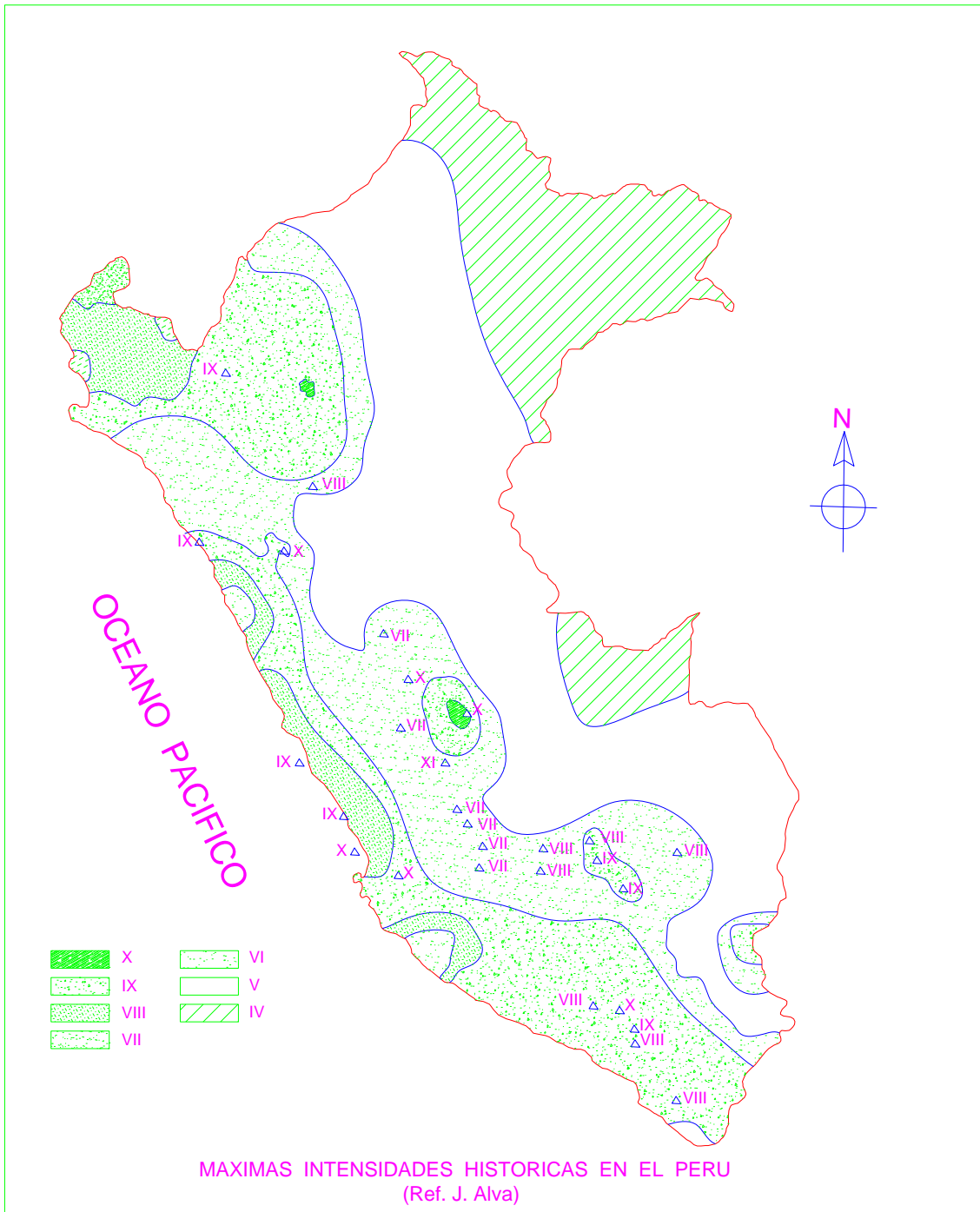












6. EVALUACION DE LAS CONDICIONES GEOTECNICAS DE LOS SUELOS DE PAMPACOLCA.

Según los trabajos de interpretación de las exploraciones en base a las calicatas ejecutadas, en el estudio de microzonificación sísmica geotécnica de Pampacolca, se puede observar que existen áreas pequeñas, donde hay afloramientos de rocas Precámbricas, donde la capacidad de carga es de 23 kg/cm², una segunda zona de afloramientos de rocas de aglomerados volcánicas donde la capacidad de carga es de 5.4 kg/cm², una tercera zona donde se tiene capacidad de carga de 1.3 kg/cm² que corresponde a la zona oeste de Pampacolca y una cuarta zona de 1 kg/cm² que corresponde a la mayor parte de Pampacolca, al lado este y central de la ciudad.

En relación a los riesgos de geodinámica externa, la ciudad de Pampacolca mayormente se encuentra afectada por estos fenómenos, desde el sector oeste con flujos de aguas de pequeños huaycos que flanquea a Pampacolca, produciendo inundaciones que afectan al pueblo de Pampacolca. También hay flujos en la parte norte y noroeste

En tiempos de lluvias se produce un escurrimiento superficial a través de las calles en sentido longitudinal a la población, y de oeste a este, lo que hace que se inunden las calles temporalmente a falta de drenajes.

El riesgo mayor a que está propensa la ciudad desde el punto de vista de riesgos se refiere a la ocurrencia de los sismos destructores, que ocurren periódicamente a lo largo del litoral peruano, y que de una u otra manera afecta a la zona en estudio, produciéndose intensidades de VII a VIII en la escala Mercalli Modificada, por lo que este factor se tendrá en cuenta en los planos de zonificación integral de riesgos.

7. TIPOLOGIA CONSTRUCTIVA, VULNERABILIDAD FISICA, SISMICA Y SOCIAL DE LAS VIVIENDAS EN PAMPACOLCA

Dentro de la tipología constructiva de las viviendas en Pampacolca , se tiene que en esta localidad se tienen construcciones de material noble, de Adobe en mal estado o en colapso, y de regular a buen estado, se ha preparado datos estadísticos, los que se presenta en los siguientes cuadro.

Cuadro N° 11 : Tipología Constructiva

TIPO DE VIVIENDA	NUMERO DE VIVIENDAS	%
1.- Material Noble	156	19
2.- Adobe en Regular a Buen Estado	643	76
3.- Adobe en Mal Estado a Colapsadas	46	5
TOTALES	845	100

Cuadro N° 12 : Antigüedad de las Viviendas

ANTIGUEDAD	NUMERO DE VIVIENDAS	%
1.- Viviendas < de 10 años	176	20
2.- Viviendas > de 10 años y < de 50 años	65	7
3.- Viviendas Mayor a 50 años	604	73
TOTALES	845	100

Los trabajos de vulnerabilidad en la zona de Pampacolca se centra en la documentación preparada para este caso, principalmente en cuanto se refiere a las matrices correspondiente para la toma de datos, además se ha preparado los planos respectivos de vulnerabilidad de Pampacolca, específicamente en cuanto se refiere a la zona urbana, estos están ajustados a la influencia de las cuencas vecinas en la geodinámica que afecta a Pampacolca, siendo el principal problema el alguno flujos tipo huaycos que se producen en la parte SW e inundaciones en época de lluvias, como consecuencia de que se producen flujos temporales

con inundaciones laminares que afectan de una u otra manera a las viviendas y calles de la localidad de Pampacolca.

Como conclusión preliminar se tiene que en cuanto a la tipología de viviendas de Pampacolca existe un predominio de viviendas de adobe antiguas con mas de 50 años de antigüedad, que se encuentran en estado precario las que fueron seriamente afectadas por el terremoto de Junio del 2001, manifestándose en agrietamientos en sus paredes, algunas de las cuales están por colapsar. También es de notar que a la fecha aquí existe gran cantidad de viviendas de material noble hasta en un 19%, y las antiguas de este tipo resistieron muy bien al sismo.

Es de notar que falta la existencia de drenajes en las calles para soportar los problemas de inundaciones que se presentan en épocas de lluvias.

8.- RESULTADOS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD

Los Resultados se muestran en los Planos de Vulnerabilidad que se adjuntan, de ellos se puede resumir lo siguiente:

8.1 Vulnerabilidad Física: (Plano N°: P-06)

Para la elaboración del plano de vulnerabilidad física se ha tenido como base, la matriz N° 1, que considera los factores de pendientes naturales de los terrenos, taludes inestables, presencia de huaycos y quebradas, rasante de viviendas y drenaje pluvial.

En cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad física de las viviendas, se tiene los siguientes resultados en porcentajes de acuerdo a los diferentes rangos de valoración:

Descripción:

Zona I: Vulnerabilidad Muy Alta:

Zona de construcciones en laderas de fuerte pendiente, por debajo de las rasantes de calles, carente de drenaje pluvial, en estado de colapso de las edificaciones y se pueden producir alto número de damnificados.

Zona II: Vulnerabilidad Alta:

Zona de construcciones en laderas de moderadas pendientes, por debajo de las rasantes de calles, carente de drenaje pluvial, se producirán daños severos en la infraestructura, superiores al 50%.

Zona III: Vulnerabilidad Media:

Zona con construcciones en laderas con pendientes suaves a moderadas, construcciones, por debajo de las rasantes de calles, carente de drenaje pluvial, se producirán daños en la infraestructura, superiores al 25%.

Zona IV: Vulnerabilidad Baja:

Zona con construcciones en terrenos con pendientes suaves a llanas por encima de las rasantes de calles, tiene baja predisposición a pérdidas o afectaciones a la infraestructura urbana.

Cuadro N° 13: Clasificación de la Vulnerabilidad Física de Viviendas en Porcentaje

RANGO	N° DE VIVIENDAS	PORCENTAJE %
1.- Vulnerabilidad Muy Alta	389	46
2.- Vulnerabilidad Alta	186	22
3.- Vulnerabilidad media	245	29
4.- Vulnerabilidad Baja	25	3
TOTALES	845	100

Se puede observar entonces que la vulnerabilidad predominante es alta y muy alta, con un total sumado de 68%, lo que tiene que tenerse en cuenta para los fines de planificación urbana.

8.2 Vulnerabilidad Sísmica: (Plano N°: P-07)

Para la elaboración del plano de vulnerabilidad Sísmica se ha tenido como base, la matriz N° 2, que considera los factores de tipos de construcciones, tipo de cimentaciones y capacidad de carga, antigüedad de las construcciones y estado de conservación de las mismas.

En cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad Sísmica de las viviendas, se tiene los siguientes resultados en porcentajes de acuerdo a los diferentes rangos de valoración:

Descripción:

Zona I: Vulnerabilidad Muy Alta:

Zona de construcciones de adobe tradicional, cimentación muy superficial de piedra y barro, antigüedad mayor a 25 años, sin medidas de conservación y mantenimiento a punto de colapsar.

Zona II: Vulnerabilidad Alta:

Zona de construcciones de adobe tradicional en regular estado de conservación, presenta algunas fisuras y grietas en paredes, cimentación muy superficial de piedra y barro, antigüedad de 10 a 25 años, en mal estado de conservación, pueden colapsar.

Zona III: Vulnerabilidad Media:

Zona de construcciones con albañilería de ladrillo con cobertura flexible, cimentación corrida concreto simple, antigüedad de 5 a 10 años, regular estado de conservación. Se incluye zona de educación y áreas libres.

Zona IV: Vulnerabilidad Baja:

Construcciones con albañilería de ladrillo, con cobertura rígida de concreto reforzado, elementos estructurales de confinamiento, antigüedad por lo general a 5 años, buen estado de conservación.

Cuadro N° 14: Clasificación de la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas en Porcentaje

RANGO	N° DE VIVIENDAS	PORCENTAJE %
1.- Vulnerabilidad Muy Alta	380	45
2.- Vulnerabilidad Alta	262	31
3.- Vulnerabilidad media	51	6
4.- Vulnerabilidad Baja	152	18
TOTALES	845	100

De lo anterior se puede mencionar que se tiene un predominio de vulnerabilidad alta y muy alta con un porcentaje sumado de 76%, que corresponde mayormente a las viviendas de adobe que muchas están en ruinas, son muy antiguas y otras han sufrido fuertemente los efectos del sismo de junio del 2001.

Es importante señalar que se tiene un 18% de vulnerabilidad baja que corresponde a las viviendas de material noble, que mayormente son nuevas y tienen antigüedad menor a 10 años, muchas de las cuales han resistido muy bien a sismo del 2001.

8.3 Vulnerabilidad Social: (Plano N°: P-08)

Para la elaboración del plano de vulnerabilidad Social se ha tenido como base, la matriz N° 3, que considera los factores del grado de instrucción, la actividad económica principal y el ingreso familiar, en todo caso este aspecto mayormente se debe tener como base de datos, para la planificación urbana.

En cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad Social de las viviendas, se tiene los siguientes resultados en porcentajes de acuerdo a los diferentes rangos de valoración:

Descripción:

Zona I: Vulnerabilidad Muy Alta:

Ingreso familiar económico bajo, menor a 310 soles mensuales y grado de instrucción primaria, actividad agricultura.

Zona II: Vulnerabilidad Alta:

Ingreso familiar económico de 310 a 460 soles mensuales y grado de instrucción primaria o secundaria, actividad agricultura y ganadería.

Zona III: Vulnerabilidad Media:

Ingreso familiar económico de 460 a 1000 soles mensuales y grado de instrucción secundaria, actividad ganadería y comercio

Zona IV: Vulnerabilidad Baja:

Ingreso familiar económico mayor a 1000 soles mensuales y grado de instrucción secundaria o superior, actividad comercio y profesionales

Cuadro N° 15: Clasificación de la Vulnerabilidad Social de Viviendas en Porcentaje

RANGO	N° DE VIVIENDAS	PORCENTAJE %
1.- Vulnerabilidad Muy Alta	718	85
2.- Vulnerabilidad Alta	102	12
3.- Vulnerabilidad media	25	3
4.- Vulnerabilidad Baja	0	0
TOTALES	845	100

Se puede observar que respecto a la vulnerabilidad social, se tiene que existe un predominio de vulnerabilidad muy alta y muy pequeño porcentaje de vulnerabilidad muy baja, ello debido a que la mayoría de la población tiene ingresos muy bajos, que ni siquiera se llega al sueldo mínimo, ya que los pobladores se dedican mayormente a la agricultura por temporadas, no existiendo otras fuentes de trabajo.

8.4 Mapa de Vulnerabilidad Física y Sísmica de Viviendas. (Plano N°: CH-14)

Este mapa integra los parámetros indicados para la vulnerabilidad física de las viviendas y se lo clasifica como vulnerabilidad muy alta, alta, media y baja, lo que se muestra en el plano respectivo, para ello se usó los parámetros indicados en la matriz 1 y 2.

8.5 Mapa de Vulnerabilidad Física y Social de Viviendas. (Plano N°: CH-15)

Este mapa integra los parámetros indicados para la vulnerabilidad física y Social de las viviendas y se lo clasifica como vulnerabilidad muy alta, alta, media y baja, lo que se muestra en el plano respectivo, para ello se usó los parámetros indicados en la matriz 1 y 3.

8.6 Mapa de Vulnerabilidad Física , Sísmica y Social de Viviendas. (Plano N°: CH-16)

Este mapa integra los parámetros indicados para la vulnerabilidad física, Sísmica y Social de las viviendas y se lo clasifica como vulnerabilidad muy alta, alta, media y baja, lo que se muestra en el plano respectivo, para ello se usó los parámetros indicados en la matriz 1 , 2 y 3

9.- RESULTADOS DE ANALISIS ZONIFICACION INTEGRAL DE RIESGOS.

Los resultados del análisis de Zonificación Integral de Riesgos, se muestran en varios mapas dentro de los cuales se tienen los Mapas geológicos-geomorfológicos ya descritos anteriormente, de amenazas, de amplificación sísmica o isoperíodos, mapas de zonificación geotécnica sísmica y mapas de zonificación integral de riesgos.

9.1 Mapa de Amenazas. (Plano N°: P-09)

En este mapa se muestran las principales amenazas a que esta sujeta la zona de estudio, se puede observar que la amenaza de geodinámica externa mayormente se centra a varios pequeños flujos de aguas (pequeños huaycos) que vienen de la parte Oeste y Norte, produciendo inundaciones temporales que se presentan en las principales calles de Pampacolca, no existiendo otro fenómeno de este tipo, que amenace a Pampacolca.

La gran amenaza que existe a la ciudad y áreas vecinas, corresponde a la ocurrencia de grandes terremotos que se producen principalmente en la faja del litoral peruano de la parte sur, que por influencia del viaje de las ondas sísmicas y por la cercanía de su ocurrencia a la zona de estudio ocasionan destrucción de viviendas y algunas veces pérdidas de vidas humanas, mas aún cuando en la actualidad en esta área se tienen numerosas viviendas de adobe en mal estado que están a punto de colapsar.

En el plano respectivo se muestra las principales amenazas a que está sujeta Pampacolca, el mismo que ha complementado la información para la preparación del mapa de zonificación integral de riesgos de Pampacolca.

Descripción:

Zona I: (Amarillo)

Area influenciada por sismos fuertes grado de intensidad VII-VIII M.M.

9.2 Mapa de Amplificación Sísmica o Isoperíodos. (Plano N°: P-10)

Se ha preparado un mapa de amplificación sísmica o isoperíodos para la zona de Pampacolca, en base a los trabajos de geotecnia desarrollados, de los cuales se han obtenido las propiedades dinámicas de los suelos, dentro de los cuales se tienen los valores de periodo de vibración del suelo.

Se puede observar que el período de vibración del suelo varía de 0.50 seg. para la zona I , 0.37 seg. para las zonas II y III, y 0.18 seg. para la zona IV respectivamente.

No existen suelos arenosos sueltos, tampoco nivel freático superficial, que pueda ayudar grandemente en la amplificación sísmica, esto define que no existe ningún riesgo de que se produzca el fenómeno de licuación de suelos, ante ocurrencia de sismos.

9.3 Mapa de Zonificación Geotécnica - Sísmica. (Plano N°: P-11)

Este mapa es la resultante de los estudios de Mecánica de Suelos, dinámica de suelos utilizando los períodos de vibración del subsuelo, cuyos parámetros orientadores en la definición y delimitación de la zonificación han sido la siguiente:

- Capacidad de carga de los suelos en el rango mas desfavorable en kg/cm^2
- Clasificación de los suelos SUCS y relación con el basamento rocoso
- Profundidad del nivel freático
- Período fundamental de vibración del suelo y subsuelo.
- Correlación de los principales fenómenos de geodinámica externa.

De acuerdo a los trabajos desarrollados, el área de Pampacolca se ha zonificado en 4 grupos:

ZONA A: De Muy alto Riesgo (Color Rojo).

No se tiene en Pampacolca

ZONA B: De Alto Riesgo (Color Naranja).

No se tiene en Pampacolca

ZONA C: De Riesgo Medio (Color Amarillo).

Subzona C1:

Es la mayor área donde se encuentra la localidad de Pampacolca, corresponde a suelos del tipo arenas limosas, limos inorgánicos, donde la capacidad de carga es de 1.0 kg/cm², sobre pendiente suaves a moderadas menor a 15°, alejados de cauces de quebradas activas: El período de vibración es inferior a 0.50 seg.

Subzona C2:

Es un área al SW de Pampacolca, con suelos del tipo gravas pobremente graduadas, gravas bien graduadas y arenas limosas gravosas, con capacidad de carga de 1.30 kg/cm², sobre pendientes suaves a moderadas menores a 15°. El período de vibración es de 0.37 seg.

ZONA D: Riesgo Bajo (Color Verde).

Subzona D1:

Es una zona al SE de Pampacolca donde se presentan aglomerados y coluviales- deluviales se tiene una capacidad admisible de 5.40 kg/cm², sobre pendiente suaves a moderadas menor a 15°, alejados de cauces de quebradas activas: El período de vibración es 0.37 seg.

Subzona D2:

Es un área al NW de Pampacolca, con presencia de rocas precámbricas, con capacidad de carga de 23 kg/cm², sobre pendientes moderadas a fuertes. El período de vibración es de 0.18 seg.

9.4 Mapa de Zonificación Integral de Riesgos. (Plano N°: P-12)

Este mapa es la resultante integral de los planos de vulnerabilidad física, sísmica y amenazas, en el que representa un escenario de la distribución espacial de los efectos potenciales de los fenómenos naturales sobre las viviendas.

Se tiene las siguientes divisiones de zonificación:

ZONA I: De Muy alto Riesgo (Color Rojo).

No se encuentra en Pampacolca.

ZONA II: De Alto Riesgo (Color Naranja).

Viviendas de adobe en estado preario, colapsables, en moderada pendiente, zona adyacente de quebrada activa por huayco y zona de influencia de aguas pluviales con escorrentía en las calles, capacidad de carga de 1 a 1.3 kg/cm².

ZONA III: De Riesgo Medio (Color Amarillo).

Viviendas de adobe en estado de regular a buena, en terrenos de suave a moderada pendiente, influenciada por aguas pluviales y escorrentía en las calles, capacidad de carga de 1 a 1.3 kg/cm².

ZONA IV: De Riesgo Bajo (Color Verde).

Viviendas de concreto armado en buen estado, en terrenos de suave a moderada pendiente, influenciada por aguas pluviales y escorrentía en las calles, capacidad de carga de 1.0 a 1.3 kg/cm².

9.5 Mapa de Zonificación de Capacidad de Carga . (Plano N°: P-13)

La capacidad de carga es la siguiente:

ZONA I: Capacidad de Carga 23 kg/cm². (Color Verde).

Rocas Precámbrica, periodo de vibración del suelo de 0.18 seg.

Tratándose de roca se recomienda un ancho y profundidad de cimiento de 0.50 m.

ZONA II: Capacidad de carga de 5.40 kg/cm² (Color Amarillo).

Aglomerado volcánico y coluvial - deluvial grueso, periodo de vibración del suelo de a 0.37 seg.

Se recomienda un ancho de 0.50 y profundidad de cimiento de 0.80 m.

ZONA III: Capacidad de carga de 1.30 kg/cm² (Color Naranja).

Suelos arenosos limosos, periodo de vibración del suelo de a 0.37 seg.

Se recomienda un ancho de 0.50 y profundidad de cimiento de 0.90 m.

ZONA IV: Capacidad de carga de 1.00 kg/cm² (Color Rojo).

Suelos arenosos limosos, y limosos, periodo de vibración del suelo de a 0.50 seg.

Se recomienda un ancho de cimentación de 0.50 y profundidad de 1.00 m.

De acuerdo a los resultados de las investigaciones geotécnicas de los suelos de cimentación, para viviendas de un solo piso, se recomienda un ancho de cimentación de 0.50 y profundidad de 0.80.

9.6 Mapa de Planteamiento de Drenajes Pluviales. (Plano N°: CH-17)

En base a las observaciones in situ de las precipitaciones pluviales que se presentan en la actualidad, a observaciones y comunicaciones verbales de los pobladores de la zona, se han considerado y estudiado las direcciones de los flujos principales de aguas en épocas de lluvias, los flujos en canales pequeños existentes, en base al cual se están recomendando la construcción de pequeños canales para drenajes de aguas pluviales, para un mejor drenaje de la ciudad. Así mismo se indican las zonas de estancamientos de aguas en épocas de lluvias, con su respectiva solución recomendada, todo lo cual se presenta en el plano respectivo.

10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

10.1. Geológicamente los suelos de cimentación donde se emplaza la localidad de Chuquibamba, están conformados por flujos de barro, material deluvial, cuyos componentes principales son arenas limosas y limos arenosos con pocas gravas, es decir suelos generalmente finos. Es de notar que en áreas muy reducidas se encuentran afloramientos de rocas del volcánico Barroso, que conforman el basamento rocoso.

10.2. Geomorfológicamente se observa El distrito de Pampacolca es una localidad que, está emplazada en un interfluvio de superficie algo plana, con ligera inclinación de 5 a 10° hacia el sureste Está limitada por unos taludes suaves a ambos lados de la planicie que son usados actualmente para la agricultura, estos límites corresponden a dos quebradas llamadas Sumilla y Jallpa, que nacen en el volcán Coropuna y confluyen al Norte del pueblo de Yaso. En el centro del interfluvio existe una depresión paralela a las quebradas, probablemente formada por la erosión de una lengua glaciaria o por el avance de los flujos lávicos, quedando reducido a un valle sin drenaje.

10.3 Durante los fuertes períodos de precipitación pluvial, se generan escorrentías superficiales que viene desde la parte alta de Pampacolca y que drenan por las calles principales, produciendo inundaciones en dichas calles recorriendo de sur a norte, pendiente abajo.

10.4. el único problema geodinámico y de amenaza de geodinámica externa, se refiere a la escorrentía superficial en las calles de Pampacolca durante períodos de fuertes lluvias. Otro fenómeno de geodinámica externa, como son deslizamientos, hundimientos, reptaciones. etc. no existen en la zona de estudio.

10.5. Con fines de investigación geotécnica de la cimentación, se tiene la información de 09 excavaciones con pruebas in situ de densidades naturales y ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.

10.6. Los resultados de las investigaciones geotécnicas nos indican que en general los suelos tienen regular a baja resistencia, mayormente clasificados como suelos arenosos limosos y limosos arcillosos.

10.7. Se tienen los valores de capacidad portante, para 4 zonas, la zona I una capacidad de carga de 23 kg/cm² que es zona de rocas precámbricas recomendándose aquí un ancho de cimiento de 0.50 m y profundidad de 0.50 m.. Para las Zonas II una capacidad de carga de 5.4 kg/cm² para el aglomerado volcánico y coluvial – diluvial grueso, se recomienda un ancho de cimiento de 0.50 m y profundidad de 0.80. La zona III una capacidad de carga de 1.3 kg/m² , recomendándose un ancho de 0.50 m. y profundidad de cimiento de 0.90 m. para suelos arenosos limosos y la zona IV capacidad de carga de 1.0 kg/cm², recomendándose un ancho de 0.50 m y profundidad de cimiento de 1.00 m., para suelos limosos.

10.8. De la evaluación sísmica de la zona, se concluye que el área de estudio tiene una alta actividad sísmica con un promedio de 4 a 5 sismos de regular intensidad por año, así mismo estos fenómenos naturales se han producido desde épocas remotas, siendo afectada por grandes terremotos que han ocasionado pérdidas de vidas humanas y materiales. También es de manifestar que dichos terremotos han producido fuertes intensidades en la zona que llegan a en general a VII – VIII MM (Modificada Mercalli):, incluso podrían haber llegado a IX M.M., los cuales son destructores y que continuarán produciéndose en los próximos años.

10.10. En cuanto a las propiedades dinámicas de los suelos se tiene para la zona I un período de vibración de 0.50 seg., para la zona II y III de 0.37 seg. y para la zona IV de 0.18 seg.

10.11. Para la evaluación de la zonificación integral de riesgos, se ha estudiado la vulnerabilidad física, sísmica y social del área de estudio, habiéndose preparado los planos respectivos, así mismos se ha confeccionado el mapa de amenaza, el mapa geotécnico sísmico y el Zonificación Integral de Riesgos.

10.12. Se puede indicar que la principal amenaza de geodinámica externa que presenta la zona es la de ocurrencia de escorrentías superficiales sobre las calles y la presencia de flujos de aguas como pequeños huaycos que vienen del oeste de Pampacolca. Respecto a la geodinámica interna existe la constante amenaza de ocurrencia de grandes terremotos en la región sur del Perú que afecta seriamente a la localidad de Viraco.

10.13. En el mapa de Zonificación Integral de Riesgos, se observa que no existe zona de ZONA I: De Muy alto Riesgo (Color Rojo). Se tiene la ZONA II: De Alto Riesgo (Color Naranja), se refiere a las viviendas de adobe en estado precario, colapsables, en moderada pendiente, zona afectada por fuerte escorrentía superficial de aguas de lluvias, capacidad de carga de 1.0 a 1.3 kg/cm². La ZONA III: De Riesgo Medio (Color Amarillo), se refiere a las viviendas de adobe en estado de regular a buena, en terrenos de suave a moderada pendiente, influenciada por aguas pluviales y escorrentía en las calles, capacidad de carga de 1.0 a 1.3 kg/cm² y finalmente a la ZONA IV: De Riesgo Bajo (Color Verde) corresponde a viviendas de concreto armado en buen estado, en terrenos de suave a moderada pendiente, influenciada por aguas pluviales y escorrentía en las calles, capacidad de carga de 1.0 a 1.3 kg/cm².

10.14. Como recomendaciones podemos indicar:

- Para evitar la erosión de los suelos de las calles de Pampacolca por acción de las aguas pluviales en épocas de fuertes lluvias, se recomienda completar la pavimentación con concreto y/o empedrado enchapado de las calles, con sus respectivos drenajes y veredas altas, para evitar las inundaciones que afecten a las viviendas, principalmente las que se ubican en las partes superiores al norte y oeste de Pampacolca

- Para construcciones de dos a tres niveles, efectuar estudios puntuales de mecánica de suelos, para determinar la capacidad de carga, en función a la geometría de la cimentación.
- Se deberá efectuar una campaña social que trate de demoler las edificaciones de adobe que están a punto de colapsar o que estén riesgosas, ya que son estructuras de muy alta vulnerabilidad que ante la ocurrencia de fuertes sismos y/o terremotos, de tal manera que se puede evitar las pérdidas de vidas humanas.
- Pampacolca tiene 176 aproximadamente edificaciones que representa un 20% de construcciones nuevas menores de 10 años por no decir menores de 5 años ya que para el terremoto del 2001 se construyeron estas viviendas, unas 65 viviendas aproximadamente que representa el 7% que tienen menos de 50 años y la gran mayoría que son alrededor de 604 viviendas y representa el 73% cuyas viviendas pasan los 50 años.

ZONAS DE REFUGIO

a) **El centro de salud:** El centro de salud de Pampacolca es una zona segura ya que está construida de material noble, además consta con 4 médicos generales, 1 odontólogo 2 obstetricas, 6 enfermeras y 4 técnicos; atiende las siguientes especialidades:

Medicina General, Pediatría, Cirugía, Odontología, Ginecología y quemados.

Topico, y Farmacia

También consta de 6 camas y 3 camillas y 5 salas para internamiento una sala completa de maternidad y 5 consultorios que pueden servir como sala de emergencia para acoger pacientes en caso de algún siniestro.

b) **Colegio:** Pampacolca el distrito tiene 2 colegios primarios y uno secundario tienen una capacidad para 300 alumnos; construido en material noble cercada que nos asegura una zona de refugio en caso de sismo, donde la población podría ubicarse temporalmente.

c) **Plaza de Armas:** Pampacolca tiene 2 Plazas de Armas que por ser una zona plana también se considera una zona segura.

ZONA DE EXPANSIÓN DE LA POBLACIÓN DE PAMPACOLCA

- Con fines de ampliación y/o expansión urbana, se recomienda como primera prioridad la zona indicada en el plano de capacidad de carga como Área de Expansión Urbana, hacia el SW de Pampacolca zona del Anexo de Quiscata, que es la mejor área de la zona.