



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**

**“ESTUDIO DE VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO EN LIMA
Y CALLAO”**

DISTRITO DE VENTANILLA

LIMA

MAYO 2005

PACÍFICO
OCEANO



**ASOCIACIÓN PERUANA DE EMPRESAS DE
SEGUROS (APESEG)**



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	2
2. GEOLOGÍA DE LIMA Y CALLAO	2
2.1. Geografía	2
2.2. Geología	3
2.3. Geomorfología	3
2.4. Litología	4
2.5. Tectónica	5
2.6. Hidrogeología	6
3. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA-SÍSMICA DE LIMA Y CALLAO	6
3.1. Características Geotécnicas de Lima y Callao	6
3.2. Zonas Geotécnicas-Sísmicas de Lima y Callao	7
4. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA-SÍSMICA DEL DISTRITO DE VENTANILLA	10
4.1. Perfil de Suelos del distrito de Ventanilla	10
4.2. Zonificación Geotécnica-Sísmica del distrito de Ventanilla	10
REFERENCIAS	13



1. INTRODUCCIÓN

Por las referencias históricas de Silgado (1978) y las evaluadas instrumentalmente, las ciudades de Lima y Callao han sido sometidas a una serie de sismos de gran intensidad, durante los cuales en múltiples oportunidades han sufrido cuantiosos daños materiales y pérdidas de vidas humanas. La principal fuente generadora de eventos sísmicos que afectan esta región es la zona de subducción, definida por la interacción de la Placa de Nazca y la Placa Continental. Esta fuente puede generar eventos de gran magnitud, los que, según la historia sísmica, en la zona de la costa central pueden alcanzar los 8.2 grados en la escala de Richter. Así mismo, la relativa proximidad de la fuente sismogénica hace que la intensidad del movimiento sísmico sea bastante considerable en la zona urbana. Los efectos de estos movimientos telúricos se ven incrementados por las diferentes condiciones de sitio que se presentan en los distritos que conforman la gran Lima Metropolitana, tal como se ha podido observar durante la ocurrencia de terremotos pasados tales como: el del 17 de octubre de 1966, 31 de mayo de 1970 y el del 03 de octubre de 1974 por mencionar alguno de ellos, donde las zonas de mayores daños se han localizado en los distritos de Chorrillos, Barranco, La Molina, La Punta y El Callao.

En la actualidad es ampliamente conocido que las condiciones locales de sitio es uno de los principales factores responsables de los daños sufridos por las edificaciones durante los sismos severos. La amplificación sísmica es un efecto de las condiciones locales de sitio y es fuertemente dependiente de las condiciones topográficas, geológicas y geomorfológicas de la zona en consideración. En consecuencia, en el presente informe se muestra un mapa de zonificación sísmica, que permita determinar el nivel de peligro sísmico esperado en Lima y Callao. Esta información será la base para la evaluación del riesgo sísmico y la cuantificación de las pérdidas máximas esperadas en eventos futuros. Asimismo, se presenta el mapa de zonificación del distrito de Ventanilla de acuerdo a las consideraciones dadas por el código de Diseño Sismorresistente vigente (Norma E-030, 2003).

2. GEOLOGÍA DE LIMA Y CALLAO

2.1. Geografía

La zona en estudio se encuentra comprendida dentro del área Metropolitana de Lima y Callao, la cual se ubica en la Costa del Pacífico sobre los 77°03' de longitud al Oeste del Meridiano de Greenwich y a los 12°04' de latitud, al Sur del Ecuador, a 137 metros sobre el nivel del mar (Campo de Marte). El Área Metropolitana tiene una extensión aproximada de 3,923.56 km². Hacia el Este se inicia en las estribaciones del ramal Occidental de la Cordillera de los Andes; los valles de los ríos Chillón y Lurín limitan su extensión por el Norte y por el Sur, respectivamente; la longitud de costa comprendida entre ambas desembocaduras es de aproximadamente 65 km.

El área descrita comprende un terreno predominantemente plano, con una ligera



pendiente promedio de aproximadamente 4 a 5% en dirección NE-SO. El río Rímac atraviesa el Casco Urbano de la Ciudad, en dirección Este-Oeste, para desembocar al Norte del Puerto del Callao. El valle del Rímac constituye el acceso más importante para conectar el Área Metropolitana con la Región Central Andina del País.

2.2. Geología

El área metropolitana de Lima y Callao está localizada sobre los abanicos de deyección cuaternarios de los ríos Rímac y Chillón, enmarcados en rocas sedimentarias del Jurásico Superior al Cretáceo Inferior, y rocas intrusivas del batolito andino (Cretáceo Superior - Terciario Inferior). Tectónicamente se trata de una suave estructura anticlinal, fallada por estructuras orientadas sensiblemente N-S, que condicionan un espesor entre 400 a 600 m de los depósitos aluviales, de características heterogéneas, rellenando probablemente una fosa tectónica.

2.3. Geomorfología

El área metropolitana de Lima y Callao se ubica sobre diversas geoformas de deyección de los ríos Rímac y Chillón, pero en menor proporción en este último.

El abanico de deyección original del río Rímac, que tenía un ápice en el área de Vitarte (350 msnm), se desarrollaba según la línea Vitarte-Quebrada de Armendáriz, o sea, a lo largo de lo que se conoce como río Surco, hoy canalizado, pasando por una apertura entre los cerros El Agustino y Monterrico, con una generatriz de 17 km de largo y una cuerda actual de unos 10 km (Morro Solar-Magdalena).

El cono de deyección del Rímac cubre la línea de la costa, en el Área Metropolitana, teniendo una configuración típica que consiste en:

- Un espolón rocoso, que actúa de pivote a las corrientes marinas (Morro Solar).
- Una ensenada degradacional (Perla Alta a la Punta) ubicada a continuación del espolón y que produce una erosión marina sobre el abanico de deyección, originando, en el caso de Lima, una escarpa de hasta 60 m de altura.
- El perfil de equilibrio, da forma de un segmento elíptico del acantilado que indican una evolución dinámica importante de la erosión marina del pasado y actualmente modificado por obras como rompeolas, defensas marinas, y el trazo de la carretera de la costa verde más áreas de relleno sin ningún control, los mismos que pueden ser destruidos en el futuro (Martínez, 1996).

Puede concebirse que el conjunto isla San Lorenzo-La Punta constituyó una sola unidad, y fue destruida posteriormente por la erosión en la “ensenada degradacional” Bellavista-Chorrillos. En efecto, la mayor intensidad actual de la dinámica marina se sitúa entre La Punta y San Miguel.

El abanico de deyección del río Chillón es muy pequeño y se circunscribe al área de la Hacienda Márquez. Éste tiene una generatriz de 12 km de largo, según la línea Cerro



Mulería-Callao, con una probable cuerda original de unos 10 km.

2.4. Litología

En el área Metropolitana aflora una secuencia sedimentaria que abarca desde el Jurásico Superior al Cuaternario Reciente, con una potencia total en el orden de 3600 m, intruída por rocas plutónicas en el Neo-Cretáceo y/o principios del Terciario. La unidad estratigráfica más antigua en el área es la Formación Puente Piedra, y la unidad sedimentaria “dura” más reciente es la llamada Formación Atocongo. Los sedimentos no consolidados están representados por depósitos detríticos Cuaternarios. Los depósitos Cuaternarios comprenden los materiales detríticos aluviales, de playa y eólicos. Su distribución es amplia, en especial los depósitos aluviales. Puede afirmarse que la gran mayoría del área Metropolitana está edificada sobre estos últimos. Los depósitos aluviales formados particularmente por el régimen aluvional de los ríos Rímac y Chillón, se remontan hasta fines del Terciario (Plioceno). La composición de estos depósitos es heterogénea y no guarda una sistemática razonable, vertical ni horizontal, debido a la superposición de diversos abanicos de deyección y distancias variables al ápice, inclusive en relación a los diferentes regimenes de descarga de los dos ríos, la capacidad de transporte variable, tanto estacional como de cambios climáticos grandes, y las variaciones en el nivel del mar. Los depósitos aluviales consisten en gravas, con bolones de 20 cm en el centro de la ciudad y de 60 cm hacia el Este, arena y material limo-arcilloso. Tanto la arena como el material limo-arcilloso, actúan de matriz en mayor o en menor grado, y forman lentes de espesor variable dentro de las gravas. Ocasionalmente aparecen áreas aisladas, de suelo orgánico de más de dos metros de espesor. En el acantilado costero puede observarse, igualmente, la pobre estratificación horizontal de los detritos en forma de lentes cortados por la erosión marina.

A partir de esta información, podemos afirmar que:

- Los sedimentos del río Chillón son más finos y las gravas son de origen volcánico, en cambio los del río Rímac provienen del granito y la granodiorita (Martínez, 2004).
- El material aluvial se hace algo más arcilloso en profundidad.
- En el límite SE del acantilado (Chorrillos), los detritos arenosos predominan.
- En el Callao hay predominancia de limos arenosos.

A lo largo del acantilado, en Bellavista, se visualizan 60% de “gruesos” y 40% de “finos”, de Bellavista a Miraflores 90% de “gruesos” y 10% de “finos” y de Miraflores hacia Chorrillos, la tendencia es hasta 25% de “gruesos” y hasta 75% de “finos”.

En relación con la profundidad de los depósitos aluviales, puede esperarse un espesor máximo del orden 400 a 600 metros de relleno aluvial para el área del cono de deyección del Río Chillón y en el del Río Rímac en el área Metropolitana en general



de unos 200 m. Además de los depósitos aluviales, existen también los depósitos de playa. Se trata de depósitos de arena recientes, originados por acción agradacional de las olas y las corrientes marinas. Su mayor desarrollo está en las playas de Villa, Conchán, Chorrillos y La Punta, manifestándose también en el resto de la línea costera, debido a fluctuaciones del nivel del mar durante el Pleistocénico (épocas glaciales e interglaciales). Es de suponer la deposición de sedimentos marinos, preferentemente arenas, limos y arcillas, interdigitados con los productos aluvionales terrígenos. Además, se encuentran depósitos eólicos de origen reciente que ocurren generalmente en las áreas marginales de los cuerpos de deyección de los ríos Rímac y Chillón, en particular en la Tablada de Lurín, en la margen derecha del río Chillón, en el lado SO de la isla San Lorenzo y en numerosas zonas en la margen de la cuenca del río Surco y La Molina, los que, por su reducida área, no aparecen en el mapa geológico. Se trata de verdaderas “trampas” eólicas marginales, de irregular e imprevisible distribución, y que, geotécnicamente son sustancialmente desfavorables.

Las rocas intrusivas son principalmente granito, granodiorita, tonalita y diorita, que forman parte del llamado Batolito Andino, cuerpo intrusivo elongado ubicado a todo lo largo de la pendiente pacífica de los Andes. Cronológicamente, corresponden al intervalo del Cretáceo Superior al Terciario Inferior. Para mayor información, en la Figura 02 se presenta la Columna Estratigráfica Generalizada de la Región Costa de Lima, Lurín, Chancay y Chosica (INGEMMET, 1992).

2.5. Tectónica

En términos generales, el área de Lima Metropolitana puede visualizarse como un suave plegamiento anticlinal (buzamientos de menos de 20°), fallado sensiblemente a lo largo de un rumbo N-S. La traza del eje del pliegue anticlinal no es definida, pero se considera que pertenecen al flanco SO, el Morro Solar, la Isla San Lorenzo, los cerros La Regla y Oquendo. Al flanco NE pertenecen las estribaciones o de los cerros Arrastre Bajo, Mulería y La Milla, El Agustino, La Molina, Cascajal, Pamplona y Zig Zag. Se supone un eje curvado, pero probablemente se trata de una geometría influenciada por fallas transversales al eje. Otro pliegue sinclinal de menor magnitud, ocurre en la Tablada de Lurín y se prolonga hasta cerca del cerro La Molina.

El área de Lima se encuentra atravesada por diversas fallas de magnitud regional. La más conspicua es la que se conoce como la falla de La Chira (aproximadamente N-NO), cuya prolongación parece visualizarse en la falla inferida al Norte del río Rímac, entre el cerro Arrastre Bajo y los cerros Molería – Milla, atravesando de este modo la gran Lima a lo largo de una línea Campo de Golf (San Isidro)-Hospital del Niño (Breña)-Av. Zarumilla (San Martín de Porres). Otras fallas, sensiblemente N-S, son las de Conchán y Villa, cuya prolongación hacia el Norte podría coincidir con la quebrada de Canto Grande y la conspicua inflexión que el Río Rímac presenta al pie del Cerro San Cristóbal. Debe indicarse que, sin evidencia concreta de campo, los ríos Chillón, Lurín y especialmente Rímac, podrían localizarse a lo largo de grandes estructuras de falla regionales, evidenciadas en las fotografías de satélite. Se visualiza



que estas fallas de bloque hayan originado una verdadera fosa tectónica en el área de la gran Lima, responsable de la acumulación anormalmente grande de sedimentos aluviales.

En relación con la actividad actual de las fallas descritas, solamente la falla de La Chira-San Martín de Porres o “Falla de Lima”, muestra indicios sujetos a alguna consideración. Sin embargo, no se tiene evidencias críticas de actividad sísmica ni geométrica en tiempos históricos, salvo la alteración local del perfil geométrico del cauce del río Rímac de trascendencia práctica discutible.

2.6. Hidrogeología

Debido al carácter heterogéneo del material aluvial del área de Lima Metropolitana y a las intercalaciones de materiales relativamente permeables (grava, arena) y capas “lenticulares” arcillosas, puede visualizarse más de un nivel freático. El nivel freático principal y más alto, presenta una pendiente relativamente uniforme desde el ápice del abanico del río Rímac hacia el mar, con V:H de 1:60 en promedio. Su profundidad en relación con la superficie varía entre menos de 5 m (Callao-Chorrillos-Villa) y 70 m (Plaza de Armas, Lima-La Victoria). Las variaciones del nivel freático están probablemente en relación con los mayores o menores requerimientos locales del acuífero, pero de una manera general puede afirmarse que el nivel hidrostático ha estado bajando en años recientes. Una de las evidencias, fuera de la explotación de los pozos, es la vegetación muerta a lo largo del acantilado costero y la impermeabilización de la superficie de infiltración a través de la construcción masiva de edificaciones.

El abanico del río Chillón presenta una napa de pendiente algo menor (V:H de 1:80), cuya profundidad varía entre menos de 5 m (Aeropuerto-Cerro La Regla-Río Chillón-Puente Piedra-Chuquitanta-Hacienda Aznapuquio) y 40 m (al NE de Carabayllo).

3. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA-SÍSMICA DE LIMA Y CALLAO

3.1. Características Geotécnicas de Lima y Callao

A partir de la información obtenida de Tesis de Grado y de Maestría realizadas en diferentes distritos de Lima Metropolitana, de consultores externos y de investigación de campo realizada por parte del Laboratorio Geotécnico del CISMID, podemos indicar que gran parte del área en estudio está conformada por una grava aluvial la cual está compuesta por una grava gruesa de matriz predominantemente arenosa, medianamente compacta a compacta y con presencia de boleos y cantos rodados, estos materiales proceden en su mayor parte del delta del río Rímac; excepto en los distritos de Ventanilla, Carabayllo, Comas, Los Olivos y la zona norte de los distritos del Callao y San Martín de Porres, que provienen del río Chillón.

Cabe indicar que existen algunas zonas que están ubicadas dentro del área de



conglomerado superficial, como ciertos sectores de los distritos de Surquillo, Rímac, San Juan de Lurigancho, Centro de Lima (orillas del río Rímac, Av. Alfonso Ugarte, entre otros.), San Juan de Miraflores, la zona de los acantilados en los distritos de La Perla, San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, que no cumplen con esta generalidad, que están conformados por rellenos de desmontes y basura que en algunos casos tienen profundidades entre los 2 a 20 m. Estos rellenos fueron originados por antiguos movimientos de tierra, realizados para extracción de materiales de construcción en algunas zonas y para colocación de rellenos sanitarios en otras; por lo cual a pesar de su limitada extensión presentan serios problemas a las estructuras cimentadas sobre ellos.

El basamento rocoso se encuentra a profundidades que varían de 100 m a 400 m, de acuerdo a la profundidad de roca firme de Lima y Callao (Repetto, Arango y Seed, 1980). Repetto, Arango y Seed (1980) realizaron exploraciones geotécnicas en distintos puntos de la ciudad de Lima, cuyos perfiles y un Perfil Estratigráfico de Lima y Callao fue realizado por CISMID para este informe.

3.2. Zonificación Geotécnica-Sísmica de Lima y Callao

Con las características mecánicas y dinámicas determinadas de los suelos que conforman el terreno de cimentación del área de estudio, y las consideraciones dadas por el Código de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Construcciones (Norma E-030, 2003), se han definido las siguientes zonas geotécnica-sísmicas (Ver Mapa de Zonificación de Lima y Callao adjunto):

ZONA I: Esta zona está conformada por los afloramientos rocosos, los estratos de grava potentes que conforman los conos de deyección de los ríos Rímac y Chillón, y los estratos de grava coluvial-eluvial de los pies de las laderas, que se encuentran a nivel superficial o cubiertos por un estrato de material fino de poco espesor. Este suelo tiene un comportamiento rígido, con periodos de vibración natural determinados por las mediciones de microtrepidaciones que varían entre 0.1 y 0.3 s. Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es $S = 1.0$ y el periodo natural del suelo es $T_s = 0.4$ s, correspondiendo a un suelo tipo 1 de la norma sismorresistente peruana.

ZONA II: En esta zona se incluyen las áreas de terreno conformado por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos, cuyas potencias varían entre 3.0 y 10.0 m. Subyaciendo a estos estratos se encuentra la grava aluvial o grava coluvial. Los periodos predominantes del terreno determinados por las mediciones de microtrepidaciones en esta zona varían entre 0.3 y 0.5 s. Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es $S = 1.2$ y el periodo natural del suelo es $T_s = 0.6$ s, correspondiendo a un suelo tipo 2 de la norma



sismorresistente peruana.

ZONA III: Esta zona está conformada en su mayor parte por los depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor que se presentan en algunos sectores de los distritos de Puente Piedra, La Molina y Turín, y en los depósitos de arenas eólicas que cubren parte de los distritos de Ventanilla y Villa El Salvador, que se encuentran en estado suelto. Los periodos predominantes encontrados en estos suelos varían entre 0.5 y 0.7 s, por lo que su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo tipo 3 de la norma sismorresistente peruana, con un factor de amplificación sísmica $S = 1.4$ y un periodo natural de $T_s = 0.9$ s.

ZONA IV: Esta zona está conformada por los depósitos de arenas eólicas de gran espesor y sueltas, depósitos marinos y suelos pantanosos que se ubican en la zona del litoral de los distritos de Ventanilla, Callao, Chorrillos, Villa El Salvador y Lurín. La zona de canteras de este material en el distrito de Pachacamac. En esta zona se ubica también el distrito de la Punta, cuyo perfil estratigráfico particular, con un estrato de grava superficial sobre un depósito potente de arcilla, genera periodos relativamente largos, y un sector del distrito de Pachacamac, cuyos depósitos profundos de arena generan periodos largos. Los periodos predominantes encontrados en estos suelos son mayores que 0.7 s, por lo que su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo tipo 4 de la norma sismorresistente peruana, asignándoles un factor de amplificación sísmica $S = 1.6$ y un periodo natural de $T_s = 1.2$ s (caso especial según la Norma).

ZONA V: Están constituidos por áreas puntuales conformadas por depósitos de rellenos sueltos de desmontes heterogéneos que han sido colocados en depresiones naturales o excavaciones realizadas en el pasado, con potencias entre 5 y 15 m. En esta zona se incluyen también a los rellenos sanitarios que en el pasado se encontraban fuera del área urbana y en la actualidad han sido urbanizados. Se mencionan las áreas que han sido identificadas en el presente estudio, las cuales se encuentran ubicadas en los distritos del Rímac, Surquillo, Bellavista, La Perla, San Juan de Miraflores y San Juan de Lurigancho, no descartándose la existencia de otras similares en Lima Metropolitana. El comportamiento dinámico de estos rellenos es incierto por lo que requieren un estudio específico que está fuera del alcance del presente trabajo.

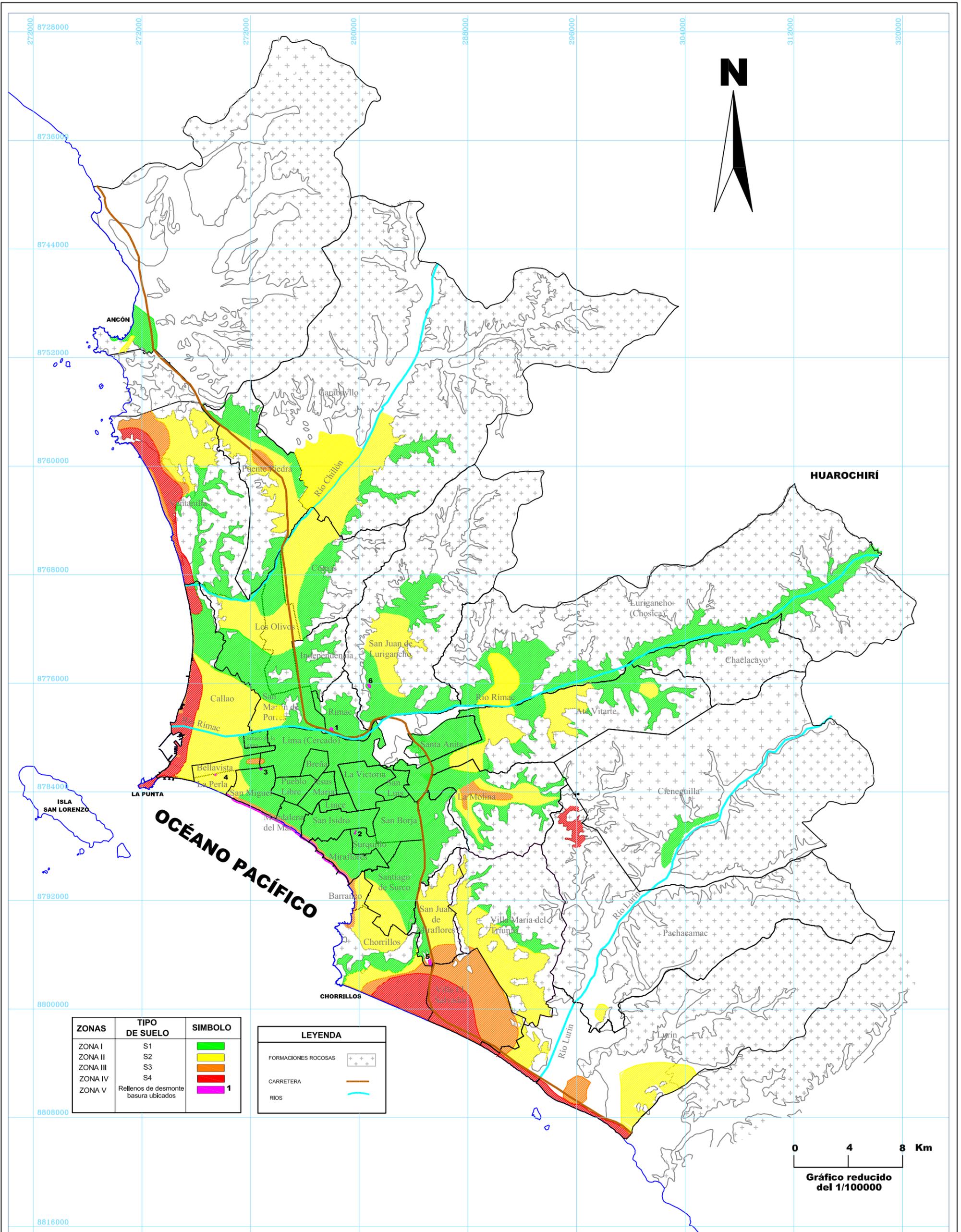


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



MAPA DE ZONIFICACION DE LIMA Y CALLAO



ZONAS	TIPO DE SUELO	SIMBOLO
ZONA I	S1	
ZONA II	S2	
ZONA III	S3	
ZONA IV	S4	
ZONA V	Rellenos de desmonte basuras ubicados	

LEYENDA	
FORMACIONES ROCOSAS	
CARRETERA	
RIOS	

0 4 8 Km

Gráfico reducido del 1/100000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CISMID

ELABORADO :
Bach. Marlene Linmaymanta M.
Ing. Ronald Macazana Erique
FECHA :
OCTUBRE, 2004

JEFE DEL PROYECTO :
DR. JORGE OLARTE NAVARRO
REVISADO :
MI.MS. ALBERTO MARTÍNEZ VARGAS
APROBADO :
DR. ZENON AGUILAR BARDALES

ESTUDIO :
VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO DE LIMA Y CALLAO
PLANO :
ZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE LIMA

AP=SEG 3
Asociación Peruana De Ingeniería y Seguros

ESCALA :
1/250000

PLANO :
07



4. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA-SÍSMICA DEL DISTRITO DE VENTANILLA

4.1. Perfil de Suelos del distrito de Ventanilla

Basados en los análisis de los registros de excavaciones realizados y de la información recopilada, se han establecido los perfiles estratigráficos para el distrito de Ventanilla que se describe a continuación:

De acuerdo a la información obtenida por los sondajes realizados y recopilados, el distrito de Ventanilla presenta una estratigrafía variada. El sector norte del distrito (A.H. Pachacútec, A.H Mi Perú, y las zonas circundantes) presenta un estrato predominante de arena mal gradada a arena limosa, hasta la profundidad explorada de 4.50 m. La compacidad de este material, superficialmente suelto, se incrementa con la profundidad. Este material arenoso ha sido depositado en las laderas de los cerros rocosos, cuyas cumbres aún quedan expuestos en pequeñas áreas del A. H. Mi Perú.

Hacia la zona Este del distrito (Ciudad Satélite, Zona Industrial y zonas aledañas), se encuentra un terreno superficial conformado por una grava limosa de compacidad media, que aumenta su potencia hacia la dirección Este, hallándose hasta una profundidad de 1.10 m en los estudios realizados. En algunos sectores se ha encontrado un relleno superficial de 0.50 m de profundidad. Por debajo de los estratos superficiales descritos, encontramos una arena limosa con gravas, la cual por presentar una compacidad densa, es clasificada como un material competente.

El área ubicada en la parte oriental media del distrito (Urb. Antonia Moreno de Cáceres, Urb. Naval) presenta un material coluvial, que varía desde gravas pobremente gradadas a bien gradadas, hasta la profundidad explorada de 5.00 m, conteniendo un alto porcentaje de sales y sulfatos los cuales disminuyen conforme aumenta la profundidad. Este material posee una compacidad media, siendo en general un material competente. Sin embargo, en algunos lugares se encuentran cementados con sales solubles, habiéndose reportado problemas de asentamientos por la lixiviación de estos materiales cementantes.

El terreno comprendido hacia la dirección sur-este del distrito (Pampa de los Perros), presenta superficialmente una arena limosa y en algunos casos relleno hasta una profundidad de 1.10 m, subyaciendo a este estrato está el estrato coluvial que en algunos sectores se encuentra como una grava mal gradada (GP), y en otros como bien gradada (GW), siendo un material competente para la cimentación de las edificaciones.

4.2. Zonificación Geotécnica-Sísmica del distrito de Ventanilla

Se presenta el mapa de zonificación geotécnica sísmica del distrito de Ventanilla en su área urbana con una complejidad en su zonificación que incluye la Zona I (S1), Zona



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



II (S2), Zona III (S3) y Zona IV (S4) en toda su extensión (ver mapa de Zonificación del distrito que se adjunta). Las zonas en mención se encuentran descritas en el ítem 3.2.

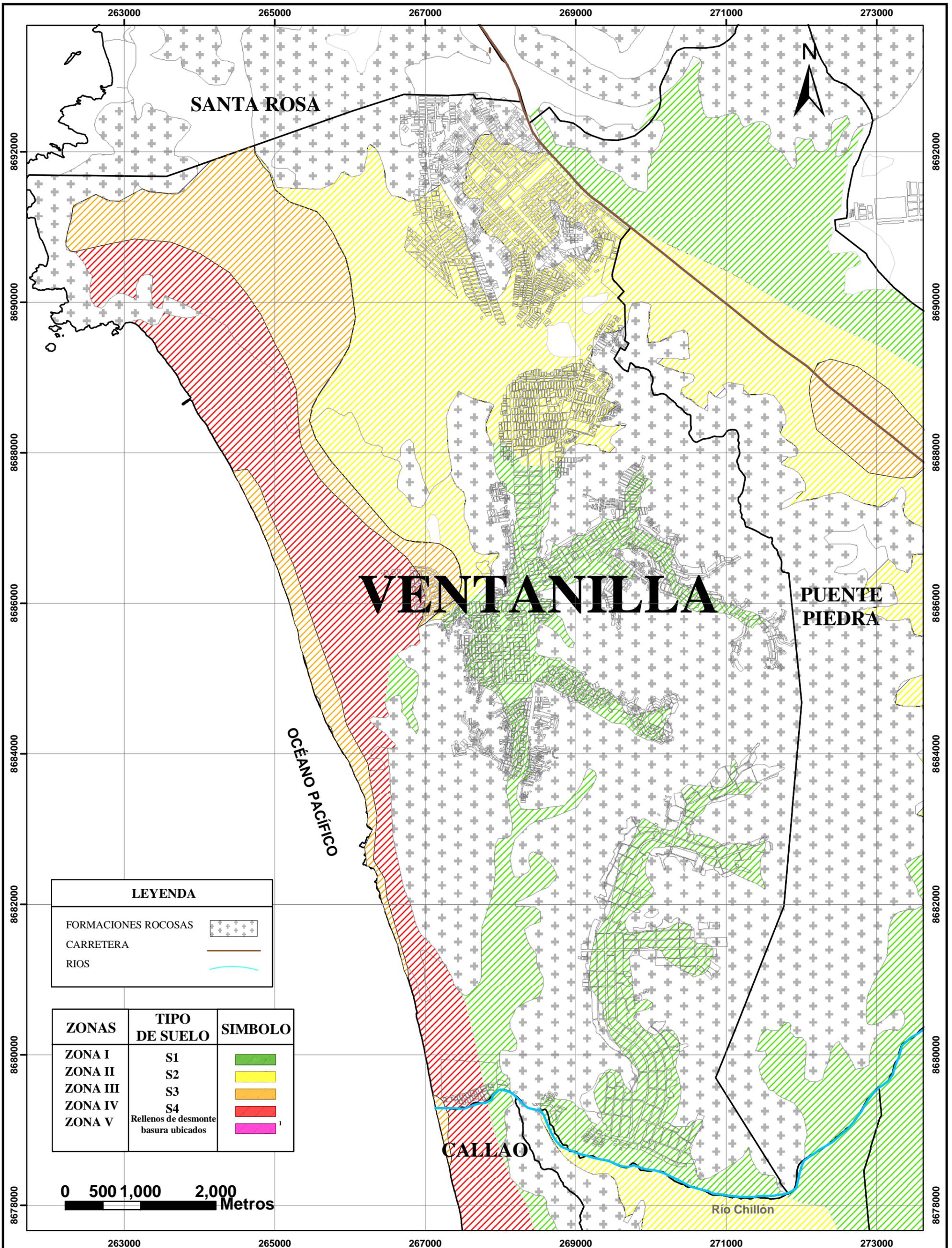


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL DISTRITO DE VENTANILLA



LEYENDA

FORMACIONES ROCOSAS	
CARRETERA	
RIOS	

ZONAS	TIPO DE SUELO	SIMBOLO
ZONA I	S1	
ZONA II	S2	
ZONA III	S3	
ZONA IV	S4	
ZONA V	Rellenos de desmonte basura ubicados	

0 500 1,000 2,000 Metros


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 CISMID

JEFE DEL PROYECTO :
 DR. JORGE OLARTE NAVARRO
REVISADO :
 ML.MS. ALBERTO MARTÍNEZ VARGAS
APROBADO :
 DR. ZENON AGUILAR BARDALES

ESTUDIO:
 VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO
 DE LIMA Y CALLAO
PLANO:
 ZONIFICACIÓN DEL DISTRITO
 DE VENTANILLA

ESCALA:
 1/45000

PLANO:
 P40



REFERENCIAS

- Binnie & Partners–CRC. (1994). Management of the Aquifer Resources of Greater Lima”, Final Report, Phase II: Report to SEDAPAL, Lima, Perú.
- Dorbath, L., Cisternas, A., y Dorbath, C. (1990). Assessment of size of large and great historical earthquakes in Perú”, Bulletin of the Seismological Society of America.
- Duncan, J. M y Chang, C. Y. (1970). Nonlinear Análisis of Stress and Strain in Soils”. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, vol. 96, no. SM5, pp. 1629-1654.
- Hardin, B. O. y Vincent, P. D. (1972). Shear Modulus and Camping in Soils: Design Equations and Curves. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, SM7, pp. 667-691.
- Idriss, I. M., y Sun (1992). SHAKE91 A Computer Program for Conducting Department of Civil & Environmental Engineering, University of California Davis.
- Instituto Geográfico Nacional - IGN (1999). Carta Nacional de Lima, Chancay, Lurin y Chosica “, Lima Perú.
- INGEMMET (1981). Estudio Geológico Teutónico del Área de Lima: Sector de Energía y Minas, Lima Perú.
- INGEMMET (1992). Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica, Boletín N°43, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
- Kramer, S. L. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering”. Prentice Hall.
- Kuroiwa J. (1997). Protección de Lima Metropolitana ante Sismos Destructivos. Secretaria Ejecutiva del Comité Nacional de Defensa Civil. Lima-Perú.
- Martínez, A. y Porturas F.(1975). Planos Geotécnicos para Lima-Perú. Reunión Andina de Seguridad Sísmica, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Martínez , A. (1971). Plano de Acuíferos de la Ciudad de Lima.
- Olarte J., Zavala C., Aguilar Z., Vasquez G., Escobar R. y Romaní S. (2003). Estimación de la pérdida máxima probable PML en 10 distritos de la Gran Lima y Callao: Aplicación a la industria aseguradora peruana. XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos-Perú.
- Repetto, P.; Arango y Bolton Seed, H.B. (1980). Influence of Site Characteristics on Building Damage During the Octubre 3, 1974 Lima Earthquake, Earthquake Engineering Research Center. Berkeley, California.
- Silgado E. (1973). Historia de los sismos más Notables ocurridos en el Perú 1955-1970, Geofísica Panamericana, Vol 2 pp. 179-243.
- Silgado E. (1978). Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú (1513-1974), Instituto de Geología y Minería, Boletín N°3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú.