

**INFORME DE EVALUACION DE RIESGO ORIGINADO POR
SISMOS EN EL TERRENO PIAGGIO-TILDILLO (P.R.
N°90014366), DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE CAÑETE Y
DEPARTAMENTO DE LIMA.**



7 DE MARZO, 2025



GEDG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ
EVALUADOR DE RIESGO
0002023-CENEPRED-SG
REG. CGP N° 4B4

ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

Profesionales del Equipo técnico

**Héctor Lavado Sánchez Geógrafo
Especialista - Evaluador**

Ángel Sánchez Flores Asistente

**INFORME DE EVALUACION DE RIESGO ORIGINADO POR SISMOS EN EL
TERRENO PIAGGIO-TILDILLO (P.R. N°90014366), DISTRITO DE CHILCA,
PROVINCIA DE CAÑETE Y DEPARTAMENTO DE LIMA.**

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

- 1.1 OBJETIVO GENERAL
- 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS
- 1.3 JUSTIFICACIÓN
- 1.4 MARCO NORMATIVO

CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

- 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA
 - 2.1.1 Vías de acceso
- 2.2 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS
 - 2.2.1 Población
 - 2.2.2 Vivienda
 - 2.2.3 Servicios básicos
- 2.3 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS
 - 2.3.1 Actividades económicas
- 2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
 - 2.4.1 Condiciones geomorfológicas
 - 2.4.2 Condiciones sísmicas
 - 2.4.3 Condiciones geotécnicas

CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

- 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO POR SISMO
 - 3.1.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN
 - 3.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO
 - 3.1.3 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO
 - 3.1.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO Y PONDERACIÓN
 - 3.1.4.1 PARÁMETRO DE EVALUACIÓN
 - 3.1.4.2 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO
 - 3.1.4.2.1 Análisis de los factores condicionantes
 - 3.1.4.2.2 Análisis del factor desencadenante
 - 3.1.5 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
 - 3.1.6 NIVELES DE PELIGRO
 - 3.1.7 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO
 - 3.1.8 MAPA DE PELIGROS
 - 3.1.9 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS ANTE SISMOS

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

- 4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD
- 4.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL
 - 4.2.1 Análisis de la exposición en la dimensión social
 - 4.2.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión social

- 4.2.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión social
- 4.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA
 - 4.3.1 Análisis de la exposición en la dimensión económica
 - 4.3.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión económica
 - 4.3.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión económica
- 4.4 NIVELES DE VULNERABILIDAD
- 4.5 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD
- 4.6 MAPA DE VULNERABILIDAD

CAPÍTULO V: CÁLCULO DE RIESGO

- 5.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO
 - 5.1.1 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO
- 5.2 CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES
- 5.3 ZONIFICACIÓN DEL RIESGO

CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

- 6.1 Evaluación de las medidas

VII. CONCLUSIONES

VIII. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PRESENTACIÓN

El Perú, se encuentra expuesto a peligros de origen natural tales como: sismos, caída de rocas, deslizamientos, huaicos, inundaciones, entre otros; provocando daños y pérdidas económicas y a la salud pública, además de, impactos negativos al medio ambiente.

El presente estudio de evaluación del riesgo por fenómenos de origen natural permite estimar el impacto potencial por la ocurrencia de sismos en el área de influencia con fines de habilitación.

La inmobiliaria Los Portales S.A, se encuentra ejecutando el desarrollo de un nuevo proyecto de habilitación urbana en el terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366), ubicado en el distrito de Chilca, provincia de Cañete y departamento de Lima. En el marco de sus responsabilidades, ha solicitado la elaboración de un informe de evaluación de riesgo en las inmediaciones de dicho terreno, a fin de evaluar su afectación por la influencia de sismos, recomendando de esta manera, medidas estructurales o no estructurales, a fin de minimizar el posible escenario de riesgo.

Se analizó el registro de distintos peligros de origen natural que podrían afectar el área de estudio. El territorio peruano se ubica en la zona de Cinturón de Fuego del Pacífico (zona de alta recurrencia de actividad sísmica), debido a la subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana; este proceso denominado convergencia de placas genera sismos de diversas magnitudes y focos localizados a diferentes profundidades, siendo los de mayor magnitud e intensidad los generadores de movimientos en masa, afectando posteriormente la seguridad física de la población y medio construido.

La ejecución del presente estudio constó de una inspección de campo efectuada por el equipo de evaluación, durante el día 11 del mes de febrero del 2025, así como información existente y documentos disponibles, tales como mapas geológicos, geomorfológicos, entre otros; información relevante para la elaboración del presente estudio.

El desarrollo de este informe se sujeta a la aplicación metodológica del “Manual para la evaluación del riesgo originado por Fenómenos Naturales”, segunda versión, la cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al peligro, en función a los factores exposición, fragilidad y resiliencia. Así como, la determinación y zonificación de los niveles de riesgos y finalmente, la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción del riesgo en el área de estudio.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El presente informe de evaluación de riesgo originado por la ocurrencia de sismos, analiza el probable impacto del evento en el terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366), ubicado en el distrito de Chilca, provincia de Cañete y departamento de Lima, a fin de, establecer una posible habilitación urbana.

En el primer capítulo del informe, se desarrollan los aspectos generales, objetivos, justificación, marco normativo y antecedentes. En el segundo capítulo, se realiza la caracterización general del área de estudio, que comprende la ubicación geográfica, características físicas, sociales y económicas.

El tercer capítulo, comprende la determinación del peligro, identificando el área de influencia en función de los factores condicionantes y desencadenantes para la definición de los niveles, representandose gráficamente en un mapa de peligro por evento citado. El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en sus dimensiones económicas y sociales.

El quinto capítulo, contempla el procedimiento de cálculo del riesgo, a fin de identificar y graficar el nivel y mapas de riesgo por los eventos citados, como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad.

Finalmente, en el sexto capítulo se analiza el control del riesgo, para la identificación de aceptabilidad o tolerancia del riesgo con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel del riesgo originado por la ocurrencia de sismos en el terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366), ubicado en el distrito de Chilca, provincia de Cañete y departamento de Lima.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.2.1 Determinar el nivel de peligro originado por la ocurrencia de sismos en el terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366), ubicado en el distrito de Chilca, provincia de Cañete y departamento de Lima.
- 1.2.2 Determinar los niveles de vulnerabilidad en el terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366), ubicado en el distrito de Chilca, provincia de Cañete y departamento de Lima.
- 1.2.3 Proponer medidas estructurales y/o no estructurales para la prevención y/o reducción del riesgo por la ocurrencia de sismos en el terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366), ubicado en el distrito de Chilca, provincia de Cañete y departamento de Lima.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El limitado conocimiento y/o educación sobre la gestión de riesgo de desastres que afectan a la población, forma parte de las principales causas. Por ello, es necesario realizar la evaluación de los peligros de origen natural que inciden en el impacto negativo sobre las diversas infraestructuras o actividades económicas de la sociedad; asimismo, estimar los niveles de vulnerabilidad y riesgos asociados, a fin de, generar información técnica para la reducción de pérdidas y daños.

El terreno se localiza en el departamento de Lima, sector considerado como una de las zonas sísmicas más activas, dada su ubicación próxima al Océano Pacífico, debido a ello, es necesario evaluar los riesgos por la ocurrencia de sismos

1.4 MARCO NORMATIVO

- Ley N°29664 – Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD
- Decreto Supremo N°048-2011-PCM – Reglamento de la ley del sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- Ley N°27867 – Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y sus modificatorias dispuesta por Ley N° 27902
- Ley N°27972 – Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N°28268
- Decreto Supremo N°115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N°29869
- Decreto Supremo N°126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N°29869
- Resolución Jefatural N°112-2014-CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da versión
- Resolución Ministerial N°334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del proceso de Estimación del Riesgo de Desastres
- Resolución Ministerial N°222-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos para el proceso de Reducción del Riesgo de Desastres
- Decreto Supremo N°111-2012-PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM, de fecha 02 de setiembre del 2022, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2022-2030

CAPITULO II

CARACTERISTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio comprende las inmediaciones del terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366), ubicado en el distrito de Chilca, provincia de Cañete y departamento de Lima, Figura 01 y P-01. A continuación, se indica la localización en coordenadas UTM zona 18 S:

- Coordenada este: 310618 E
- Coordenada norte: 8618992 N

Límite distrital:

- Por el norte con los distritos de Santo Domingo de los olleros, Pachacamac
- Por el sur con los distritos de San Antonio, Santa cruz de flores
- Por el oeste con el distrito de Santa María del mar, Pucusana
- Por el este con el distrito de Calango.

Límite del terreno:

- Por el norte con establecimientos de servicio.
- Por el sur con Haras los Eucaliptos.
- Por el este con AH Planicie el mirador, 15 de enero.
- Por el oeste con carretera Panamericana Sur.



Figura 01. Mapa de ubicación del área de estudio

2.1.1 Vías de acceso

La ruta principal de acceso desde Lima hacia el terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366) es por la carretera a Panamericana sur en un trayecto de 78.1 km, y luego se prosigue por un desvío de 200 m al este, el traslado demanda una duración máxima de 2 min aproximadamente, Figura 2.

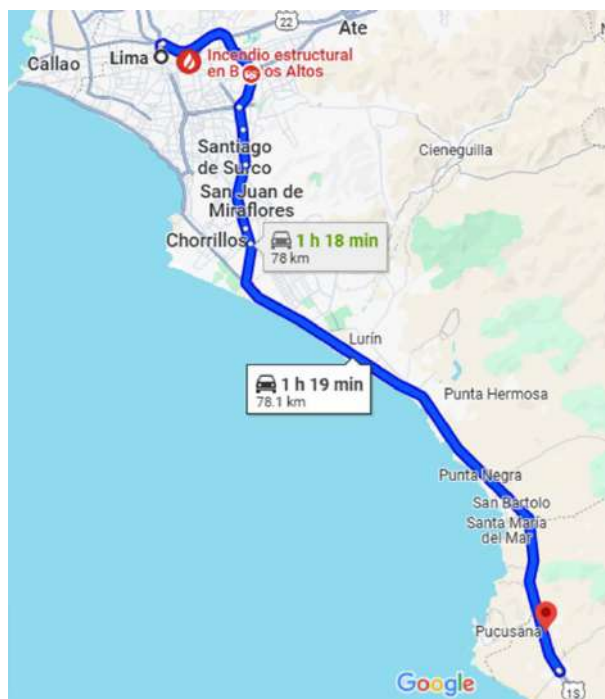


Figura 02. Ruta de acceso al área de estudio. Fuente: Google Earth

2.2 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

2.2.1 Población

El distrito de Chilca cuenta con una población de 21.573 habitantes, de ese total, el 50.99% son hombres y el 49.01% son mujeres. Ver el Cuadro 1.

Cuadro 1. Población distrital

Población del distrito de Chilca		
SEXO	HABITANTES	%
TOTAL:	21.573	100
HOMBRE	10.999	50.99
MUJER	10.574	49.01
Fuente: Elaboración propia con datos del INEI, 2017.		

2.2.2 Vivienda

En el distrito de Chilca, según el Cuadro 02 se tienen 6.882 viviendas particulares, de ese total, el 96.53% son casas independientes; y en segundo orden porcentual el 3.47% son las viviendas improvisadas, Cuadro 2.

Cuadro 2. Tipología de viviendas

Tipo de vivienda en el distrito de Chilca		
Tipo de vivienda	Cantidad	%
Total de viviendas	6.882	100
Casa independiente	6.643	96.53
Departamento en edificio	32	0.46
Vivienda en quinta	31	0.45
Vivienda en casa de vecindad	50	0.73
Choza o cabaña	13	0.19
Vivienda improvisada	42	0.61
Local no destinada para habitación	10	0.15
Viviendas colectivas	61	0.89
Fuente: Elaboración propia con datos del INEI ,2017.		

2.2.3 Servicios básicos

En cuanto a los servicios básicos, el 56.90% (2.947) de las viviendas cuenta con servicio de agua (conexión a domicilio), mientras que el 43.10% (2.232) tiene otro tipo de conexión tales como: Pilón, camión cisterna, manantial, etc. Cuadro 3.

Cuadro 3. Conectividad a red de agua potable

Cuenta con conexión de agua a domicilio		
	Viviendas	%
Total	5.179	100
Tiene	2.947	56.90
No tiene	2.232	43.10
Fuente: Elaboración propia con datos del INEI ,2017.		

Respecto a la conexión de red de desagüe a las viviendas, el 47% (2.434) de las viviendas cuenta con este servicio, mientras que el 53% (2.745) tiene otro tipo de conexión tales como: Pozo, letrina, río, etc. Cuadro 4.

Cuadro 4. Conectividad a red de alcantarillado

Conexión de red de desagüe a domicilio		
	Viviendas	%
Total	5.179	100
Tiene	2.434	47.00
No tiene	2.745	53.00
Fuente: Elaboración propia con datos del INEI, 2017.		

2.3 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

2.3.1 Actividades económicas

En el distrito de Chilca la población económicamente activa (PEA) ocupada, según el Censo de 2017, fue de 5.895 habitantes.

Del total de población, el 12.11% trabaja en la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; el 18.05% trabaja en comercio al por mayor y menor, el 13.86% se desempeñan en construcción, el 12.84% trabaja en transporte, almacenamiento y ventas de vehículos estas cuatro actividades juntas ocupan el 56.86% de la PEA, Cuadro 5

Cuadro 5. Población económicamente activa en el distrito de san Luis de cañete

Población económicamente activa en el distrito de Chilca		
Población económicamente activa	Actividad	%
Total PEA ocupada.	9.738	100
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	1.179	12.11
Explotación de minas y canteras.	54	0.55
Industrias manufactureras.	739	7.59
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado.	34	0.35
Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación.	46	0.47
Construcción.	1.350	13.86
Comercio al por mayor y menor.	1.758	18.05
Transporte, almacenamiento y venta de vehículos.	1.250	12.84
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	764	7.85
Información y comunicaciones.	58	0.60
Actividades financieras y de seguros.	47	0.48
Actividades inmobiliarias.	15	0.15
Actividades profesionales, científicas y técnicas.	322	3.31
Actividades de servicios administrativos y de apoyo.	708	7.27
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.	348	3.57
Enseñanza.	429	4.41
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social.	165	1.69
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas.	84	0.86
Otras actividades.	205	2.11
Actividades de los hogares como empleadores.	183	1.88
Fuente: Elaboración propia con datos del INEI ,2017.		

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A continuación, se describen las principales características físicas reconocidas en el área de estudio, las cuales permitieron el análisis y caracterización del peligro ante la ocurrencia de sismos; por ello se considera la evaluación de los siguientes factores:

2.4.1 Condiciones geológicas

La geología permite explicar el cómo, cuándo y que procesos actuaron en el desplazamiento de las rocas y materiales que constituyen los suelos sobre los que se asienta el terreno. Esta etapa consistió en el reconocimiento de las unidades litológicas aflorantes en Chilca, tomando como base el cuadrángulo geológico de Lurín 25-j (Palacios, 1992) a escala de 1:100,000, se visualiza de manera cartográfica en el Plano P-02.

2.4.1.1 Formación Pamplona (Ki-pa)

Conformado por rocas aflorantes de tipo lutitas intercaladas con areniscas tobáceas, margas y calizas. En constante proceso de meteorización por incidencia de agentes eólicos. Esta unidad se encuentra desprovista de vegetación con localización al noroeste del área de estudio.

2.4.1.2 Formación Chilca (Ki-chil)

Conformado por tobas líticas y vítricas con intercalaciones de brechas y areniscas volcánicas. Esta unidad se encuentra desprovista de vegetación con localización al noreste del área de estudio.

2.4.1.3 Super Unidad Patap – diorita (Ks-bc/pt-di)

Perteneciente al Batolito de la Costa constituido por rocas aflorantes del tipo diorita. Esta unidad se encuentra desprovista de vegetación con localización al noroeste del área de estudio.

2.4.1.4 Depósitos Cuaternarios

Conformado por depósitos de origen aluvial y eólico, correspondiente a los Cuaternarios de la edad Holocena y Pleistoceno.

- Depósito eólico (Q-eo): conformados por arenas cuarzosas formando dunas y pampas amplias, sobre esta unidad se localiza el área de estudio.
- Depósito aluvial (Qh-al): Conformados por acumulaciones de fragmentos rocosos (arenas, cantos, bolos, etc.) depositados en formas de terrazas, sobre esta unidad se localiza el área de estudio

2.4.2. Condiciones sísmicas

La zona costera está expuesto a un alto nivel de peligro sísmico, producto de la alta actividad de subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana y cuyos bordes convergen a pocos kilómetros del litoral peruano–chileno. El área del proyecto se encuentra ubicado en la región Lima, parte central costera del Perú y debido a sus características tipos de suelos, capacidad portante de los suelos y geología, presenta un comportamiento sísmico particular, con intensidades registradas mayores a cinco.

2.4.2.1 Tectónica de placas: Proceso de subducción

La zona costera, principalmente en las regiones norte y centro, el proceso de la subducción de la placa de Nazca debajo de la Sudamericana es conocido como subducción horizontal, mientras que, hacia el sur se denomina subducción normal que permite la actividad volcánica (Tavera, 2020).

2.4.2.2 Sismicidad histórica

La información histórica sobre la actividad sísmica en Perú se remonta a la época de la conquista y al periodo colonial, Silgado, (1978) y Dorbath et al., (1990), realizaron la recopilación más completa de los eventos sísmicos que ocurrieron en el pasado, basándose en manuscritos, crónicas, narraciones e informes administrativos por parte de autoridades civiles y eclesiásticas.

La región centro del Perú, ha experimentado varios sismos históricos significativos a lo largo de su historia debido a su ubicación en una zona sísmica activa. Algunos de los sismos históricos más importantes que afectaron esta región fueron: 1586 percibiéndose intensidades del orden de IX en la escala de Mercalli Modificada (MM), 1687 (X MM) y 1746 (X MM); los mismos, que destruyeron casi por completo la ciudad de Lima, resaltando entre ellos el de 1746, que generó un gran tsunami con olas de hasta 20 m de altura que inundaron totalmente el puerto del Callao. Sin embargo, el último gran sismo de la región fue el ocurrido en 1940 (VII – VIII), causó una gran devastación en la ciudad de Lima y sus alrededores. Se registraron numerosos fallecimientos y daños materiales significativos.

Históricamente, los eventos sísmicos históricos más importante que afectó el área del proyecto, fue el ocurrido el 28 de octubre de 1746 y el 24 de mayo de 1940, los mismos que tuvieron un epicentro estimado en las costas del departamento de Lima, percibiéndose intensidades del orden de VIII-X que se describen como destructivo y desastroso según la escala de Mercalli Modificada (MM).

A continuación se describen los sismos históricos cercano al área de estudio:

Cuadro 6. Sismos históricos documentados.

Año	Magnitud	Profundidad	Intensidad	Referencias
	<i>Ms o Mw</i>			
1586	8.1-8.5	60	VII	Dorbath <i>et al.</i> 1990; Silgado 1985
1609	7.8	30	VI - VII	Dorbath <i>et al.</i> 1990; Silgado 1985
1664	7.5-7.8	15	VI	Dorbath <i>et al.</i> 1990; Silgado 1985
1678	7.7-8.0	40	VII	Dorbath <i>et al.</i> 1990; Silgado 1985
1687	8.4-9.0	30	VII	Dorbath <i>et al.</i> 1990 ; NGDC ; Silgado
1746	8.6-9.5	30	X-XI	Dorbath <i>et al.</i> 1990; Silgado 1986
1897	7.2	30	VIII	Dorbath <i>et al.</i> 1990; Silgado 1985
1904	7.3	30	VII-VIII	Dorbath <i>et al.</i> 1990
1940	8.1-8.2	60	VIII-IX	Dorbath <i>et al.</i> 1990; Kanamori 1977
1951	8.2	60	VII	Dorbath <i>et al.</i> 1990; Kanamori 1977

2.4.2.3 Sismicidad instrumental

La información de la sismicidad ha ido mejorando con la evolución de la sismometría y el aumento del número de estaciones sísmicas (Tavera et al., 2014). A partir de 1960, se disponía a nivel mundial y regional de un número aceptable de estaciones sísmicas, fecha en que se inició la instalación de la Red Sísmica Mundial (World Wide Seismological Standard Network), cuya información permitió reducir los errores en el cálculo de los parámetros que caracterizan a un sismo. La Red Sísmica Nacional del Instituto Geofísico del Perú (IGP) tuvo sus inicios en la década de los ochenta, a la actualidad cuentan con varias estaciones distribuidas en todo el territorio peruano que integran la Red Sísmica Nacional.

La data sísmica utilizada en el presente estudio corresponde a la base de datos del Instituto Geofísico del Perú (IGP). La Figura 3 muestra la distribución espacial de la sismicidad instrumental entre los paralelos 12°S – 15°S para el periodo 1960 – 2024; en el borde occidental del área de estudio frente a las costas de Lima, se observa una actividad sísmica continua con sismos de profundidad superficial e intermedia

asociados al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana; así también, se observa que la actividad sísmica superficial e intermedia se distribuye hacia el interior del continente.

Los sismos superficiales se asocian a posibles reactivaciones de fallas geológicas en el Perú y los sismos intermedios al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. La actividad sísmica intermedia observada entre los 60 a 300 km de profundidad en la región de Pucallpa, estaría asociada a un proceso de resubducción de la placa de Nazca como lo sugieren los estudios de Schneider et al. (1988); Soles et al. (2012), Centeno (2017) y Wagner & Okal (2019); esta zona ha sido denominada el enjambre sísmico de Pucallpa. La actividad sísmica profunda observada, se encuentra posiblemente relacionada a la deformación de una porción de la placa de Nazca que se ha desprendido, como ha sido propuesto por Centeno (2017) y Moncca (2010). A partir de la distribución espacial de la sismicidad se realizó un perfil de 1,400 km de longitud y un ancho de 100 km (Figura 4), el cual revela una región caracterizada por una actividad sísmica significativa debido a su ubicación en el borde de la placa tectónica de Nazca, que subduce debajo de la placa Sudamericana. Este proceso tectónico genera sismos de diversas magnitudes, siendo principalmente sismos superficiales e intermedios en la zona. La compleja red de fallas y fracturas geológicas subyacentes también contribuye a esta sismicidad, lo que es de gran importancia para evaluar el peligro sísmico en el área de estudio.

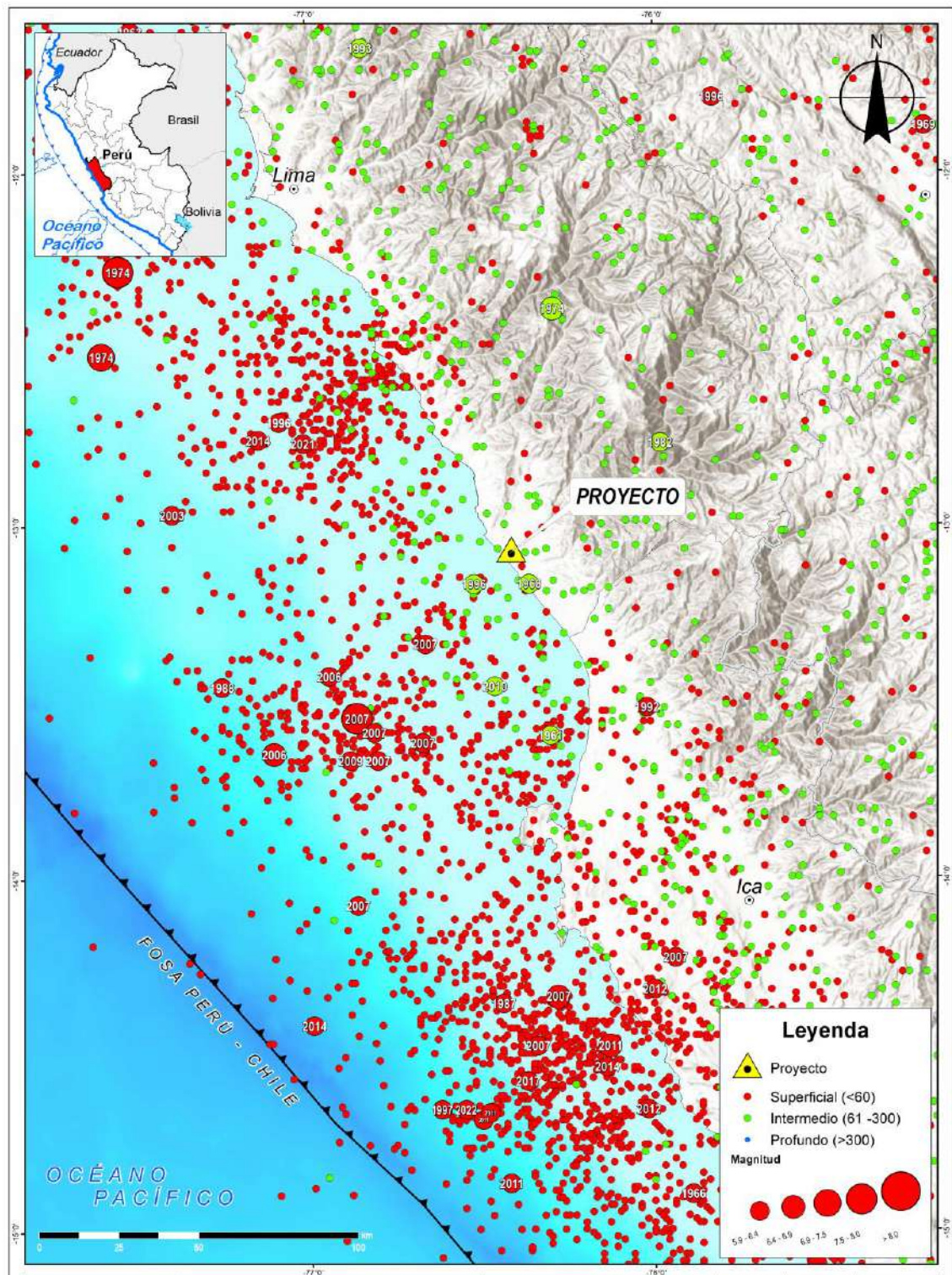


Figura 3. Distribución espacial de la sismicidad de acuerdo con el hipocentro para el 05 de 1960 - 2024. Los sismos en rojo son superficiales ($h \leq 60$ km) y verdes intermedios ($61 \text{ km} \leq h \leq 300$ km).

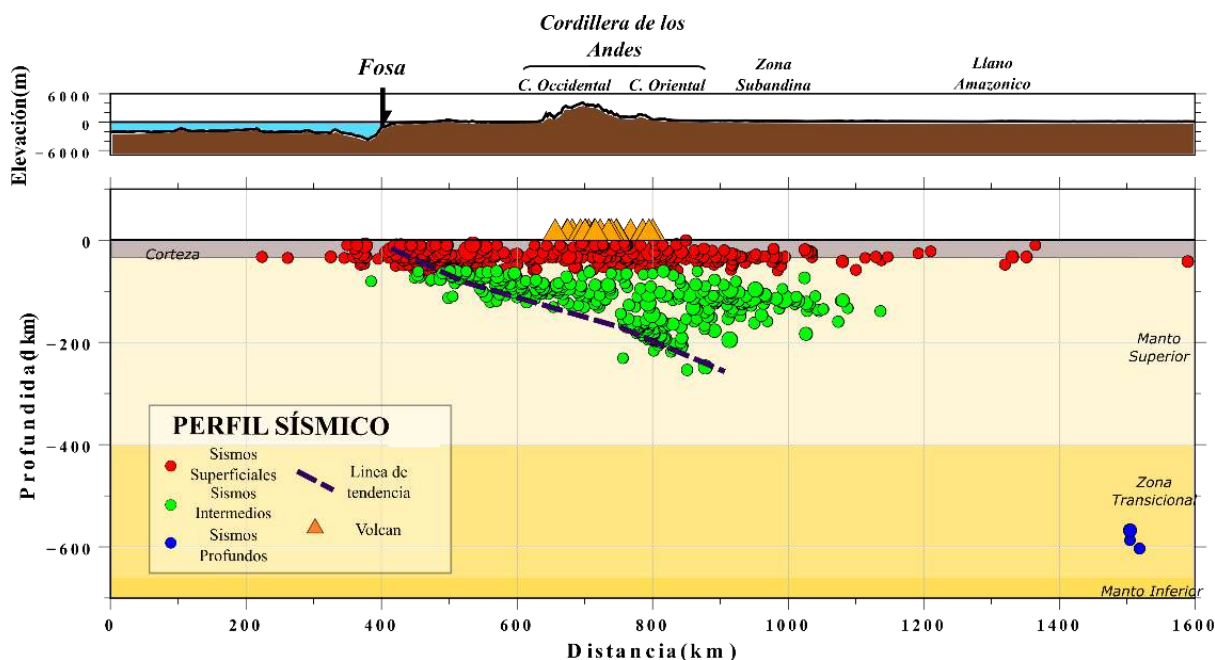


Figura 4. Perfil longitudinal que describe la distribución de la sismicidad en función de la profundidad. Los círculos rojos representan la sismicidad superficial (0 km – 60 km) y los círculos verdes representan la sismicidad intermedia (61 km – 300 km).

2.4.2.4 Ocurrencia de sismos

- 28 de octubre de 1746

El 28 de octubre de 1746, a las 22:30 horas la región de Lima, experimentó un devastador sismo. El epicentro de este cataclismo se situó en el mar, cerca de la costa del Pacífico, frente a la ciudad de Lima, que era la capital del Virreinato del Perú en ese momento. Aunque la profundidad exacta del sismo no se conoce debido a las limitaciones tecnológicas de la época, se estima que fue un sismo superficial de gran magnitud, con un valor cercano a 9.0 en la escala de magnitud de momento (M_w).

La intensidad Mercalli, que mide los efectos del sismo en la superficie, no se registró en ese período, pero los informes históricos y registros posteriores indican que el sismo de Lima de 1746 causó una amplia destrucción en la ciudad de Lima, probable intensidad X-XI MM (Figura 5). Numerosos edificios coloniales se derrumbaron, y se estima que gran parte de la ciudad quedó en ruinas como resultado del sismo. Además,

se reportó un alto número de víctimas mortales, con miles de personas falleciendo a causa del sismo y las réplicas subsiguientes.

El impacto del sismo no se limitó a Lima; también se sintió en otras ciudades importantes de la región, como Callao, Trujillo y Huancavelica, donde se registraron daños significativos. Además, el sismo generó un tsunami aproximadamente media hora después de ocurrido el sismo, que afectó la costa, causando más daños materiales y pérdidas humanas. El sismo de 1746 se destaca como uno de los eventos sísmicos más destructivos en la historia de Perú y dejó una profunda huella en la región, tanto en términos de daños materiales como de impacto en la población.

- 24 de mayo de 1940

A las 11:35 horas del 24 de mayo de 1940, la región de Lima fue afectada por un evento sísmico devastador. Tuvo una vasta área de percepción, que comprendió casi todo el Perú, extendiéndose hasta el puerto de Guayaquil, Ecuador y el puerto de Arica, Chile. Ocasionó la destrucción de muchas edificaciones en Lima, Callao y Chorrillos. Barranco, Chancay y Lurín, efecto que se acentuó en las construcciones de fábricas antiguas y en las de estado semirruinoso.

El epicentro de este sismo se ubicó cerca de la localidad de Huaral, al norte de Lima (10°S y 77°W). Su magnitud se estimó en aproximadamente M8.2, lo que lo convierte en uno de los sismos más poderosos registrados en la historia de la región. La profundidad exacta del sismo no es ampliamente documentada, pero se estima que tuvo lugar a una profundidad intermedia de 60 km. Este sismo generó una serie de fuertes sacudidas que se sintieron en gran parte de la costa central y norte de Perú, así como en la capital, Lima.

En cuanto a la intensidad del sismo, se utilizó la escala de Mercalli para medir sus efectos en diferentes áreas. Se informaron intensidades máximas de VIII a IX en la escala de Mercalli, lo que indica un impacto severo en las estructuras y la población. Se produjeron daños considerables en edificios y viviendas, lo que resultó en una pérdida significativa de vidas humanas. Se estima que murieron alrededor de 179 personas y hubo 3500 heridos (Figura 6).

Además, se estima que más del 60% de los edificios en Lima resultaron dañados o destruidos. La destrucción fue generalizada en la región, lo que llevó a un proceso de reconstrucción a gran escala en los años posteriores al desastre. Este sismo es recordado por su magnitud, la intensidad de los daños y la profunda influencia que tuvo en la arquitectura y planificación urbana de Lima en las décadas que le siguieron, enfatizando la importancia de la preparación y la construcción resistente a sismos en esta zona sísmica activa.

- 17 de octubre de 1966

A las 16:41 horas del 17 de octubre de 1966, el Perú fue epicentro de un evento sísmico de gran magnitud que tuvo un impacto significativo en la región central del país. El epicentro de este sismo se localizó en la costa del departamento de Ancash, cerca de la localidad de Chimbote. La magnitud del sismo se estimó en alrededor de M7.5, lo que lo califica como un evento sísmico considerable. La profundidad del sismo se situó a unos 40 kilómetros bajo la superficie terrestre, lo que lo clasifica como un sismo intermedio. Esta profundidad influyó en la propagación de las ondas sísmicas y su capacidad para causar daños en la superficie. El nivel de

sacudimiento de suelo, causó que la amplitud máxima fuera de 0.4 g, entre ondas de aceleraciones menores de 0.2 g.

La intensidad del sismo en la escala de Mercalli alcanzó el grado VIII, lo que significa que causó daños severos en edificios y estructuras (Figura 7). El área de percepción cubrió aproximadamente 524 000 km² y fue destructor a lo largo de la franja litoral comprendida entre Lima y Supe. El sismo del 17 de octubre de 1966 provocó una cifra lamentable de víctimas. Se estima que alrededor de 500 personas perdieron la vida debido a este sismo, y miles resultaron heridas. Además, numerosas viviendas y edificios sufrieron daños, lo que dejó a muchas personas sin hogar y causó una crisis humanitaria en la región. El sismo también tuvo un impacto económico considerable en la zona, ya que afectó la infraestructura y la actividad industrial.

Cincuenta minutos después de ocurrido el sismo se produjo un tsunami moderado, registrándose la primera onda en los mareógrafos de la Punta, Chimbote y San Juan. En Casma y Tortugas hubo inundación, sufriendo grandes pérdidas varias fábricas pesqueras.

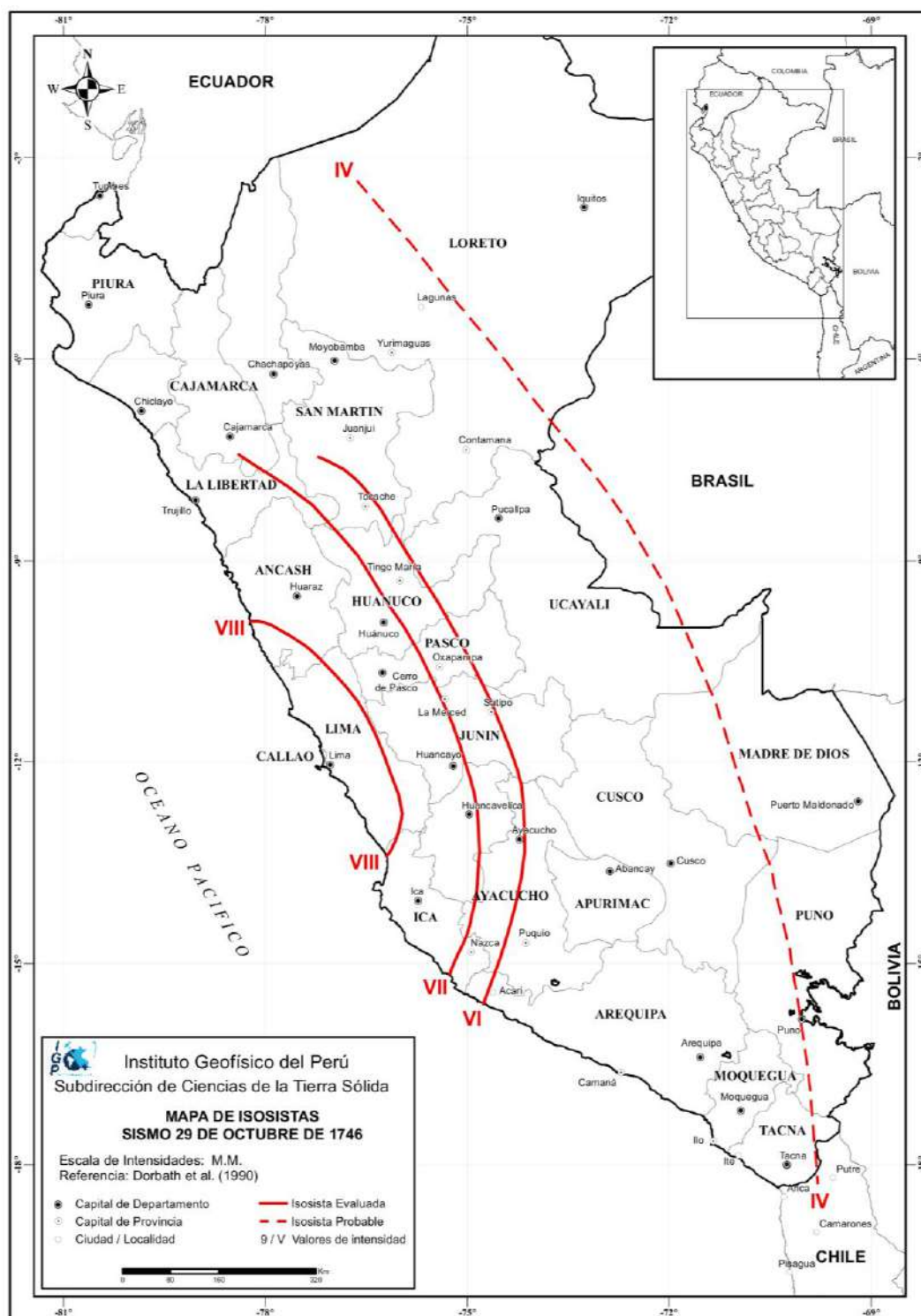


Figura 5. Mapa de isosistas del sismo del 29 de octubre de 1746 (IGP,2014), fue compilado de acuerdo con la información de Dorbath et al. (1990).

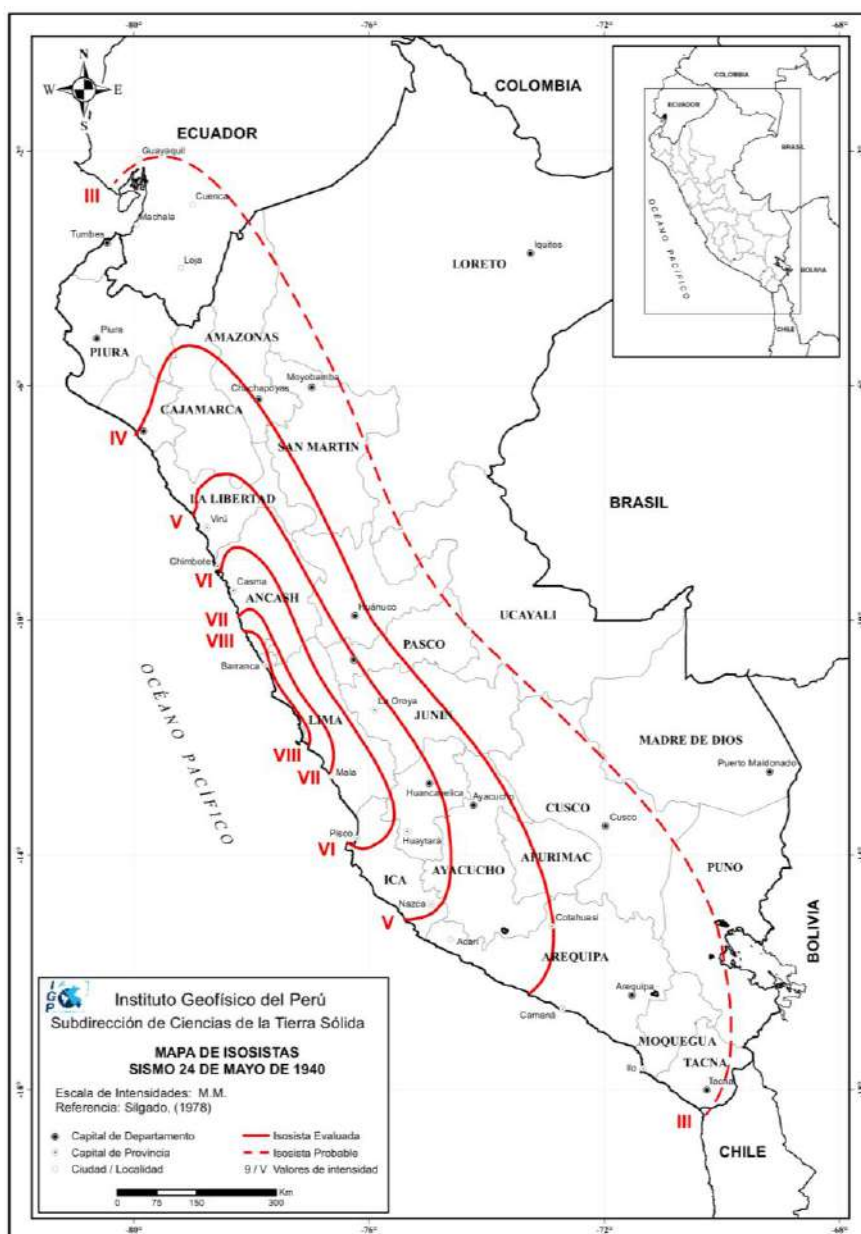


Figura 6. Mapa de isosistas para el sismo del 24 de mayo de 1940 (IGP, 2014), fue compilado de acuerdo con la información de Silgado (1978).

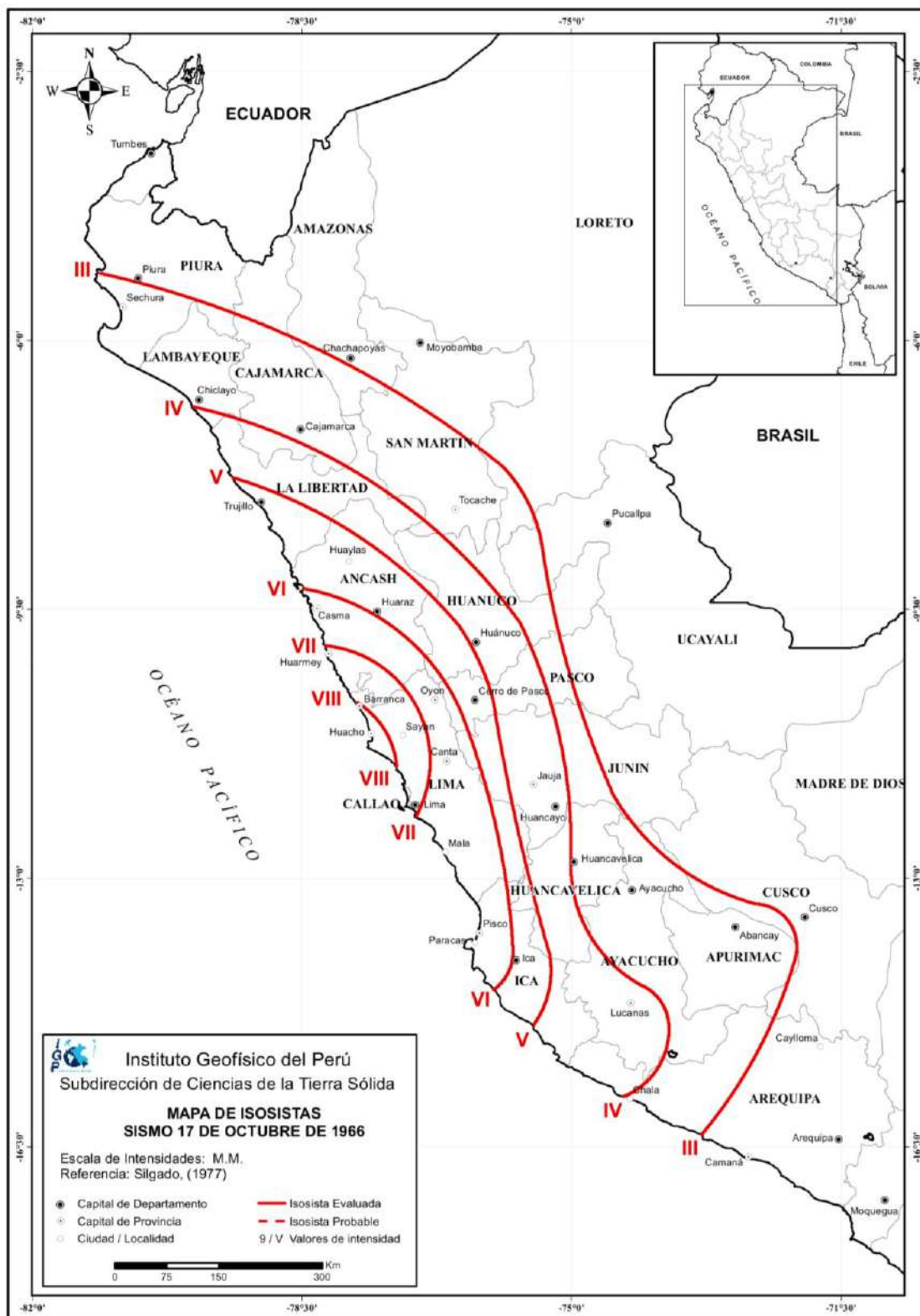


Figura 7. Mapa de isosistas para el sismo del 17 de octubre de 1966 (IGP, 2014), fue compilado de acuerdo con la información de Silgado (1977).

2.4.2.5 Peligro sísmico probabilístico

El peligro sísmico probabilístico puede ser definido como la probabilidad de que en un lugar determinado ocurra un sismo de una determinada magnitud igual o mayor que un valor fijado a priori. En este contexto, la magnitud del sismo puede ser reemplazado por un valor de aceleración, valor espectral de la velocidad, valor espectral del desplazamiento y/o valor medio de la intensidad.

Conocidas las características sísmicas de las fuentes y la ecuación de predicción del movimiento, se procedió a calcular el peligro sísmico considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sismogénicas, la distancia de cada fuente y el área donde se encuentra el proyecto. El peligro sísmico para el área del proyecto ha sido determinado utilizando el programa R-CRISIS Ordaz et al., (2015), el mismo que permite evaluar la probabilidad de ocurrencia de determinados niveles de aceleración pico y cuyo periodo de retorno corresponde simplemente al inverso de la probabilidad anual.

En el Cuadro 7 se aprecia los resultados de la evaluación del peligro sísmico probabilístico para la zona costera de la provincia de Cañete, espacio de intervención del área del proyecto, los valores corresponden a las máximas aceleraciones horizontales esperadas en el área del proyecto. Los periodos de retorno (TR) analizados fueron 100, 475 y 1000 años, se debe tener en cuenta que a mayor TR mayor la magnitud del sismo esperado; por ende, serán mayores los valores de la aceleración máxima esperados.

Cuadro 7. Peligro sísmico probabilístico expresado en cm/s^2 y g para periodos de retorno 100, 475 y 1000 años (Fuente: Elaboración propia).

Sitio	Tipo de suelo	Unidad	Aceleración Máxima Probabilística (PGA)			
			TR = 100	TR = 475	TR = 1000	TR = 2475
PP1	D	cm/s^2	302.06	536.02	685.01	889.94
		g	0.308	0.547	0.699	0.907



Figura 8. Frecuencia anual de excedencia y espectros de peligro uniforme para el punto de estudio, considerando un periodo de retorno de 100 años, resultados del software R-Crisis.



Figura 91. Frecuencia anual de excedencia y espectros de peligro uniforme para el punto de estudio, considerando un periodo de retorno de 475 años, resultados del software R-Crisis.



Figura 102. Frecuencia anual de excedencia y espectros de peligro uniforme para el punto de estudio, considerando un periodo de retorno de 1000 años, resultados del software R-Crisis.

2.4.2.6 Zonificación sísmica

Para determinar el comportamiento de un suelo ante la ocurrencia de un sismo, se tienen que tomar en cuenta las características mecánicas y dinámicas que presentan los diferentes materiales del terreno. El Instituto Geofísico del Perú (IGP), en su estudio de zonificación – Geotécnica para la ciudad de Chilca publicado en el 2017, señala la siguiente zonificación:

Zona I

Conformada por estratos de grava coluvial que se encuentran, a nivel superficial cubiertos por depósitos de material fino (arenas finas) con mínimos espesores. Este suelo tiene un comportamiento rígido, con periodos de vibración natural que varían entre 0.1 y 0.3 segundos. Considerando velocidades de ondas de corte de entre 360 y 500 m/s, hay un dominio de suelos Tipo S1 según la norma sismorresistente peruana.

Asimismo, presentaría capacidad de carga admisible de 2.0-3.0 Kg/cm².

Esta zona se presenta próxima al Cerro San Bartolo, extremo NE de la Urb. San Hilarión y en la ladera inferior del Cerro Yaya. Por otro lado, dentro de esta zona, con líneas en rojo se delimitan áreas donde se presentan las máximas amplificaciones, evidenciando una menor consistencia de los depósitos de material fino.

Zona II

En la zona se incluye las áreas de terreno conformado por estratos superficiales de suelos granulares finos a gruesos con espesores que varían entre 10 y 26 m., subyaciendo a estos estratos se tiene grava con espesores de entre 30 y 70 m. Este suelo tiene un comportamiento medianamente rígido, con periodos de vibración natural que varían entre 0.3 y 0.5 segundos. Considerando velocidades de ondas de corte de 250 y 350 m/s, los suelos son del Tipo S2 según la norma sismorresistente peruana. Estos suelos presentan una capacidad de carga admisible de 1.0-2.0 Kg/cm².

La respuesta de los suelos de esta zona es especial, ya que cerca del 80% de su área presenta periodos dominantes entre 0.5 y 0.8 segundos, tendiendo los mayores valores de periodo y amplificaciones hacia el extremo Oeste del área de estudio. Se considera como caso especial al sector ubicado entre la Urb. Costa Azul y La Joya, donde sobresalen periodos de 1.0 y 1.1, con amplificaciones de hasta 8 veces; resultados que sugieren la presencia de suelos blandos con una respuesta dinámica compleja ante la ocurrencia de sismos.

Zona III

Esta zona corresponde a suelos Tipo S3, los cuales no fueron identificados en la zona de estudio.

Zona IV

Zona constituida por depósitos marinos. Su comportamiento dinámico ha sido tipificado como suelo Tipo S4 de la norma sismorresistente peruana. Según la Norma E.030, esta zona presenta condiciones excepcionales en su respuesta ante la ocurrencia de sismos.

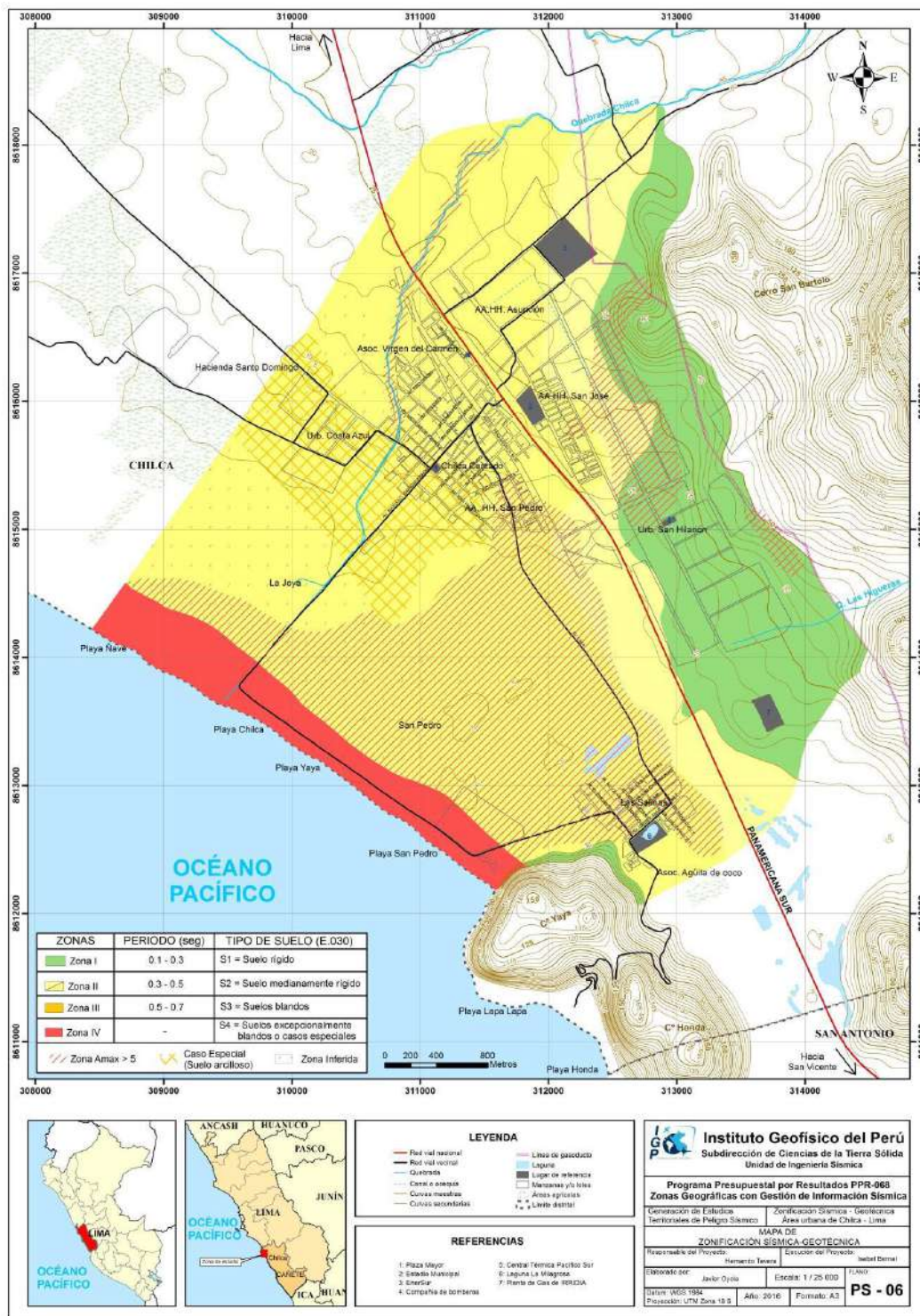


Figura 11. Mapa de Zonificación Geofísica del área urbana de la ciudad de Chilca. Fuente: IGP (2017).

2.4.3. Condiciones geotécnicas

En el área de estudio se ejecutaron dos calicatas para la caracterización geotécnica de los suelos en el terreno, descritos en el el siguiente Cuadro 8.

Cuadro 8. Ubicación de ensayos geotécnicos.

Ensayo	E	N	Profundidad (m)	SUCS
Calicata 1	310618	8618992	3.00	SP-SM
Calicata 2	311033	8618677	3.00	SM

2.4.3.1 Clasificación SUCS – Tipos de suelos

Para caracterizar los suelos existentes en el área del proyecto se empleó clasificación SUCS que abarca suelos granulares y finos diferenciados por el porcentaje de material que pasa en las mallas N° 4 y N° 200, así como, el valor obtenido de los Límites Atterberg.

El área de estudio se localiza sobre suelos de tipo arena mal graduada con limo (SP-SM) y arena limosa (SM), Plano P-03.

- Arena mal graduada con limo (SP-SM).- Arena mal graduada con contenido de limos, 3.3 % de humedad, densidad seca de 1.564 gr/cm³, con cohesión de 0.07 kg/cm², Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos PEINSAC Ingeniería.

- Arena limosa (SM).- Arena con contenido de limos, 1.1 % de humedad, densidad seca de 1.486 gr/cm³, con cohesión de 0.10 kg/cm², Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos PEINSAC Ingeniería.

2.4.3.2 Corte directo – capacidad de carga

Para estimar la capacidad pde carga del suelo, se efectuó el ensayo de corte directo a tres especímenes de la muestra extraída de la calicata. El ensayo permite determinar el esfuerzo a la cortante del suelo sometido a deformaciones (esfuerzos verticales y horizontales).

La capacidad de carga es la máxima presión ejercida por una cimentación al suelo sin que se produzcan asentamientos considerables y se divide entre entre el factor de seguridad establecido en la Norma Técnica E050 de diseño de cimentaciones.

Para este caso se analizaron 2 muestras extraídas a 3.00 m de profundidad.

Datos a emplear en el cálculo, Cuadro 9:

Cuadro 9. Parámetros a emplear en el cálculo de la capacidad de carga

Ensayo	Tipo de suelo	Parámetro físicos			Factores de carga			Df	Kg/cm ²
		Ángulo de fricción (Φ)	Cohesión (Kg/cm ²)	Tipo de falla	N _c	N _q	N _γ		
Calicata 1	Arena mal graduada con limo	27.8	0.00	General	25.43	14.4 2	10.8 4	1.5	1.47
Calicata 2	Arena limosa	27.10	0.00	General	24.13	13.3 5	9.64	1.5	1.29

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos PEINSAC Ingeniería, 2025, Braja M. Das, 2011

El suelo presenta capacidad de carga entre 1 y 2 kg/cm² para las calicatas 1 y 2. Plano P-04.

2.4.3.3 Análisis de posible sismo en Lima

Las investigaciones realizadas por el Instituto Geofísico del Perú, en base a la sismicidad instrumental, (Tavera & Buforn, 1999; Bernal & Tavera, 2001) y estudios recientes realizados usando datos de GPS (estaciones de monitoreo instaladas en zonas costeras), para analizar la dinámica de placas tectónicas, identificar la ubicación de zonas que no presentan movimiento y así explicar el proceso de acumulación de energía y deformación conocida como “zonas de acoplamiento sísmico”. Las investigaciones antes descritas han estimado que frente al departamento de Lima existe una aspereza que abarca una área de $400 \times 150 \text{ km}^2$, cuyo desplazamiento podría producir un sismo con magnitud igual o mayor a 8.5 Mw, con registros teóricos de aceleración superiores a 500 a 900 cm/m^2 , (Villegas et. Al, 2016), Figura 12.

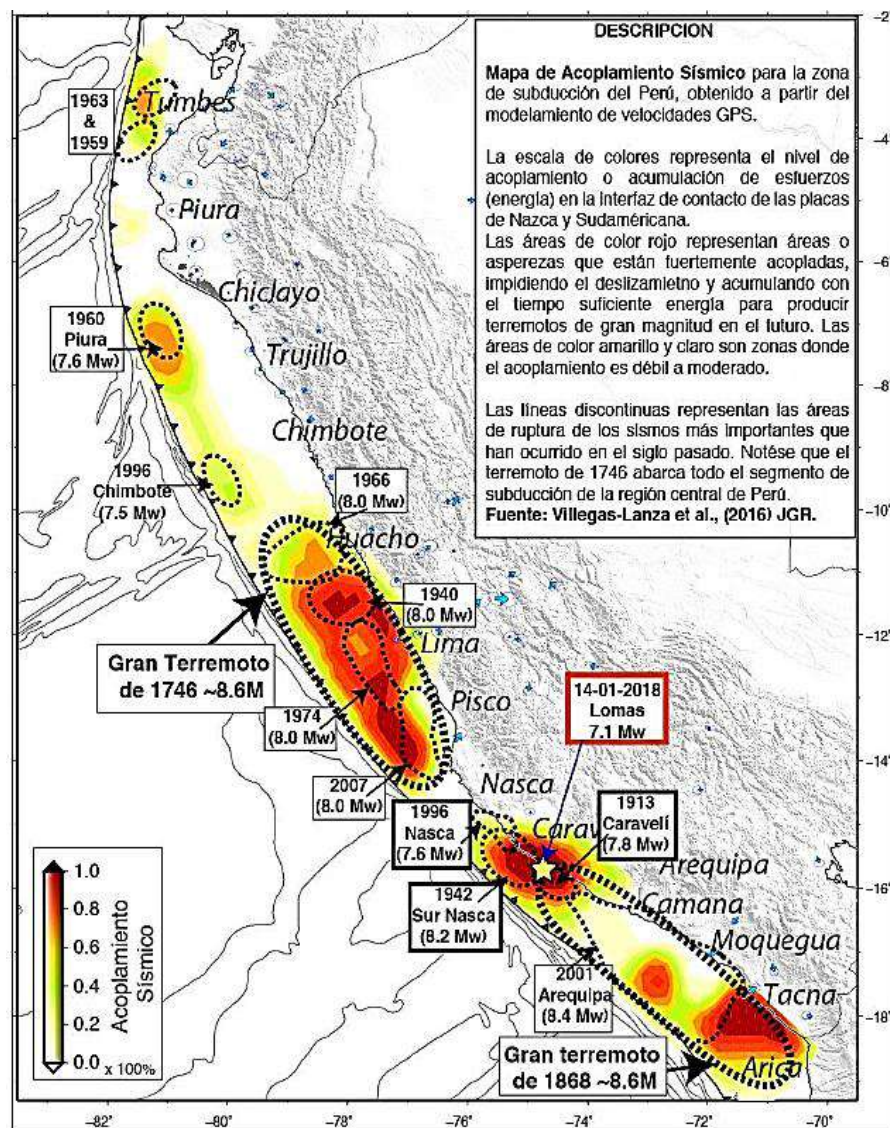


Figura 12. Mapa de acoplamiento sísmico para la zona de subducción del Perú modelada a partir de datos GPS (Villegas-Lanza et al., 2016).

CAPITULO III

DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

El peligro por definición es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.

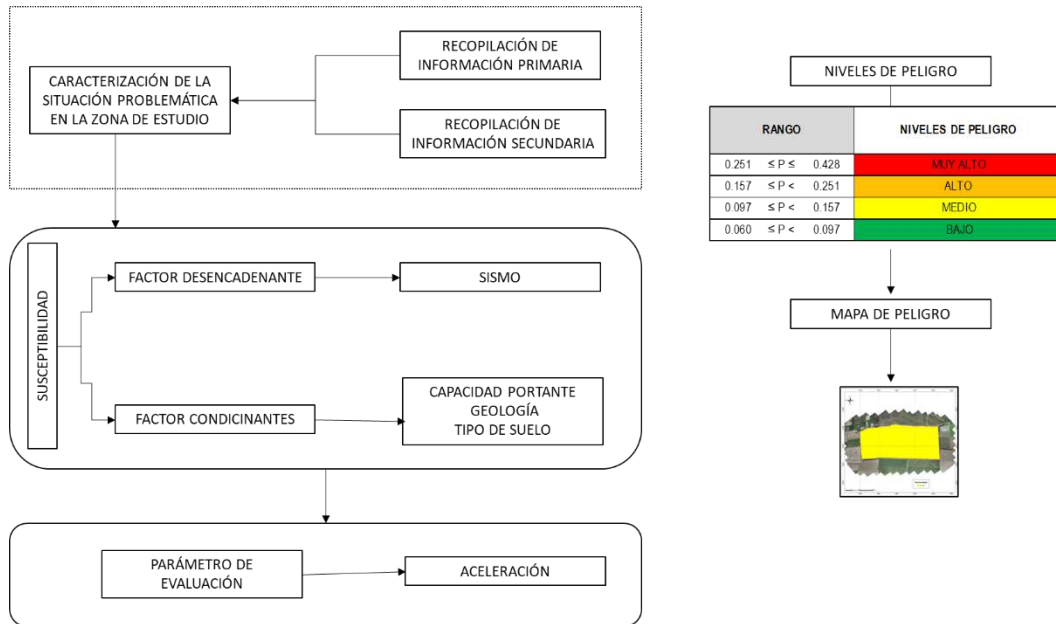
La determinación de sus niveles de peligrosidad, es un proceso que incluye acciones de planeamiento, ejecución y evaluación que conducen a conocer, reducir y controlar el riesgo.

En el área de estudio, se observa por registros y documentaciones técnicas la ocurrencia de eventos de geodinámica interna, tal como sismos. Estos, presentan alta probabilidad de ocurrencia, por su localización próxima al área de estudio y que pueden ocasionar daños en la población e infraestructuras económicas, por ello, se considera la evaluación técnica a fin de, tomar medidas de mitigación adecuadas para la reducción y/o control del riesgo.

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO ANTE LA OCURRENCIA DE SISMOS

Para determinar el nivel de peligrosidad por la ocurrencia de sismos en el terreno, se hizo uso de la siguiente metodología, Esquema 01.

Esquema 01. Flujograma de evaluación del peligro por sismos



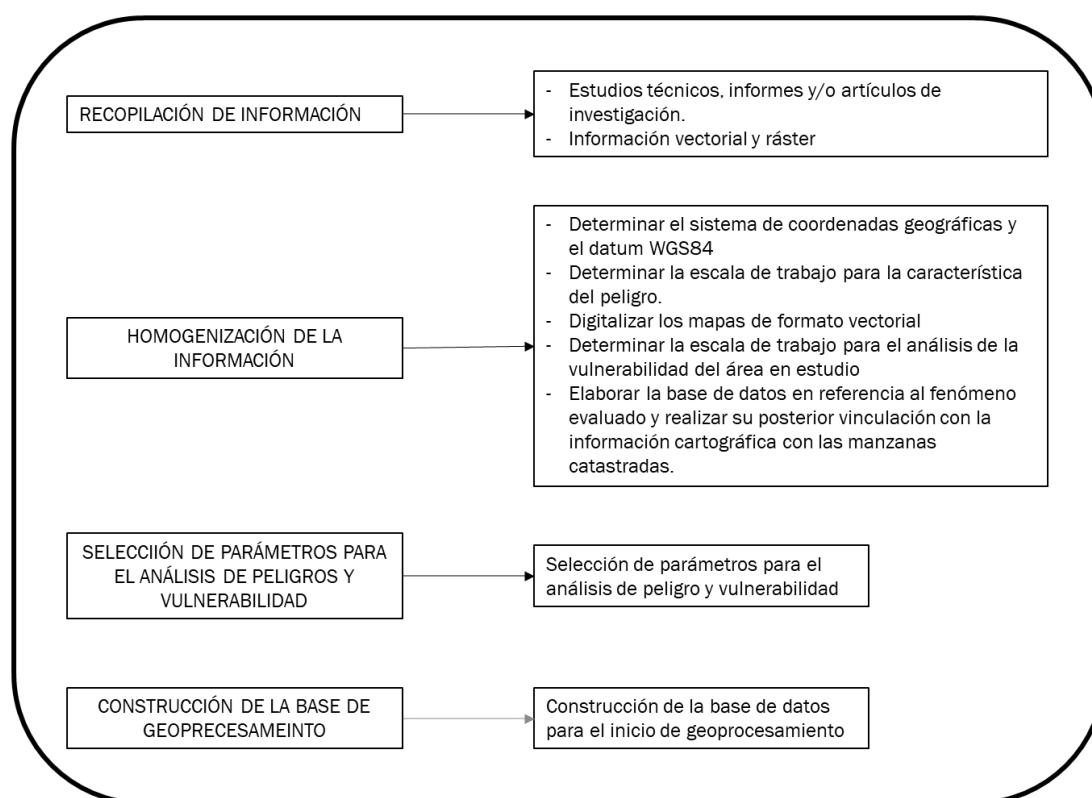
Fuente: Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.

3.1.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La determinación del peligro del presente informe, fue realizado a partir de la recopilación de información secundaria de estudios publicados por entidades técnico-científicas, tales como, INGEMMET, IGP, DHN, entre otros. que comprenden información topográfica, geotécnica, unidades geológicas, unidades geomorfológicas y condiciones sísmicas, asimismo, escenarios de sismos, citado en los capítulos anteriores.

Estas informaciones, contempla el siguiente proceso de análisis, Esquema 02.

Esquema 02. Flujograma de tratamiento de la información.



Fuente: CENEPRED

3.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

La identificación y delimitación del peligro por sismos, contempló el uso de la información secundaria y primaria (evaluación geomecánica), contrastada con datos puntuales recabados en el área de estudio e informes técnicos elaborados y publicados por entidades técnico científicas.

3.1.3 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

El área de estudio, se encuentra expuesta a una posible ocurrencia de sismos y que puede afectar diversas infraestructuras establecidas en el lugar.

3.1.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO Y PONDERACIÓN

Para desarrollar la ponderación de los indicadores de evaluación del peligro por la ocurrencia de sismos en el terreno, se consideró el uso metodológico del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) elaborado por Saaty, que indica la importancia relativa de cada indicador de evaluación.

El parámetro de evaluación más influyente y cartografiable utilizado en este proceso de ponderación fue la aceleración para TR 100.

La obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación del evento descrito en el párrafo anterior, fue realizado a través del uso del PAJ de Saaty (Cuadro 10-12), obteniendo los siguientes resultados:

3.1.4.1 PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

Cuadro 10. Matriz de comparación de pares del parámetro: Aceleración

Aceleración (cm/s ²)	> 440	340 - 440	240 - 340	100 - 240	< 100
> 440	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
340 - 440	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
240 - 340	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
100 - 240	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
< 100	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.23	4.08	6.83	10.50	17.00
1/SUMA	0.449	0.245	0.146	0.095	0.059

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11. Matriz de normalización del parámetro: Aceleración

Aceleración (cm/s ²)	> 440	340 - 440	240 - 340	100 - 240	< 100	Vector Priorización
> 440	0.449	0.490	0.439	0.381	0.412	0.434
340 - 440	0.225	0.245	0.293	0.286	0.235	0.257
240 - 340	0.150	0.122	0.146	0.190	0.176	0.157
100 - 240	0.112	0.082	0.073	0.095	0.118	0.096
< 100	0.064	0.061	0.049	0.048	0.059	0.056

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Aceleración

IC	0.010
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.2 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La evaluación de la susceptibilidad en la zona de estudio, considera el análisis de los siguientes factores:

Cuadro 13. Factores condicionantes y desencadenantes

FACTORES CONDICIONANTES			FACTOR DESENCADENANTE
Capacidad de carga	Tipo de suelo	Unidades Geológicas	Magnitud de sismo

A continuación, se desarrolla la matriz de comparación de pares, la matriz de normalización, índice de consistencia a los pesos ponderados de cada descriptor de evaluación de los factores condicionantes y desencadenante. Para el cálculo de los pesos ponderados, se utiliza el Proceso de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. (CENEPRED, 2014).

3.1.4.2.1 Análisis de los factores condicionantes

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a. Análisis de los parámetros de los factores condicionantes

Cuadro 14. Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

PARÁMETRO	Tipo de suelo	Capacidad de carga	Unidades geológicas
Tipo de suelo	1.00	2.00	3.00
Capacidad de carga	0.50	1.00	2.00
Unidades geológicas	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Cuadro 15. Matriz de normalización de los factores condicionantes

PARÁMETRO	Tipo de suelo	Capacidad de carga	Unidades geológicas	Vector Priorización
Tipo de suelo	0.545	0.571	0.500	0.539
Capacidad de carga	0.273	0.286	0.333	0.297
Unidades geológicas	0.182	0.143	0.167	0.164

Cuadro 16. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para los factores condicionantes

IC	0.005
RC	0.009

b. Parámetro: Capacidad de carga

La capacidad de carga de los suelos, es un parámetro que permiten estimar la resistencia del suelos sometido a deformación horizontal y vertical. Los valores que la conforman o describen.

Cuadro 17. Matriz de comparación de pares del parámetro: Capacidad de carga

Capacidad de carga	Menor a 0.5 Kg/cm²	0.50 - 1.00 Kg/cm²	1.00 - 2.00 Kg/cm²	2.00- 3.00 Kg/cm²	Mayor a 3 Kg/cm²
Menor a 0.5 Kg/cm²	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
0.50 - 1.00 Kg/cm²	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
1.00 - 2.00 Kg/cm²	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
2.00- 3.00 Kg/cm²	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00
Mayor a 3 Kg/cm²	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.95	4.03	8.83	13.50	20.00
1/SUMA	0.51	0.25	0.11	0.07	0.05

Cuadro 18. Matriz de normalización del parámetro: capacidad de carga

Capacidad de carga	Menor a 0.5 Kg/cm²	0.50 - 1.00 Kg/cm²	1.00 - 2.00 Kg/cm²	2.00- 3.00 Kg/cm²	Mayor a 3 Kg/cm²	Vector Priorizacion
Menor a 0.5 Kg/cm²	0.512	0.496	0.566	0.519	0.450	0.508
0.50 - 1.00 Kg/cm²	0.256	0.248	0.226	0.222	0.250	0.240
1.00 - 2.00 Kg/cm²	0.102	0.124	0.113	0.148	0.150	0.128
2.00- 3.00 Kg/cm²	0.073	0.083	0.057	0.074	0.100	0.077
Mayor a 3 Kg/cm²	0.057	0.050	0.038	0.037	0.050	0.046

Cuadro 19. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para capacidad de carga

IC	0.009
RC	0.008

c. Parámetro: Tipos de suelos**Cuadro 20.** Matriz de comparación de pares del parámetro: Tipos de suelos

Tipo de suelo	Turba o relleno sanitario	Limos o arena eólica	Arcillas	Arenas	Gravas
Turba o relleno sanitario	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Limos o arena eólica	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Arcillas	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Arenas	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Gravas	0.14	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.08	6.83	11.50	17.00
1/SUMA	0.46	0.24	0.15	0.09	0.06

Cuadro 21. Matriz de normalización del parámetro: Tipos de suelos

Tipo de suelo	Turba o relleno sanitario	Limos o arena eólica	Arcillas	Arenas	Gravas	Vector Priorizacion
Turba o relleno sanitario	0.460	0.490	0.439	0.435	0.412	0.447
Limos o arena eólica	0.230	0.245	0.293	0.261	0.235	0.253
Arcillas	0.153	0.122	0.146	0.174	0.176	0.154
Arenas	0.092	0.082	0.073	0.087	0.118	0.090
Gravas	0.066	0.061	0.048	0.043	0.059	0.055

Cuadro 22. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para Tipos de suelos

IC	0.008
RC	0.007

d. Parámetro: Unidades geológicas

Cuadro 23. Matriz de comparación de pares del parámetro: Unidades geológicas

Unidades Geológicas	Depósito eólico	Depósito aluvial	Super Unidad Patap	Formación Chilca	Formación Pamplona
Depósito eólico	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
Depósito aluvial	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Super Unidad Patap	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Formación Chilca	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00
Formación Pamplona	0.11	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.09	4.03	6.83	13.50	20.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.15	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 24. Matriz de normalización del parámetro: Unidades geológicas

Unidades Geológicas	Depósito eólico	Depósito aluvial	Super Unidad Patap	Formación Chilca	Formación Pamplona	<u>Vector Priorización</u>
Depósito eólico	0.479	0.496	0.439	0.519	0.450	0.476
Depósito aluvial	0.240	0.248	0.293	0.222	0.250	0.250
Super Unidad Patap	0.160	0.124	0.146	0.148	0.150	0.146
Formación Chilca	0.068	0.083	0.073	0.074	0.100	0.080
Formación Pamplona	0.053	0.050	0.049	0.037	0.050	0.048

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 25. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ de Unidades geológicas

IC	0.006
RC	0.005

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.2.2 Análisis del factor desencadenante

a. Análisis de los parámetros del factor desencadenante

Cuadro 26. Matriz de comparación del parámetro: Magnitud del sismo

Magnitud de sismo (Mw)	Mayor a 7 Mw	6 a 7 Mw	5 a 6 Mw	4 a 5 Mw	< 4 Mw
Mayor a 7 Mw	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
6 a 7 Mw	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
5 a 6 Mw	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
4 a 5 Mw	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
< 4 Mw	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00

Cuadro 27. Matriz de normalización del parámetro: Magnitud del sismo

Magnitud de sismo (Mw)	Mayor a 7 Mw	6 a 7 Mw	5 a 6 Mw	4 a 5 Mw	< 4 Mw	Vector Priorizacion
Mayor a 7 Mw	0.444	0.490	0.439	0.381	0.375	0.426
6 a 7 Mw	0.222	0.245	0.293	0.286	0.250	0.259
5 a 6 Mw	0.148	0.122	0.146	0.190	0.188	0.159
4 a 5 Mw	0.111	0.082	0.073	0.095	0.125	0.097
< 4 Mw	0.074	0.061	0.049	0.048	0.063	0.059

Cuadro 28. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Magnitud del sismo

IC	0.012
RC	0.011

3.1.5 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

El presente escenario de peligro, se plantea ante la presencia de un sismo con magnitud superior > 7.0 Mw y sus respectivas aceleraciones que en interacción con la capacidad de carga, el tipo de suelo y la geología, ocasionarían severos daños y pérdidas a los elementos expuestos susceptibles en la dimensión social y económica, en el área de influencia del terreno, en el distrito Chilca, provincia Cañete y departamento de Lima.

3.1.6 NIVELES DE PELIGRO

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico, Cuadro 29 y P-05.

Cuadro 29. Cálculo de los niveles de peligro

RANGO	NIVELES DE PELIGRO
$0.256 \leq P \leq 0.440$	MUY ALTO
$0.155 \leq P < 0.256$	ALTO
$0.094 \leq P < 0.155$	MEDIO
$0.056 \leq P < 0.094$	BAJO

3.1.7 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO

Efectuando el análisis de los factores condicionantes y desencadenantes, así como el parámetro de evaluación, se obtuvo como resultado la siguiente estratificación de los niveles de peligro, Cuadro 30, Figura 13.

Cuadro 30. Estratificación del nivel de peligro

Nivel de peligro	Descripción	Rango
Muy Alto	Aceleración $> 440 \text{ cm/s}^2$, con capacidad de carga menor a 0.5 Kg/cm^2 en suelos tipo turba o relleno. Depósito eólico. Magnitud de sismo mayor a 7 Mw.	$0.256 \leq R \leq 0.440$
Alto	Aceleración $340 - 440 \text{ cm/s}^2$, con capacidad portante de $0.5 - 1.00 \text{ Kg/cm}^2$ en suelos tipo limos o arenas eólicas. Depósito aluvial. Magnitud de sismo mayor a 7 Mw.	$0.155 \leq R < 0.256$
Medio	Aceleración $240 - 340 \text{ cm/s}^2$, con capacidad portante $1.00 - 2.00 \text{ Kg/cm}^2$ en suelos tipo arcillas. Super Unidad Patap. Magnitud de sismo mayor a 7 Mw.	$0.094 \leq R < 0.155$
Bajo	Aceleración $< 240 \text{ cm/s}^2$, con capacidad portante mayor a 2.00 Kg/cm^2 en suelos tipo arena o gravas. Formación Chilca. Magnitud de sismo mayor a 7 Mw.	$0.056 \leq R < 0.094$

Fuente: Elaboración del equipo técnico

3.1.8 MAPA DE PELIGRO

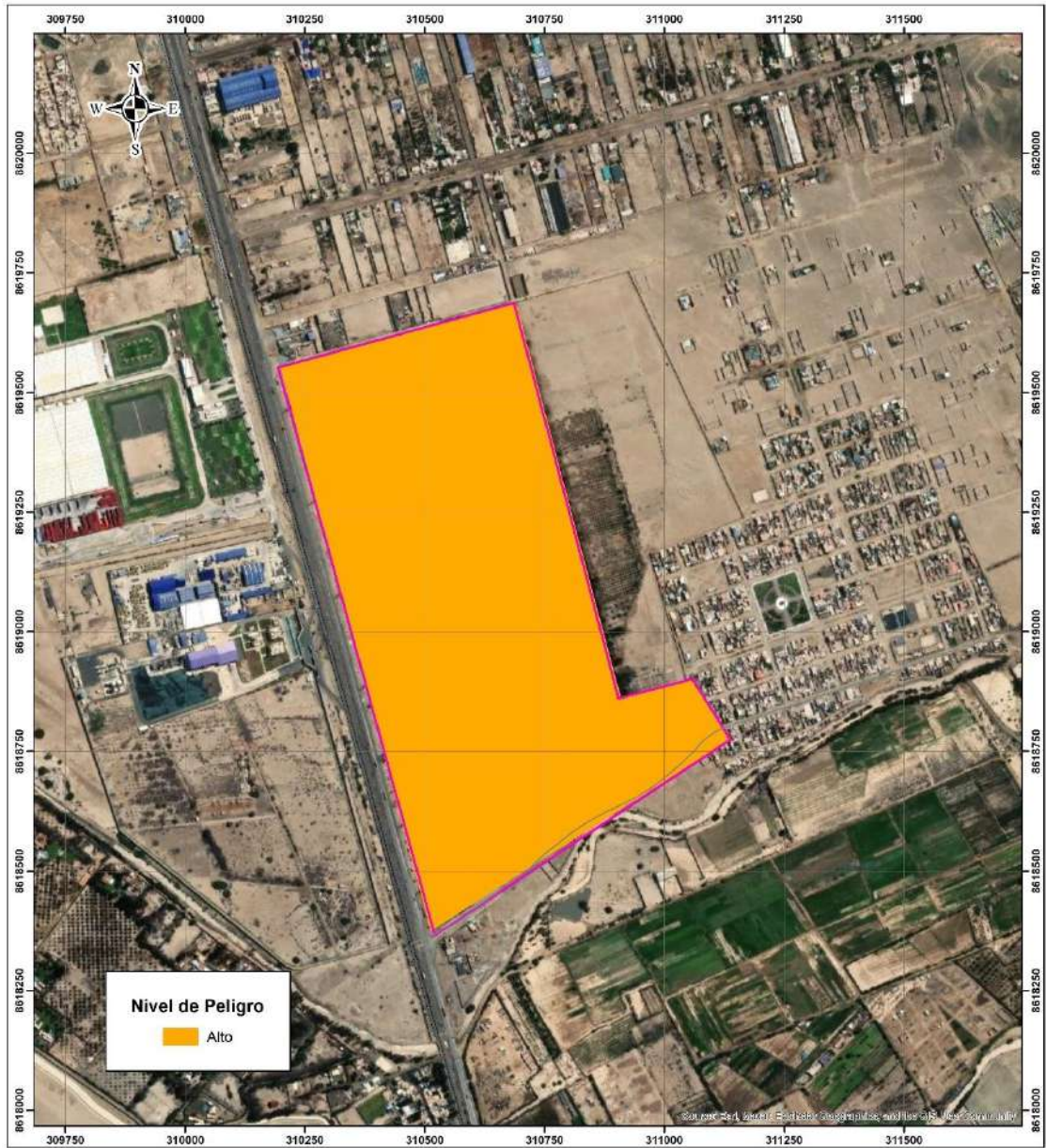


Figura 13. Mapa de peligro por sismos.

3.1.9 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS ANTE LA OCURRENCIA DE SISMOS

El análisis de elementos expuestos se realizó específicamente al área de estudio, el cual es objeto de investigación, en donde se observó que el potencial impacto de un sismo con magnitud > 7.0 Mw podría afectar:

- 60 hectáreas, que conforman el terreno Piaggio, expuesto a la ocurrencia de sismos con nivel de peligro Alto.

CAPITULO IV

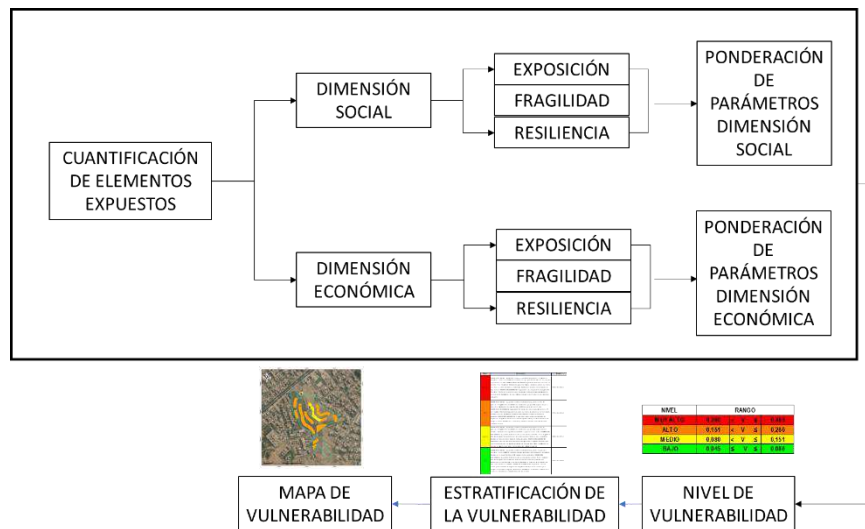
ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

La Ley 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, indica que la vulnerabilidad es la predisposición y/o susceptibilidad de la población y sus medios de vida a sufrir pérdidas y/o daños por la ocurrencia de peligros.

Para estimar el nivel de predisposición de estos elementos respecto a la presencia de algún peligro de origen natural, como sismos, es necesario analizar los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, descritos en el manual de evaluación de riesgo por fenómenos naturales, elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

El análisis de la vulnerabilidad del terreno, con fines de habilitación urbana, involucra el uso de cálculos semicuantitativos, expresados en la siguiente metodología, Esquema 03.



Esquema 03. Flujograma de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad.
Fuente: Elaboración propia.

Para determinar los niveles de vulnerabilidad, se ha considerado en el análisis de la vulnerabilidad las dimensiones social y económica, utilizando

parámetros de acuerdo a cada dimensión, en el cual se proyecta la construcción de viviendas dentro del área de la propiedad evaluada.

4.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro 31. Matriz de comparación de pares: Parámetros de dimensión social

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	4.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.75	3.50	7.00
1/SUMA	0.57	0.29	0.14

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 32. Matriz de normalización: Parámetros de dimensión social.

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.571	0.571	0.571	0.571
Fragilidad	0.286	0.286	0.286	0.286
Resiliencia	0.143	0.143	0.143	0.143

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 33. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: dimensión social

IC	0.000
RC	0.000

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1. Análisis de la exposición en la dimensión social

a. Parámetro: Cantidad de habitantes por lote

Cuadro 34. Matriz de comparación de pares: Cantidad de habitantes por lote.

CANTIDAD DE HABITANTES POR LOTE	> 9 personas	De 7 a 9 personas	De 5 a 7 personas	De 3 a 5 personas	< 3 personas
> 9 personas	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
De 7 a 9 personas	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
De 5 a 7 personas	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
De 3 a 5 personas	0.25	0.25	0.50	1.00	2.00
< 3 personas	0.20	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.28	3.95	6.75	11.50	17.00
1/SUMA	0.44	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 35. Matriz de normalización: Cantidad de habitantes por lote

CANTIDAD DE HABITANTES POR LOTE	> 9 personas	De 7 a 9 personas	De 5 a 7 personas	De 3 a 5 personas	< 3 personas	Vector Priorizacion
> 9 personas	0.438	0.506	0.444	0.348	0.294	0.406
De 7 a 9 personas	0.219	0.253	0.296	0.348	0.294	0.282
De 5 a 7 personas	0.146	0.127	0.148	0.174	0.235	0.166
De 3 a 5 personas	0.109	0.063	0.074	0.087	0.118	0.090
< 3 personas	0.088	0.051	0.037	0.043	0.059	0.056

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 36. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Cantidad de habitantes por lote.

IC	0.027
RC	0.024

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión social

a. Parámetro: Accesibilidad a servicio de agua potable

Cuadro 37. Matriz de comparación de pares: Accesibilidad a servicio de agua potable

ACCESIBILIDAD A SERVICIO DE AGUA POTABLE	No tiene	Acequia o manantial	Camión cisterna	Pilón de uso público	Conexión a red pública de agua potable
No tiene	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Acequia o manantial	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Camión cisterna	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Pilón de uso público	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Conexión a red pública de agua potable	0.17	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.95	4.75	8.58	13.33	20.00
1/SUMA	0.51	0.21	0.12	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 38. Matriz de normalización: Accesibilidad a servicio de agua potable

ACCESIBILIDAD A SERVICIO DE AGUA POTABLE	No tiene	Acequia o manantial	Camión cisterna	Pilón de uso público	Conexión a red pública de agua potable	Vector Priorización
No tiene	0.513	0.632	0.466	0.375	0.300	0.457
Acequia o manantial	0.171	0.211	0.350	0.300	0.300	0.266
Camión cisterna	0.128	0.070	0.117	0.225	0.200	0.148
Pilón de uso público	0.103	0.053	0.039	0.075	0.150	0.084
Conexión a red pública de agua potable	0.085	0.035	0.029	0.025	0.050	0.045

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 39. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Accesibilidad a servicio de agua potable

IC	0.078
RC	0.070

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión social

a. Parámetro: Capacitación en gestión del riesgo de desastres

Cuadro 40. Matriz de comparación de pares: Capacitación en gestión del riesgo de desastres

CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una vez por año
Nunca	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Cada 5 años	0.50	1.00	3.00	4.00	5.00
Cada 3 años	0.33	0.33	1.00	3.00	4.00
Cada 2 años	0.20	0.25	0.33	1.00	2.00
Una vez por año	0.17	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.20	3.78	7.58	13.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.26	0.13	0.07	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 41. Matriz de normalización: Capacitación en gestión del riesgo de desastres

CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una vez por año	Vector Priorizacion
Nunca	0.455	0.529	0.396	0.370	0.333	0.416
Cada 5 años	0.227	0.264	0.396	0.296	0.278	0.292
Cada 3 años	0.152	0.088	0.132	0.222	0.222	0.163
Cada 2 años	0.091	0.066	0.044	0.074	0.111	0.077
Una vez por año	0.076	0.053	0.033	0.037	0.056	0.051

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 42. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Capacitación en gestión del riesgo de desastres

IC	0.039
RC	0.035

Fuente: Elaboración propia.

4.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro 43. Matriz de comparación de pares: Parámetros de dimensión económica

DIMENSIÓN ECONOMICA	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	1.00	2.00
Resiliencia	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.53	4.50	8.00
1/SUMA	0.65	0.22	0.13

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 44. Matriz de normalización: Parámetros de dimensión económica

DIMENSIÓN ECONOMICA	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.667	0.625	0.648
Fragilidad	0.217	0.222	0.250	0.230
Resiliencia	0.130	0.111	0.125	0.122

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 45. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: dimensión económica

IC	0.002
RC	0.004

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1. Análisis de la exposición en la dimensión económica

a. Parámetro: Área construida

Cuadro 46. Matriz de comparación de pares: Área construida

AREA CONSTRUIDA	> 200 m2	De 150 - 200 m2	De 100 - 150 m2	De 50 - 100 m2	< 50 m2
> 200 m2	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
De 150 - 200 m2	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
De 100 - 150 m2	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
De 50 - 100 m2	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
< 50 m2	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.25	4.08	6.83	10.50	16.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 47. Matriz de normalización: Área construida

ÁREA CONSTRUIDA	> 200 m2	De 150 - 200 m2	De 100 - 150 m2	De 50 - 100 m2	< 50 m2	Vector Priorizacion
> 200 m2	0.444	0.490	0.439	0.381	0.375	0.426
De 150 - 200 m2	0.222	0.245	0.293	0.286	0.250	0.259
De 100 - 150 m2	0.148	0.122	0.146	0.190	0.188	0.159
De 50 - 100 m2	0.111	0.082	0.073	0.095	0.125	0.097
< 50 m2	0.074	0.061	0.049	0.048	0.063	0.059

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 48. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Área construida

IC	0.012
RC	0.011

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión económica

a. Parámetro: Material de construcción predominante en pared

Cuadro 49. Matriz de comparación de pares: Material de construcción predominante en pared

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN PARED	Triplay, calamina o estera	Madera o Drywall	Estructura metálica	Ladrillo	Concreto armado
Triplay, calamina o estera	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
Madera o Drywall	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
Estructura metálica	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
Ladrillo	0.25	0.33	0.33	1.00	2.00
Concreto armado	0.17	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.25	4.00	6.58	11.50	19.00
1/SUMA	0.44	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 50. Matriz de normalización: Material de construcción predominante en pared

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN PARED	Triplay, calamina o estera	Madera o Drywall	Estructura metálica	Ladrillo	Concreto armado	Vector Priorizacion
Triplay, calamina o estera	0.444	0.500	0.456	0.348	0.316	0.413
Madera o Drywall	0.222	0.250	0.304	0.261	0.316	0.271
Estructura metálica	0.148	0.125	0.152	0.261	0.211	0.179
Ladrillo	0.111	0.083	0.051	0.087	0.105	0.087
Concreto armado	0.074	0.042	0.038	0.043	0.053	0.050

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 51. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Material de construcción predominante en pared

IC	0.027
RC	0.024

Fuente: Elaboración propia.

b. Parámetro: Material de construcción predominante en techo

Cuadro 52. Matriz de comparación de pares: Material de construcción predominante en techo

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN TECHO	Triplay, estera o carrizo	Caña o estera con torta de barro o cemento	Eternit o calamina	Madera y/o tejas	Concreto armado
Triplay, estera o carrizo	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Caña o estera con torta de barro o cemento	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Eternit o calamina	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
Madera y/o tejas	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00
Concreto armado	0.17	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.58	12.33	19.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 53. Matriz de normalización: Material de construcción predominante en techo

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN TECHO	Triplay, estera o carrizo	Caña o estera con torta de barro o cemento	Eternit o calamina	Madera y/o tejas	Concreto armado	Vector Priorizacion
Triplay, estera o carrizo	0.455	0.496	0.456	0.405	0.316	0.425
Caña o estera con torta de barro o cemento	0.227	0.248	0.304	0.243	0.263	0.257
Eternit o calamina	0.152	0.124	0.152	0.243	0.211	0.176
Madera y/o tejas	0.091	0.083	0.051	0.081	0.158	0.093
Concreto armado	0.076	0.050	0.038	0.027	0.053	0.049

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 54. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Material de construcción predominante en techo

IC	0.039
RC	0.035

Fuente: Elaboración propia.

c. Parámetro: Condición de la edificación

Cuadro 55. Matriz de comparación de pares: Condición de la edificación

CONDICIÓN DE LA EDIFICACIÓN	MUY MALO: Las estructuras hacen presumir un colapso	MALO: Las estructuras acusan deterioro sin peligro a desplome	REGULAR: Las estructuras presenta deterioros subsanables	BUENO: Las estructuras presentan deterioros ligeros que no demanda subsanación	MUY BUENO: Estructura nueva, no presenta deterioro
MUY MALO: Las estructuras hacen presumir un colapso	1.00	2.00	3.00	6.00	7.00
MALO: Las estructuras acusan deterioro sin peligro a desplome	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
REGULAR: Las estructuras presenta deterioros subsanables	0.33	0.33	1.00	4.00	6.00
BUENO: Las estructuras presentan deterioros ligeros que no demanda subsanación	0.17	0.20	0.25	1.00	3.00
MUY BUENO: Estructura nueva, no presenta deterioro	0.14	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.14	3.68	7.42	16.33	24.00
1/SUMA	0.47	0.27	0.13	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 56. Matriz de normalización: Condición de la edificación

CONDICIÓN DE LA EDIFICACIÓN	MUY MALO: Las estructuras hacen presumir un colapso	MALO: Las estructuras acusan deterioro sin peligro a desplome	REGULAR: Las estructuras presenta deterioros subsanables	BUENO: Las estructuras presentan deterioros ligeros que no demanda subsanación	MUY BUENO: Estructura nueva, no presenta deterioro	Vector Priorizacion
MUY MALO: Las estructuras hacen presumir un colapso	0.467	0.544	0.404	0.367	0.292	0.415
MALO: Las estructuras acusan deterioro sin peligro a desplome	0.233	0.272	0.404	0.306	0.292	0.302
REGULAR: Las estructuras presenta deterioros subsanables	0.156	0.091	0.135	0.245	0.250	0.175
BUENO: Las estructuras presentan deterioros ligeros que no demanda subsanación	0.078	0.054	0.034	0.061	0.125	0.070
MUY BUENO: Estructura nueva, no presenta deterioro	0.067	0.039	0.022	0.020	0.042	0.038

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 57. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Condición de la edificación

IC	0.065
RC	0.058

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión económica

a. Parámetro: Regimen de tenencia de la vivienda

Cuadro 58. Matriz de comparación de pares: Regimen de tenencia de la vivienda

REGIMEN DE TENENCIA	Precario o invasor	Con constancia de posesión	Inquilino	Con título no inscrito en sunarp	Título inscrito en sunarp
Precario o invasor	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Con constancia de posesión	0.33	1.00	2.00	4.00	5.00
Inquilino	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Con título no inscrito en sunarp	0.20	0.25	0.33	1.00	2.00
Título inscrito en sunarp	0.14	0.20	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.93	4.95	7.53	13.50	20.00
1/SUMA	0.52	0.20	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 59. Matriz de normalización: Regimen de tenencia de la vivienda

REGIMEN DE TENENCIA	Precario o invasor	Con constancia de posesión	Inquilino	Con título no inscrito en sunarp	Título inscrito en sunarp	Vector Priorizacion
Precario o invasor	0.519	0.606	0.531	0.370	0.350	0.475
Con constancia de posesión	0.173	0.202	0.265	0.296	0.250	0.237
Inquilino	0.130	0.101	0.133	0.222	0.250	0.167
Con título no inscrito en sunarp	0.104	0.051	0.044	0.074	0.100	0.075
Título inscrito en sunarp	0.074	0.040	0.027	0.037	0.050	0.046

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 60. Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Regimen de tenencia de la vivienda

IC	0.045
RC	0.040

Fuente: Elaboración propia.

4.4 NIVELES DE VULNERABILIDAD

En el siguiente Cuadro 61, se detallan los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico. P-06.

Cuadro 61. Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.269	< V ≤	0.426
ALTO	0.162	< V ≤	0.269
MEDIO	0.089	< V ≤	0.162
BAJO	0.053	≤ V ≤	0.089

Fuente: Elaboración propia.

4.5 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Cuadro 62. Estratificación de la vulnerabilidad

Nivel	Descripción	Rango
Muy Alto	DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote > 9 personas; Fragilidad: no tiene accesibilidad a servicio de agua potable; Resiliencia: no propone capacitación en GRD. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Área construida > 200 m ² ; Fragilidad: Material de pared de triplay, calamina o estera con techo de estera o carrizo y condición de la edificación muy mala ; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo invasor.	0.269 < R ≤ 0.426
Alto	DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote de 7 a 9 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por acequia o manantial; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará cada 5 años. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Área construida entre 150 y 200 m ² ; Fragilidad: Material de pared de madera con techo de estera con torta de barro y Condición de la edificación mala; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo constancia de posesión.	0.162 < R ≤ 0.269
Medio	DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote de 5 a 7 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por camión cisterna; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará cada 3 años. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Área construida entre 100 y 150 m ² ; Fragilidad: Material de pared de estructura metálica con techo de calamina y Condición de la edificación regular; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo inquilino.	0.089 < R ≤ 0.162
Bajo	DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote < 5 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por conexión a red pública; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará anualmente. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Área construida < 100 m ² ; Fragilidad: Material de pared de Ladrillo con techo de concreto armado y condición de la edificación buena; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo Título inscrito en SUNARP.	0.053 ≤ R ≤ 0.089

4.6 MAPA DE VULNERABILIDAD

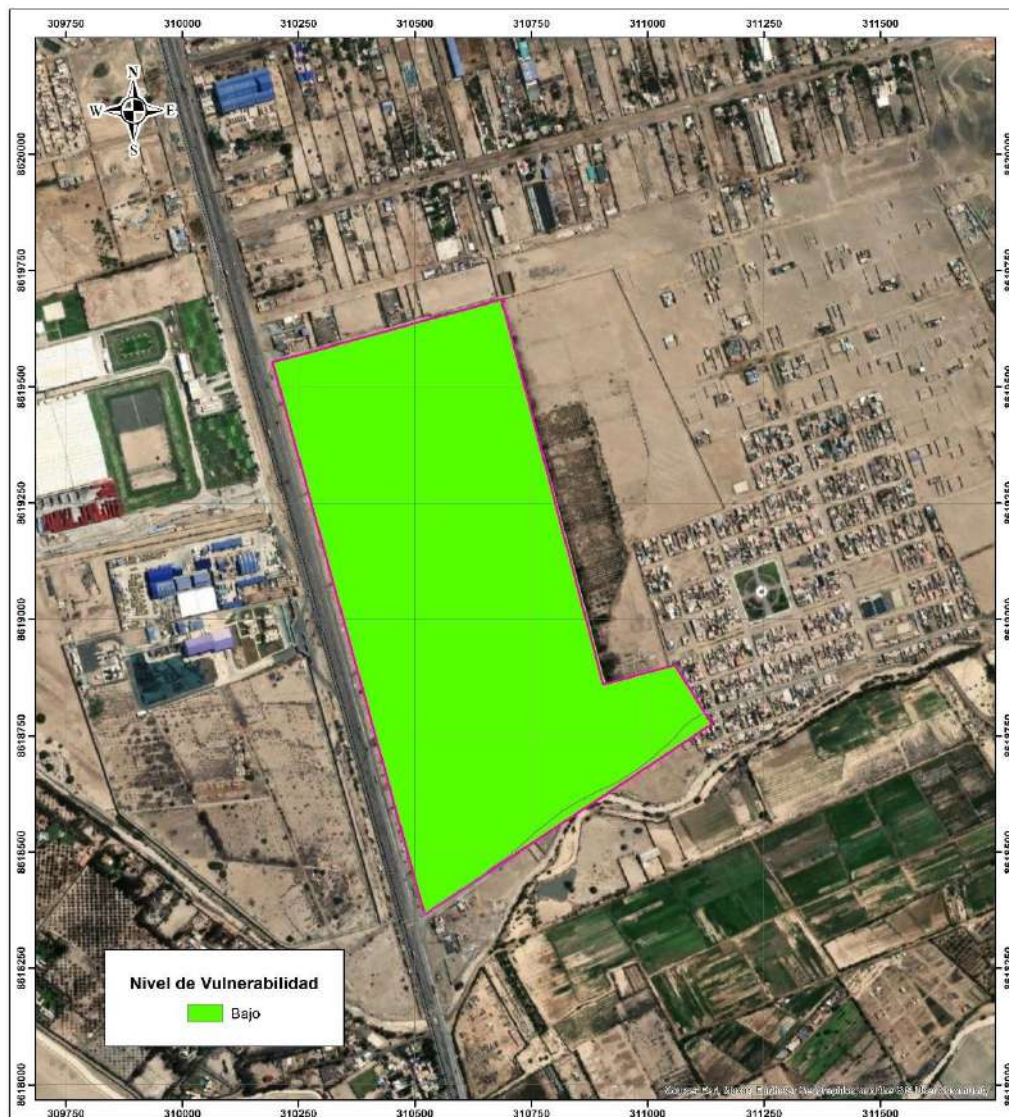


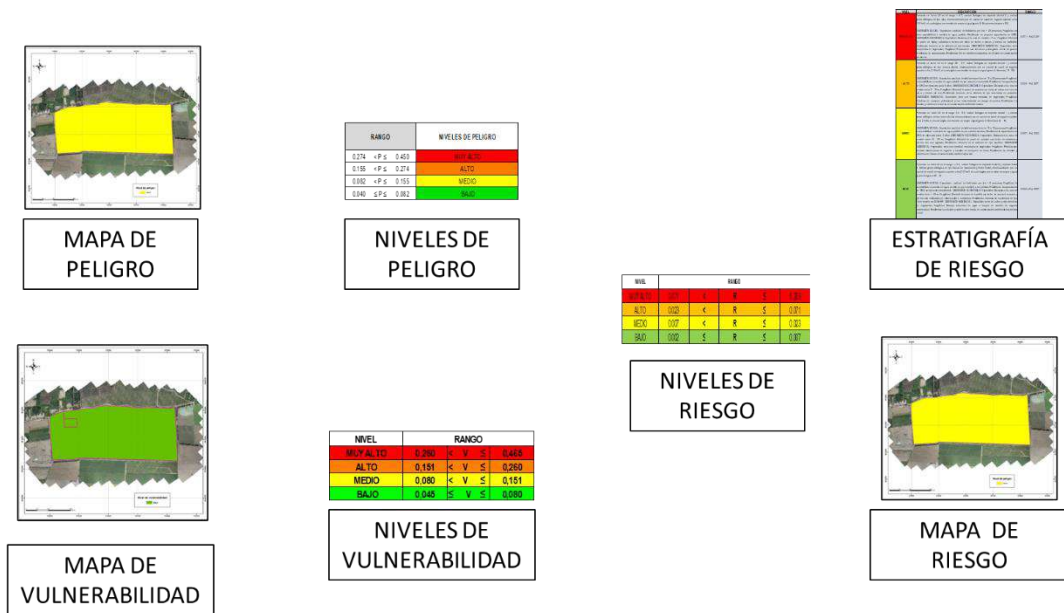
Figura 14. Mapa de vulnerabilidad.

CAPITULO V CÁLCULO DE RIESGO

5.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO ANTE SISMOS

Para determinar el cálculo del riesgo de la zona de influencia del sismo, se utiliza el siguiente procedimiento, Esquema 04:

Esquema 04. Flujograma para estimar los niveles de riesgo.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO

Los niveles de riesgo por sismos en el terreno, se detallan en el siguiente cuadro 63 y P-07.

Cuadro 63. Niveles de riesgo

NIVELES DE RIESGO				
NIVEL	RANGO			
MUY ALTO	0.069	<	R	≤ 0.187
ALTO	0.025	<	R	≤ 0.069
MEDIO	0.008	<	R	≤ 0.025
BAJO	0.003	≤	R	≤ 0.008

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO

Cuadro 64. Estratificación del riesgo

MATRIZ DE RIESGO		
NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	<p>Aceleración > 440 cm/s², con capacidad de carga menor a 0.5 Kg/cm² en suelos tipo turba o relleno. Depósito eólico. Magnitud de sismo mayor a 7 Mw.</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote > 9 personas; Fragilidad: no tiene accesibilidad a servicio de agua potable; Resiliencia: no propone capacitación en GRD.</p> <p>DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Área construida > 200 m²; Fragilidad: Material de pared de triplay, calamina o estera con techo de estera o carrizo y condición de la edificación muy mala; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo invasor.</p>	0.069 < R ≤ 0.187
ALTO	<p>Aceleración 340 - 440 cm/s², con capacidad portante de 0.5 - 1.00 Kg/cm² en suelos tipo limos o arenas eólicas. Depósito aluvial. Magnitud de sismo mayor a 7 Mw.</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote de 7 a 9 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por acequia o manantial; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará cada 5 años. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Área construida entre 150 y 200 m²; Fragilidad: Material de pared de madera con techo de estera con torta de barro y Condición de la edificación mala; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo constancia de posesión.</p>	0.025 < R ≤ 0.069
MEDIO	<p>Aceleración 240 - 340 cm/s², con capacidad portante 1.00 - 2.00 Kg/cm² en suelos tipo arcillas. Super Unidad Patap. Magnitud de sismo mayor a 7 Mw.</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote de 5 a 7 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por camión cisterna; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará cada 3 años. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Área construida entre 100 y 150 m²; Fragilidad: Material de pared de estructura metálica con techo de calamina y Condición de la edificación regular; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo inquilino.</p>	0.008 < R ≤ 0.025
BAJO	<p>Aceleración <240 cm/s², con capacidad portante mayor a 2.00 Kg/cm² en suelos tipo arena o gravas. Formación Chilca. Magnitud de sismo mayor a 7 Mw.</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote < 5 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por conexión a red pública; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará anualmente. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Área construida < 100 m²; Fragilidad: Material de pared de Ladrillo con techo de concreto armado y condición de la edificación buena; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo Título inscrito en SUNARP.</p>	0.003 ≤ R ≤ 0.008

5.1.3 MAPA DE RIESGO

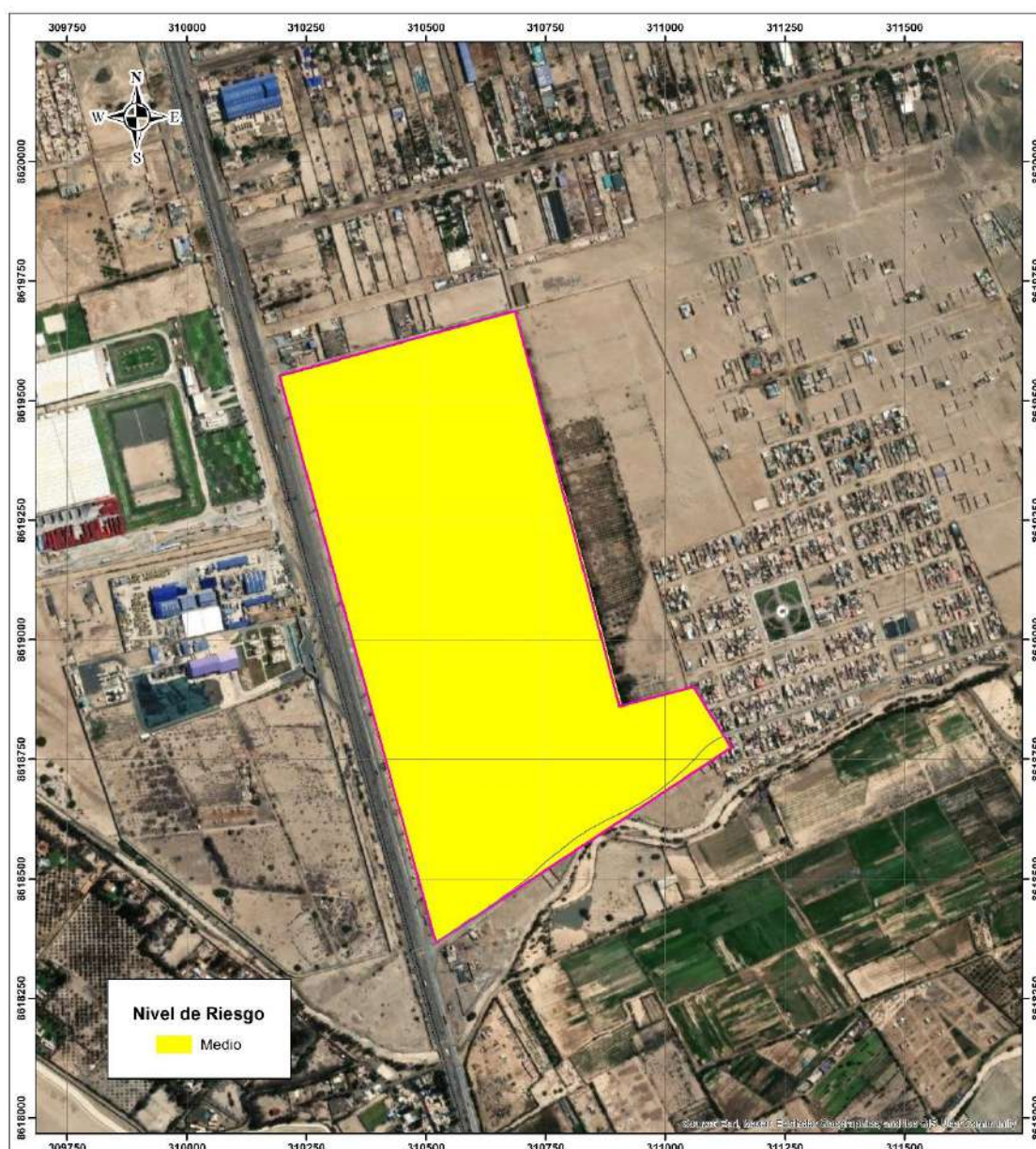


Figura 15. Mapa de riesgo.

5.2 CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES

Como parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que se podrían generar en el área de influencia del terreno en el distrito de Chilca, a consecuencia de la ocurrencia de sismos.

Se ha identificado que la propiedad se encuentra en zona de riesgo Medio.

Cuadro 65. Cálculo de efectos probables

EFFECTOS PROBABLES	TOTAL	DAÑOS PROBABLES	PERDIDAS PROBABLES
Daños probables			
Propiedad (60 ha)	18 000,000		18 000,000
Perdidas probables			
Gastos de atención de emergencia	540,000		540,000
SUB TOTAL	S/ 18,540,000.00		S/ 18,540,000.00

Fuente: Elaboración Propia

5.3 ZONIFICACIÓN DEL RIESGO

De acuerdo a la zonificación del peligro por sismos, así como la vulnerabilidad, se observa que la propiedad se encuentran en nivel de riesgo Medio. Por ello, se recomienda el establecimiento de medidas de control y/o intervención para la reducción de un posible impacto por sismos en el área de estudio. Finalmente, estas consideraciones serán validas en la medida que las intervenciones de tipo estructural y no estructural, se mantengan en optimas condiciones de funcionamiento.

CAPITULO VI CONTROL DEL RIESGO

6.1 DE LA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS

6.1.1 Aceptabilidad o tolerancia de riesgos

a. Análisis de nivel de consecuencia:

Las consecuencias ocasionadas por sismos en el terreno, pueden ser gestionados con apoyo externo. El nivel de consecuencia adoptado en este caso es 2 – Media, Cuadro 66

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenomeno natural son catastróficas
3	alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenomeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	media	Las consecuencias debido al impacto de un fenomeno natural son gestionadas con los recursos disponibles
1	bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenomeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Cuadro 66. Niveles de consecuencia.

b. Análisis de niveles de frecuencia de ocurrencia:

Los sismos de gran magnitud pueden ocurrir en circunstancias excepcionales, por ocurrencia de eventos sísmicos mayores a 7°. Por ello, en este caso, el nivel de frecuencia asignado es 1 – bajo, Cuadro 67.

NIVEL	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Puede ocurri en la mayoría de las circunstancias
3	alta	Puede ocurri en periodos de tiempo medianamente largos segun circunstancias
2	media	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos segun las circunstancias
1	bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Cuadro 67. Probabilidad de ocurrencia.

c. Matriz de consecuencias y daños

Considerando, para el caso, los niveles de consecuencia y frecuencia de los eventos es Media y Baja respectivamente. La zona de consecuencias y daños será Media, Cuadro 68.

MATRIZ DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS					
CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
Muy alta	4	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	NIVEL	1	2	3	4
	FRECUENCIA	Baja	Media	Alta	Muy alta

Cuadro 68. Matriz de consecuencias y daños.

d. Medidas cualitativas de consecuencias y daño

La incidencia de sismos en la propiedad pueden ocasionar pérdidas de bienes y financieras altas. Por ello, la medida cualitativa estimada para el caso es Media , Cuadro 69.

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	Muy alta	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas
1	Bajo	tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas

Cuadro 69. Medidas cualitativas.

e. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Dado que, en este caso las consecuencias y daños por la presencia de sismos en la propiedad es media; la aceptabilidad y tolerancia del riesgo asignado para este caso es tolerable, deben desarrollarse actividades para la gestión del riesgo, Cuadro 70.

ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO		
VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se deben aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Cuadro 70. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.

f. Nivel de priorización de intervención

Considerando un nivel medio de consecuencias y daños, además de, una aceptabilidad tolerable del riesgo, el nivel de priorización respecto a la intervención del riesgo en la zona de estudio es III – tolerable, Cuadro 71.

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Cuadro 71. Priorización e intervención.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

- 7.1 El terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366) se asienta sobre depósitos eólico y aluviales, expuesto ante la ocurrencia de sismos > 7.0 Mw.
- 7.2 El nivel de peligro originado por sismos en el terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366), ubicado en el distrito de Chilca es Alto.
- 7.3 El nivel de vulnerabilidad prospectiva ante sismos en el terreno es Bajo, ubicado en el distrito de Chilca, provincia de Cañete.
- 7.4 El estudio en base al análisis del peligro y vulnerabilidad por sismos en el terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366), concluye que el nivel de riesgo es Medio.
- 7.5 En el estudio en cuanto al nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo ante la ocurrencia de sismos es tolerable. Considerando el desarrollo de actividades para el manejo del riesgo de desastres por ocurrencia de sismos de gran magnitud con frecuencia excepcional.
- 7.6 El cálculo de efecto probables ante el impacto del peligro por sismo asciende a un estimado total de S/18 540,000.00, correspondiente a la pérdida económica, representado por el costo de una probable perdida en el terreno, además de S/ 540,000.00 por gastos de atención de emergencia, de concretarse la habilitación urbana en el lugar.
- 7.7 Los eventos de geodinámica externa e interna identificables en el entorno del terreno Piaggio-Tildillo (Partida registral N°90014366) que podrían generar daños son: flujos, sismos y tsunamis. Con respecto a este último, el mapa de inundación elaborado por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, correspondiente al Balneario de Chilca, permite concluir que la propiedad no se encuentra expuesta a este tipo de evento. Se recomienda realizar una evaluación de riesgo por flujos en el cauce secundario (Brazo Norte) de la cuenca del río Chilca.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

Con el propósito de prevenir riesgos futuros, se sugiere tomar en cuenta las siguientes medidas:

— MEDIDAS ESTRUCTURALES

Son las medidas que representan una intervención física a través de obras de infraestructura o proyectos de inversión.

Considerar los siguientes casos particulares según la figura 16:



Figura 16. Delimitación de capacidad portante de los suelos.

- El área de estudio según la figura 16, presenta suelos arenosos con limos con una capacidad portante entre 1.00 y 2.00 kg/cm². Se recomienda establecer técnicas de compactación del suelo de forma estática (presión) o dinámica (vibración) para aumentar su densidad y disminuir la porosidad, Figura 17.

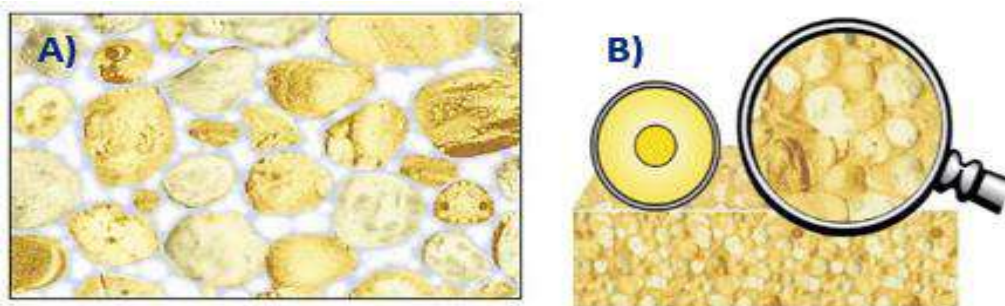


Figura 17. A) Antes de la compactación. B) Posterior a la compactación. Compactación de suelos rodillo liso. Fuente Germany, Bomag Americas inc, (2000)

— MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

- Promover el uso de procedimientos constructivos antisísmicos adecuados con asesoría de profesionales especializados en concordancia con el Reglamento Nacional de Edificaciones, para los procesos de reforzamiento, rehabilitación, mejoramiento, remodelación, y /o construcción de las viviendas más vulnerables.
- Elaborar el plan de seguridad y evacuación ante sismos para el área de estudio o en su defecto incluir el sector dentro del Plan con el que actualmente cuenta la municipalidad distrital de Chilca, teniendo en cuenta la conformación de brigadas de evacuación, identificación y señalización con la instalación de letreros de tamaño proporcionales a la distancia de visibilidad, donde se indique las rutas de evacuación y las zonas seguras. Considerar la Guía técnica para la estandarización de señales de seguridad en caso de sismos.
- Promover y Fortalecer programas de capacitación en Gestión del Riesgo de Desastres a las familias para que conozcan el riesgo por sismos sobre el que están expuestos y establecer simulacros de los sistemas de alerta ante sismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Audin, L. et al. (2008): Upper plate deformation and seismic barrier in front of Nazca subduction zone: The Chololo Fault System and active tectonics along the Coastal Cordillera, southern Peru, *Tectonophysics* 459, 174–185.
- Blanc L., Cabrera J., Sèbrier M., 1984. Estudio Microtectónico de la falla sísmica de Huaytapallana (Andes del Perú Central). Univ. Paris-Sud, Orsay – Laboratoire de Geologie Dynamique Interne – Oficina de Neotectónica
- Bernal, I., Tavera, H., & Antayhua, Y. (2001). Evaluación de la Sismicidad y Distribución de la Energía Sísmica en Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 92, 67-78.
- Bernal, I., Tavera, H., & Antayhua, Y. (2002). Zonas Sismogénicas en Perú: Volúmenes de deformación, gráficos polares y zonificación preliminar. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 93, 31-44.
- Bernal, I. y Tavera, H (2002). Geodinámica, Sismicidad y Energía Sísmica en Perú. Monografía, IGP, Lima-Perú, 63 pp.
- Bray, J. D., and Travarasrou, T. (2009) “Pseudostatic Coefficient for Use in Simplified Seismic Slope Stability Evaluation,” *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, ASCE, Vol. 135, No. 9, pp. 1336-1340.
- Bray, J.D., Macedo, J., and Travarasrou, T. (2018) “Simplified Procedure for Estimating Seismic Slope Displacements for Subduction Zone Earthquakes,” *J. of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, V. 144(3): 04017124.
- Campbell, K. W., and Bozorgnia, Y., (2008). NGA ground motion model for the geometric mean horizontal component of PGA, PGV, PGD, and 5% damped linear-elastic response spectra for periods ranging from 0.01 and 10.0 s, *Earthquake Spectra* 24, 139–171.
- Campbell, Kenneth & Bozorgnia, Yousef. (2014). Campbell-bozorgnia NGA-West2 horizontal ground motion model for active tectonic domains. NCEE 2014 - 10th U.S. National Conference on Earthquake Engineering: Frontiers of Earthquake Engineering. 10.4231/D3MS3K235.
- Chlieh, M., H. Perfettini, H. Tavera, J-P. Avouac (2011). Interseismic Coupling, Asperities and Barriers on the Central Andes Megathrust. *Jour. Geophys.*
- Condori, C., Tavera, H. (2012) Áreas probables de ruptura sísmica en el borde occidental del Perú a partir de la variación del parámetro “b”. *Bol. Soc. Geol. Perú* 106: 23-36.

- Dorbath, C.; Dorbath, L.; Cisternas, A.; Déverchère, J.; Diament, M., et al. (1986) - On crustal seismicity of the Amazonian foothill of the Central Peruvian Andes. *Geophysical Research Letters*, 13(10): 1023-1026.
- Dorbath et al (1990). Assessment of the size of large and great historical earthquakes in Perú. *BSSA.*, V80, 551-576.
- Instituto Geofísico del Perú. (2017). Zonificación Sísmica - Geotécnica Ciudad de Chilca - Cañete. Lima: Repositorio IGP.
- INEI. (2017). Censo nacional de población y vivienda. Lima
- Macharé, J.; Benavente, C. & Audin, L., (2009) - Síntesis descriptiva del mapa neotectónico 2008. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 40, 103p.
- Ordaz, M., A. Aguilar, J. Arboleda (2007): Program for computing seismic hazard: CRISIS-2007 V1.1., Institute of Engineering, UNAM, Mexico.
- Palacios, 1992. Mapa geológico del Cuadrángulo de Lurín 25-j. *INGEMMET-Lima*
- Sadigh et al (1997). Attenuation relationship for shallow crustal earthquakes based on California Strong Motion Data. *Seim. Res. Lett.*, V68, N1, 45-57.
- Salazar, 1993. Mapa geológico del Cuadrángulo de Mala 26-j. *INGEMMET-Lima*
- Silgado, E. (1978). Historia de los sismos más notables en el Perú (1513-1974). *Boletín N°3, serie C. Geodinámica e ingeniería geológica INGEOMIN*. 129pp.
- Tavera y Agüero, (2000). Centro Nacional de Datos Geofísicos – Sismología IGP, Lima, Perú, 400pags.
- Tavera, H. (1993). Catalog of Focal Mechanism of Peruvian earthquakes. Lima: Dirección de Sismología - IGP.
- Tavera, H. (Ed.). (2001). Catálogo Sísmico del Perú 1471-1982. Lima: Dirección de Sismología - IGP.
- Tavera, H. (2014). Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundario en Perú. Lima: IGP.
- Tavera, H., & Buforn, E. (1998). Sismicidad y Sismotectónica de Perú. *Física de la Tierra*, 10, 187-219.
- Tavera, H., & Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Peru. *Journal of Seismology*, 5, 519-539.

- Tavera, H., Agüero, C., & Fernández, E. (2016). Catálogo general de isosistas para sismos peruanos. Lima: Subdirección de Ciencia de la Tierra Sólida - IGP.
- Tavera, H., Bernal, I., Condori, C., Ordaz, M., Zevallos, A., & Ishizawa, O. (2014). Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú. Lima: Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida - IGP.
- Villegas-Lanza, J. C., M. Chlieh, O. Cavalié, H. Tavera, P. Baby, J. Chire-Chira, and J.-M. Nocquet (2016), Active tectonics of Peru: Heterogeneous interseismic coupling along the Nazca megathrust, rigid motion of the Peruvian Sliver, and Subandean shortening accommodation, J. Geophys. Res. Solid Earth, 121, 7371–7394, doi:10.1002/2016JB013080.
- Youngs et al (1997). Strong Ground Motion Attenuation Relationships for Subduction Zone Earthquakes. Seism. Res. Lett., V68, N1, 58-73.

ANEXO 01



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

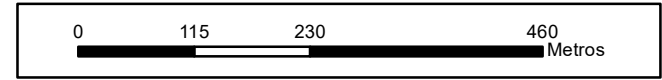
SIMBOLOGÍA

Vía asfaltada

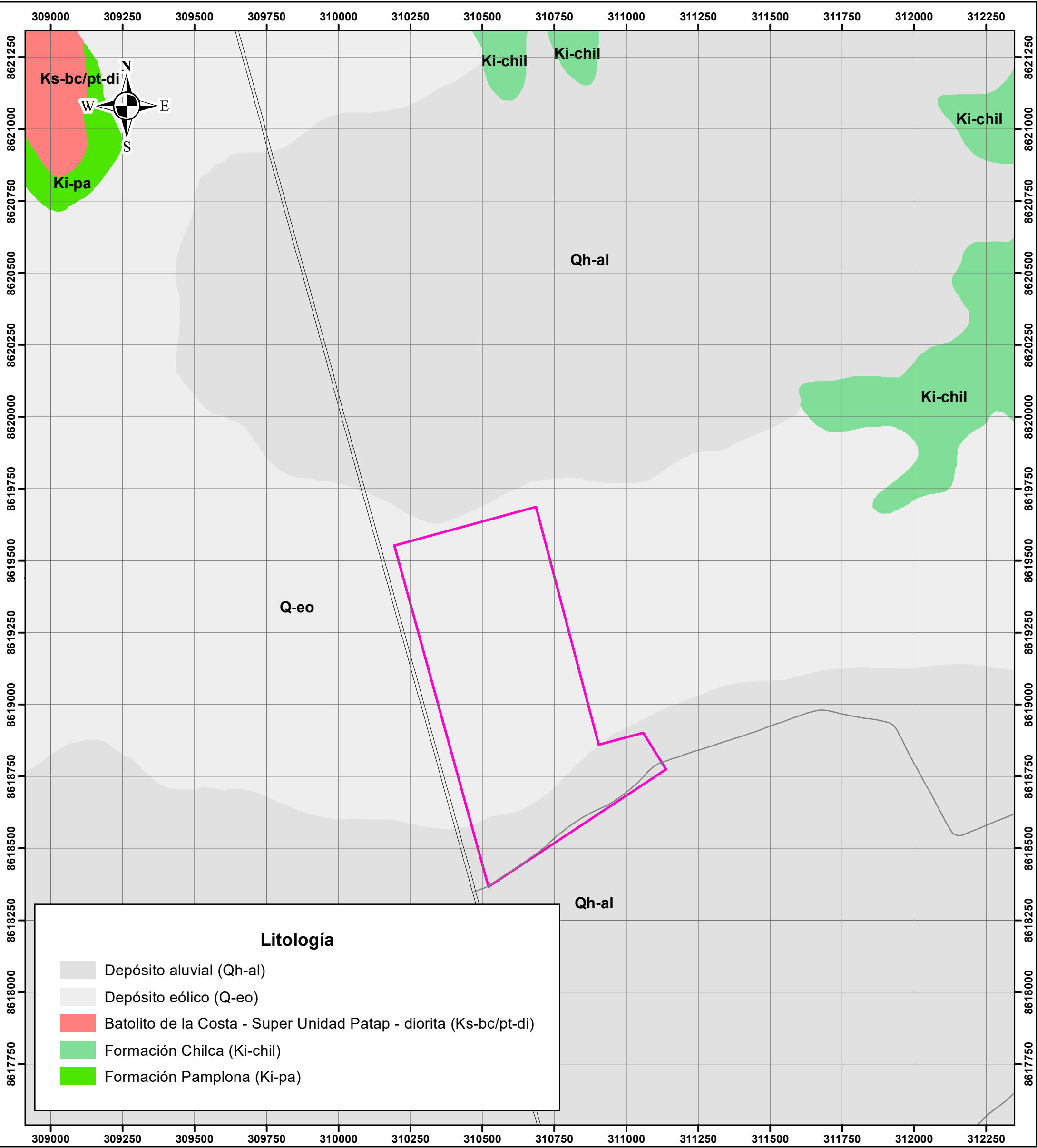
Trocha carrozable

Piaggio_Tildillo

GEOG. HÉCTOR A. LAVADO SANCHEZ
EVALUADOR DE RIESGO
000-2023-CENTRED-SG
REG. CGP N° 484



INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO ANTE SISMO		
Propiedad Piaggio Tildillo Distrito de Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima		
Cliente: LOS PORTALES S.A		
UBICACIÓN		
Ejecutado por: Héctor Lavado		Fecha: Marzo, 2025
Evaluador: Hector Lavado	Escala: 1:7,500	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 18 S
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (Centros poblados)		Lámina: P-01



SIMBOLOGÍA

- Red Vial Vecinal
- Red Vial Nacional
- Piaggio_Tildillo

GEOG. HÉCTOR A. LAVADO SANCHEZ
EVALUADOR DE RIESGO
000-2023-CENEPRED-SG
REG. CGP N° 484

0 190 380 760 Metros

LOCALIZACIÓN

Los Portales

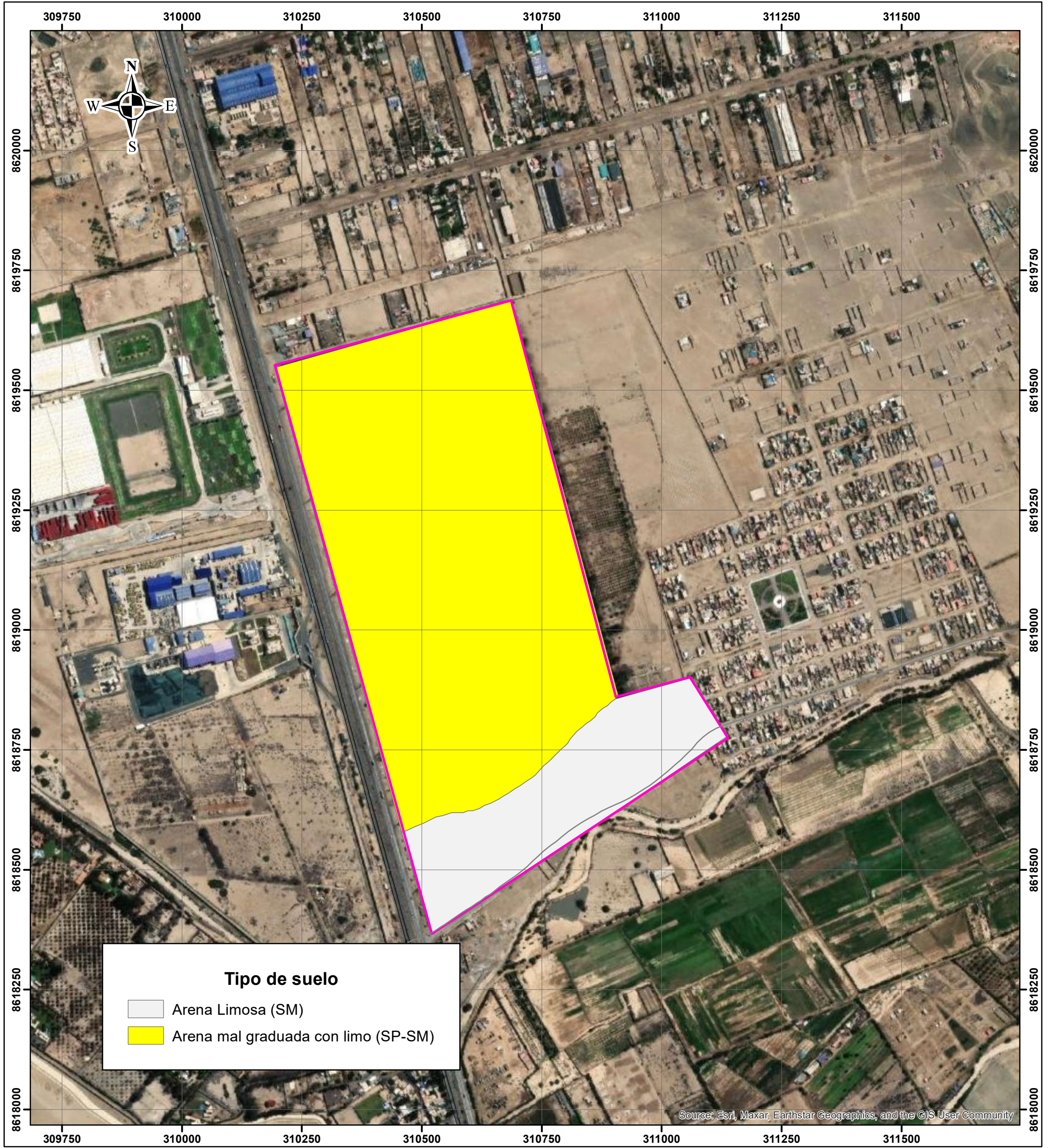
INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO ANTE SISMO

Propiedad Piaggio Tildillo
Distrito de Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima

Cliente: **LOS PORTALES S.A**

UNIDADES GEOLÓGICAS

Ejecutado por: Héctor Lavado	Fecha: Marzo, 2025	
Evaluador: Hector Lavado	Escala: 1:12,500	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 18 S
Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET (Mapa geológico 1/100000) Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Lámina: P-02	



SIMBOLOGÍA

- Red Vial Vecinal
- Red Vial Nacional
- Piaggio_Tildillo

GEOG. HÉCTOR A. LAVADO SANCHEZ
EVALUADOR DE RIESGO
000-2023-CENTRED-SG
REG. CGP N° 484

0 115 230 460 Metros

LOCALIZACIÓN

LIMA
Chilca
CAÑETE
ICA
JUNÍN
Área de estudio

Los Portales

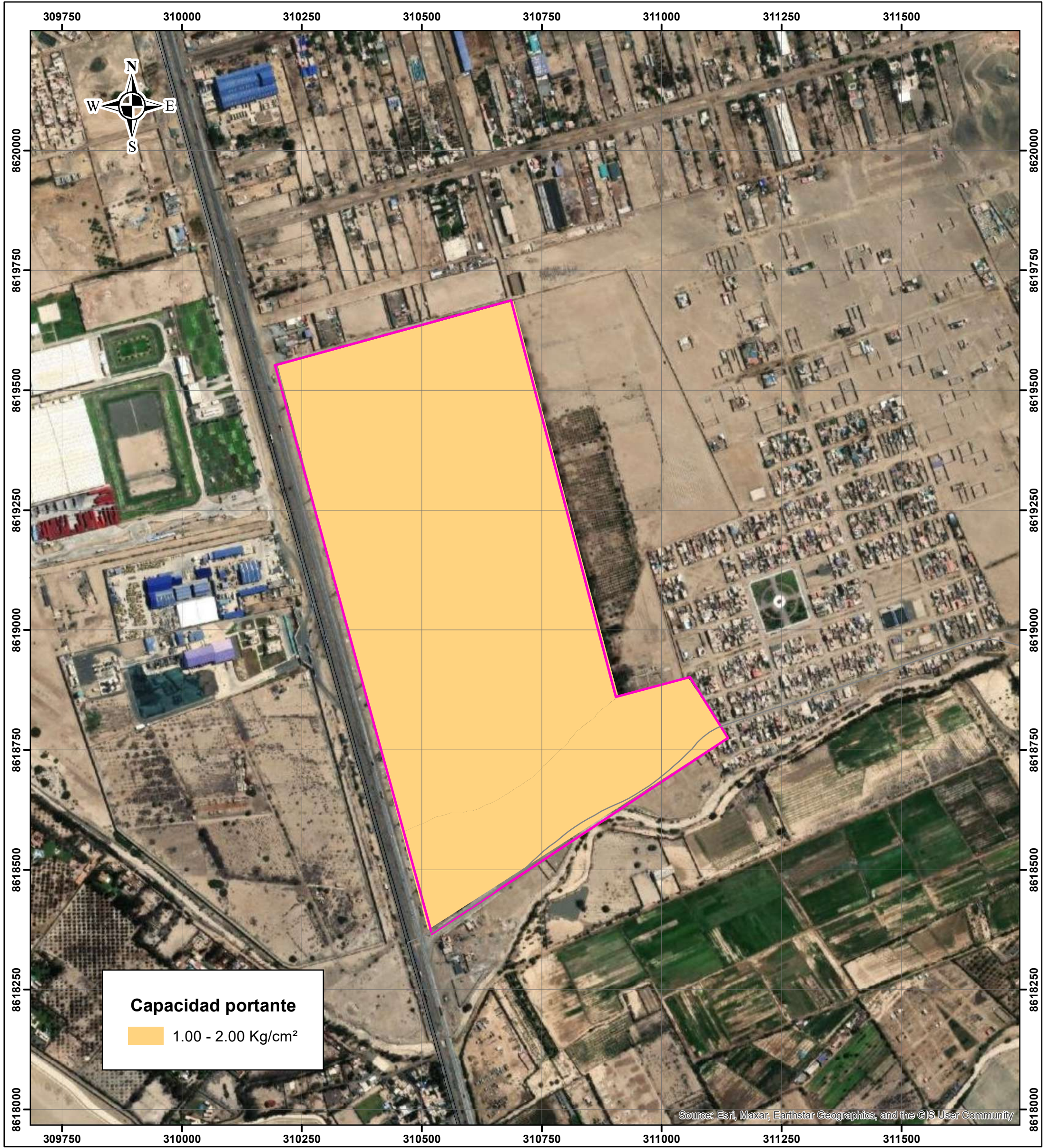
INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO ANTE SISMO


Propiedad Piaggio Tildillo
Distrito de Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima

Cliente: **LOS PORTALES S.A**

TIPO DE SUELO

Ejecutado por: Héctor Lavado	Fecha: Marzo, 2025	
Evaluador: Hector Lavado	Escala: 1:7,500	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 18 S
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Lámina: P-03	






GEOG. HÉCTOR A. LAVADO SANCHEZ
EVALUADOR DE RIESGO
000-2023-CENTRED-SG
REG. CGP N° 484


SIMBOLOGÍA

- Red Vial Vecinal
- == Red Vial Nacional
- ▭ Piaggio_Tildillo

0 115 230 460 Metros

LOCALIZACIÓN





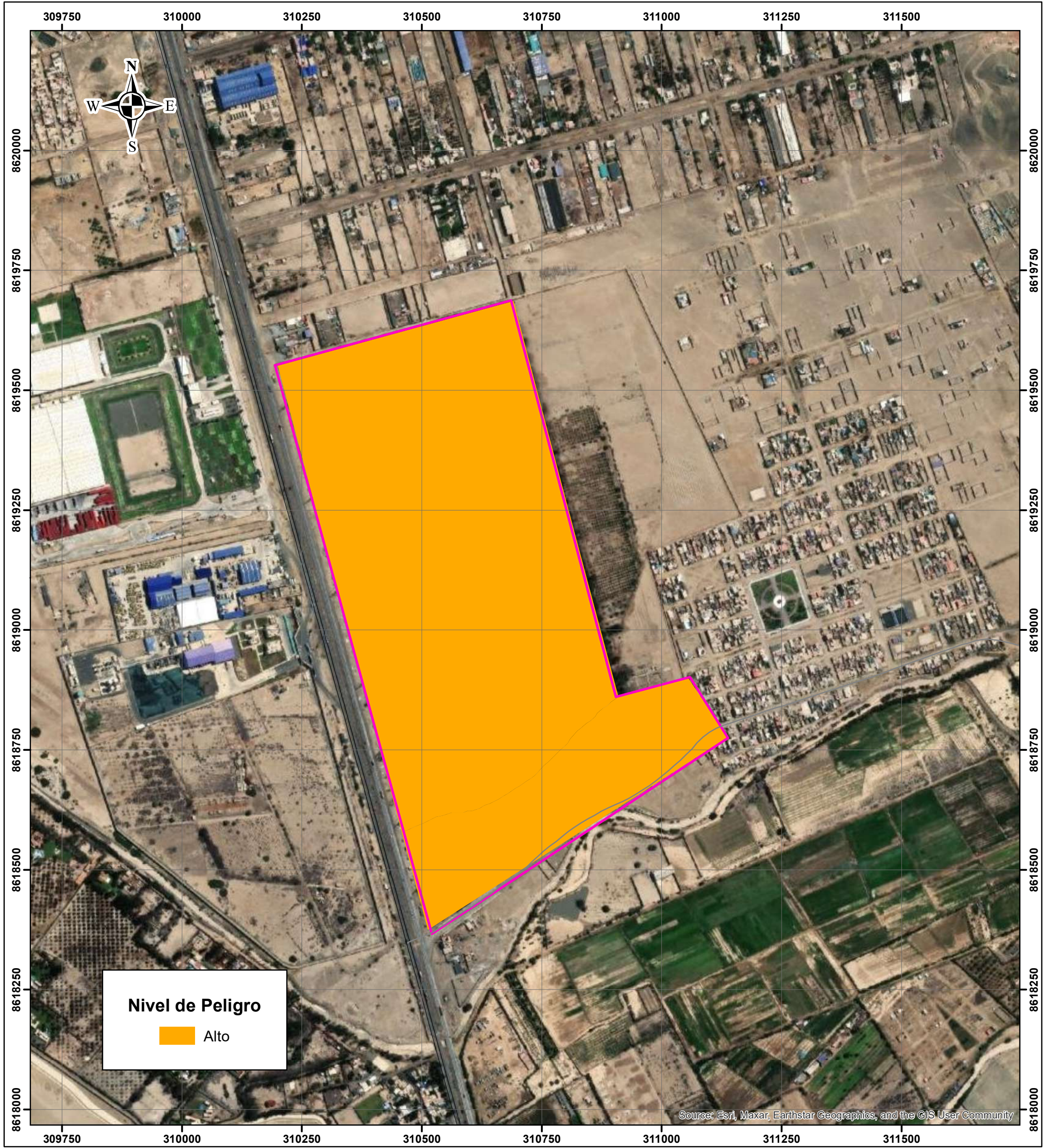
INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO ANTE SISMO


Propiedad Piaggio Tildillo
Distrito de Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima

Cliente: **LOS PORTALES S.A**

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Ejecutado por: Héctor Lavado	Fecha: Marzo, 2025	
Evaluador: Hector Lavado	Escala: 1:7,500	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 18 S
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Lámina: P-04	

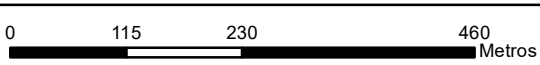





GEOG. HÉCTOR A. LAVADO SANCHEZ
EVALUADOR DE RIESGO
000-2023-CENTRED-SG
REG. CGP N° 484

SIMBOLOGÍA


- Red Vial Vecinal
- == Red Vial Nacional
- ▭ Piaggio_Tildillo



LOCALIZACIÓN



Área de estudio



INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO ANTE SISMO

Propiedad Piaggio Tildillo
Distrito de Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima

Cliente: **LOS PORTALES S.A**

NIVEL DE PELIGRO

Ejecutado por: Héctor Lavado	Fecha: Marzo, 2025	
Evaluador: Hector Lavado	Escala: 1:7,500	Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 18 S
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Lámina: P-05	

