

Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
**INVESTIGACION**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**“NIVEL DE RIESGO SISMICO EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS,  
DEPARTAMENTO DE LIMA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO**

**AUTORA**

**GUTIERREZ DIAZ VICTORIA MERCEDES**

**ASESOR**

**DR. GALARZA ZAPATA EDWIN JAIME**

**JURADO**

**DR. ZAMORA TALAVERANO NOÉ SABINO JORGE**

**DR. ALVA VELASQUEZ MGUEL**

**MG. GUILLÉN LEÓN ROGELIA**

**ING. ROJAS LEÓN GLADYS**

**LIMA - PERU**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme tantas bendiciones.

A mis padres Alejandro y Serafina por su apoyo incondicional y comprensión, he logrado cumplir con este sueño tan grande de graduarme como Ingeniero Geógrafo.

A mi hijo Gabriel Alejandro y mi esposo Freddy Ronal que siempre me alentaron y apoyaron para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Federico Villarreal; quién a través de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo, dispone de la Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica en la cual me formaron profesionalmente.

Agradecer por los conocimientos impartidos a los profesores: Dr. Edwin Jaime Galarza Zapata, Ing. Gladys Rojas León e Ing. José Mendoza.

A mis amigos como: Ing. Karin Ramírez Cáceres, Ing. Edith Salome Rivera, Ing. Cynthia Alarcón, Ing. Dany Lino e Ing. Marco Moreno.

Son muchas las personas que contribuyeron en el desarrollo de esta tesis, a los que me encantaría agradecerles personalmente por los consejos, apoyo, ánimo y compañía. Algunos están presentes y otros en mis recuerdos, sin importar en donde se encuentren.

A mis seres queridos en especial a mis padres, esposo e hijo, por brindarme su aliento y apoyo.

## INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>I. ASPECTOS METODOLOGICOS .....</b>	<b>10</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	10
1.2 DESCRIPCION Y FORMULACION DEL PROBLEMA .....	19
1.3 OBJETIVOS.....	21
1.4 VARIABLES.....	22
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	22
1.6 HIPÓTESIS .....	23
1.7 IMPORTANCIA .....	24
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>25</b>
2.1 BASE TEÓRICA SOBRE PELIGRO SÍSMICO.....	25
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN .....	26
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	32
2.4 MARCO LEGAL .....	35
2.5 MARCO INSTITUCIONAL.....	43
<b>III. MATERIALES Y MÉTODO .....</b>	<b>46</b>
3.1 MATERIALES.....	46
3.2 MÉTODO.....	46
3.3 MUESTRA.....	47
3.4 METODOLOGÍA.....	48
<b>IV. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>52</b>
4.1 UBICACIÓN.....	52

4.2 ALTITUD.....	53
4.3 EXTENSIÓN.....	54
4.4 LIMITES .....	54
4.5 CREACIÓN POLÍTICA .....	54
4.6 TOPOGRAFÍA.....	55
4.7 HIDROGEOLOGÍA.....	56
4.8 GEOLOGÍA .....	58
4.9 USOS DE SUELO.....	62
4.10 EVOLUCION DEMOGRAFICA .....	63
4.11 POBLACIÓN POR GRANDES GRUPOS DE EDAD .....	65
4.12 EDUCACIÓN.....	66
4.13 POBREZA.....	67
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>68</b>
5.1 CRITERIOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	68
5.2 ANALISIS DEL PELIGRO SISMICO .....	79
5.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL PELIGRO SÍSMICO .....	93
5.3 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....	95
5.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.....	100
5.6 ANÁLISIS DEL NIVEL DE SÍSMICO EN CHORRILLOS .....	109
5.7 RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS .....	114
<b>VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>138</b>
<b>VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>141</b>
7.1 CONCLUSIÓN SOBRE EL PELIGRO SÍSMICO .....	141
7.2 CONCLUSIÓN SOBRE LA VULNERABILIDAD.....	141

7.3 CONCLUSIÓN SOBRE EL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO .....	142
<b>VIII.RECOMENDACIONES .....</b>	<b>144</b>
8.1 RECOMENDACIONES REFERENTES AL PELIGRO SÍSMICO .....	144
8.2 RECOMENDACIONES REFERENTES A LA VULNERABILIDAD .....	145
8.3 RECOMENDACIONES REFERENTES AL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO .....	148
<b>IX. REFERENCIAS .....</b>	<b>151</b>
<b>X. ANEXOS.....</b>	<b>154</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de riesgo del distrito de chorrillos, programa de apoyo a la gestión integral del riesgo de desastres naturales a nivel urbano. ....	12
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de edificaciones antiguas, de adobe, quincha y/o madera según nivel de riesgo de colapso en zona monumental y alrededores del distrito de chorrillos, estudio de vulnerabilidad y determinación del riesgo en el distrito de chorrillos, 2003.....	15
<b>Figura 3.</b> Ubicación de viviendas en riesgo de colapso, estudio de vulnerabilidad y determinación del riesgo en el distrito de chorrillos, 2003.....	16
<b>Figura 4.</b> Graves daños en las casas de adobe y quincha, debido a su antigüedad y su construcción bastante rudimentaria ocurridos en el distrito de chorrillos durante el terremoto del 3 de octubre de 1974, universidad nacional de ingeniería, 1975.....	17
<b>Figura 5.</b> En la campiña, se observó una fractura que se produjo antes del sismo y otro caso se presentó en la vereda del malecón de chorrillos, durante el terremoto del 3 de octubre de 1974, de la universidad nacional de ingeniería, 1975. ....	17
<b>Figura 6.</b> Daños en las estructuras del centro de altos estudios y la escuela de oficiales de la PNP situado en la campiña, se puede observar las fallas de las columnas dañadas por el sismo del 3 de octubre de 1974, universidad nacional de ingeniería, 1975.....	18
<b>Figura 7.</b> Clasificación de los principales peligros. ....	27
<b>Figura 8.</b> Población total del distrito de chorrillos y la población estimada para el 2017.....	65
<b>Figura 9.</b> Población por grandes grupos de edad en porcentaje en el distrito de chorrillos. ..	65
<b>Figura 10.</b> Proceso de estimación del riesgo sísmico en el distrito de chorrillos .....	77
<b>Figura 11.</b> Rutas de evacuación peatonal en la parte inferior y superior de la playa agua dulce.....	84
<b>Figura 12.</b> Rutas de evacuación peatonal en la parte superior de la playa los pescadores. ....	85

<b>Figura 13.</b> Rutas de evacuación peatonal en la parte inferior y superior de la playa la herradura .....	86
<b>Figura 14.</b> Mapa de evacuación en caso de tsunami en la urb. los cedros de villa.....	87
<b>Figura 15.</b> A.H. Santa teresa de villa, presenta viviendas en zonas de alto riesgo. ....	88
<b>Figura 16.</b> A.H. Buenos aires de villa, presenta viviendas con cimientos propensos a desprenderse.....	88
<b>Figura 17.</b> A.H Luis felipe de las casas, presenta viviendas con un pircado deficiente e inestable. ....	89
<b>Figura 18.</b> En el malecón grau, se detectó lugares propensos a colapsar representando un peligro para el peatón que transita en dicha zona. ....	89
<b>Figura 19.</b> En la urb. la Campiña se ubicó en la parte superior de las edificaciones tanques de gas propano. ....	90
<b>Figura 20.</b> Falta de ordenamiento y mantenimiento de las líneas de electricidad y comunicaciones.....	91
<b>Figura 21.</b> Canal de evacuación y desembocadura de aguas residuales de la playa la chira.....	92
<b>Figura 22.</b> Porcentaje de peligro sísmico en el distrito de chorrillos.....	93
<b>Figura 23.</b> Vulnerabilidad final en el distrito de chorrillos.....	107
<b>Figura 24.</b> Establecimientos de salud. ....	110
<b>Figura 25.</b> Lozas deportivas y parques enrejados por el municipio de chorrillos. ....	111
<b>Figura 26.</b> Instituciones educativas más resaltantes. ....	111
<b>Figura 27.</b> Problemática de la circulación vial en chorrillos. ....	113
<b>Figura 28.</b> Población afectada según niveles de riesgo en el distrito de chorrillos. ....	116
<b>Figura 29.</b> Instituciones educativas en riesgo sísmico del distrito de chorrillos.....	131
<b>Figura 30.</b> Estaciones de bomberos del distrito de chorrillos. ....	135

<b>Figura 31.</b> Comisarías del distrito de chorrillos.....	136
<b>Figura 32.</b> Clasificación de los niveles de peligro en el distrito de chorrillos.....	154
<b>Figura 33.</b> Metodología heurística, ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad del distrito de chorrillos. ....	155
<b>Figura 34.</b> En base a la matriz de zonificación de riesgos, la cual se aplica a cada manzana mediante el sistema de información geográfica, con el fin de identificar los sectores de riesgo. ....	156
<b>Figura 35.</b> Después del terremoto de 1966 y hasta la actualidad el colegio sagrado corazón tiene un solo nivel en su fachada y anterior 1966 tenía tres niveles. ....	163
<b>Figura 36.</b> Carta de inundación en caso de tsunami en el distrito de chorrillos, zona de la costa verde. ....	170
<b>Figura 37.</b> Carta de inundación en caso de tsunami en el distrito de chorrillos, zona villa....	171
<b>Figura 38.</b> Línea de inundación para la zona de villa chorrillos, Mw = 8.5 en rojo y Mw = 9.0 en morado. ....	172
<b>Figura 39.</b> Cartilla de seguridad de la municipalidad de chorrillos.....	173

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Matriz de valoración de vulnerabilidad - INDECI .....	28
<b>Tabla 2</b> Escala de vulnerabilidad del estudio .....	29
<b>Tabla 3</b> Estratificación del riesgo.....	31
<b>Tabla 4</b> Chorrillos, población censada de 15 y más años de edad por nivel de educación alcanzado según INEI 2007 .....	66
<b>Tabla 5</b> Número de instituciones educativas en el distrito de chorrillos .....	67
<b>Tabla 6</b> Condición de pobreza en el distrito de chorrillos .....	67
<b>Tabla 7</b> Características del suelo en el distrito de chorrillos.....	69
<b>Tabla 8</b> Niveles de peligro en el distrito de chorrillos .....	70
<b>Tabla 9</b> Metodología cualitativa: variables para el análisis de la vulnerabilidad en el distrito de chorrillos .....	72
<b>Tabla 10</b> Metodología heurística: Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos.....	74
<b>Tabla 11</b> Metodología heurística: Ponderación de valoración de variables de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos.....	75
<b>Tabla 12</b> Matriz de zonificación de riesgos de INDECI.....	77
<b>Tabla 13</b> Peligro sísmico en el distrito de chorrillos a nivel de manzanas .....	93
<b>Tabla 14</b> Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de la densidad poblacional.....	95
<b>Tabla 15</b> Nivel de vulnerabilidad según la clasificación número de pisos .....	96
<b>Tabla 16</b> Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de material de construcción .....	97
<b>Tabla 17</b> Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de estado de conservación .....	97
<b>Tabla 18</b> Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de año de construcción.....	98
<b>Tabla 19</b> Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de emplazamiento .....	99

<b>Tabla 20</b>	Vulnerabilidad según la densidad poblacional en el distrito de chorrillos .....	100
<b>Tabla 21</b>	Vulnerabilidad según el número de pisos en el distrito de chorrillos .....	101
<b>Tabla 22</b>	Vulnerabilidad según el material de construcción en el distrito de chorrillos .....	102
<b>Tabla 23</b>	Vulnerabilidad según el estado de conservación en el distrito de chorrillos .....	103
<b>Tabla 24</b>	Vulnerabilidad según el año de construcción en el distrito de chorrillos .....	104
<b>Tabla 25</b>	Vulnerabilidad según el emplazamiento en el distrito de chorrillos .....	105
<b>Tabla 26</b>	Vulnerabilidad final del distrito de chorrillos .....	107
<b>Tabla 27</b>	Porcentaje de unidades estructurales afectadas según niveles de riesgo en el distrito de chorrillos .....	114
<b>Tabla 28</b>	Población afectada según niveles de riesgo en el distrito de chorrillos .....	115
<b>Tabla 29</b>	Porcentaje de lotes afectados y posible afectación de la población en el sector 1...	118
<b>Tabla 30</b>	Localidades en riesgo muy alto y alto en el sector 1 .....	119
<b>Tabla 31</b>	Porcentaje de lotes afectados y posible afectación de la población en el sector 2...	121
<b>Tabla 32</b>	Localidades en riesgo muy alto y alto en el sector 2 .....	122
<b>Tabla 33</b>	Porcentaje de lotes afectados y posible afectación de la población en el sector 3...	124
<b>Tabla 34</b>	Localidades en riesgo muy alto y alto en el sector 3 .....	125
<b>Tabla 35</b>	Porcentaje de lotes afectados y posible afectación de la población en el sector 4...	127
<b>Tabla 36</b>	Localidades en riesgo muy alto y alto en el sector 4 .....	128
<b>Tabla 37</b>	Instituciones educativas en riesgo sísmico por sectores .....	130
<b>Tabla 38</b>	Instituciones educativas en niveles de riesgo sísmico por sectores .....	132
<b>Tabla 39</b>	Establecimientos de salud en riesgo por sectores .....	133
<b>Tabla 40</b>	Establecimientos de salud por horarios de atención .....	134
<b>Tabla 41</b>	Estaciones de bomberos en niveles de riesgo .....	135
<b>Tabla 42</b>	Ficha de levantamiento de información aHcatastral .....	157

## **INDICE DE PLANOS**

- 01: PLANO DE UBICACIÓN**
- 02: PLANO TOPOGRÁFICO**
- 03: PLANO ACUÍFERO**
- 04: PLANO GEOLÓGICO**
- 05: PLANO GEOMORFOLÓGICO**
- 06: PLANO DE USO DE SUELO**
- 07: PLANO DE MANZANAS EVALUADAS**
- 08: PLANO DE PELIGRO SÍSMICO**
- 09: PLANO DE DENSIDAD POBLACIONAL**
- 10: PLANO DE NÚMEROS DE PISOS**
- 11: PLANO DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**
- 12: PLANO DE ESTADO DE CONSERVACIÓN**
- 13: PLANO DE AÑO DE CONSTRUCCIÓN**
- 14: PLANO DE EMPLAZAMIENTO**
- 15: PLANO DE VULNERABILIDAD**
- 16: PLANO DE NIVEL DE RIESGO SÍSMICO**
- 16-A: PLANO DE NIVEL DE RIESGO SÍSMICO – SECTOR 1**
- 16-B: PLANO DE NIVEL DE RIESGO SÍSMICO – SECTOR 2**
- 16-C: PLANO DE NIVEL DE RIESGO SÍSMICO – SECTOR 3**
- 16-D: PLANO DE NIVEL DE RIESGO SÍSMICO – SECTOR 4**
- 17: PLANO DE EQUIPAMIENTO BÁSICO**

## RESUMEN

El distrito de chorrillos por su ubicación en el territorio peruano se encuentra dentro del denominado “Cinturón de fuego del pacifico” y casi al borde del encuentro de dos placas tectónicas, la sudamericana y la de nazca, en donde se produce el efecto de subducción con más del 80% de sismos de nuestro planeta, teniendo una alta sismicidad, así lo confirman diversos estudios, innumerables sismos y maremotos que han causado grandes pérdidas humanas y materiales.

Para este estudio, se engloba tres aspectos principales: peligro sísmico, la vulnerabilidad física y la estimación de riesgo sísmico en todo el ámbito distrital y a nivel de cuatro ámbitos sectoriales, los mismos que fueron seleccionados en base a criterios viales. Mediante el estudio de microzonificación sísmica del distrito de chorrillos realizado por el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, se determinó de manera detallada el comportamiento del suelo frente a un sismo, hallándose así las aceleraciones máximas del terreno, la cual se ser interpretada como nivel del peligro sísmico del área de estudio.

La vulnerabilidad física del distrito de chorrillos se basó en el diagnostico físico del área de estudio en base a variables (características técnicas de las edificaciones y la población), tales como: densidad poblacional, año de construcción, número de pisos, material de construcción, estado de conservación y emplazamiento. Se ha efectuado la recopilación de información cartográfica, estadística y documental, continuando con el procesamiento, verificación de campo y generación de los mapas temáticos en SIG. La unidad utilizada dependió del tipo de información existente, en este caso es por manzana.

Para la evaluación de la vulnerabilidad se aplicó dos metodologías: cualitativa y heurística, mediante el cualitativo se identificó el nivel de vulnerabilidad de las variables seleccionadas para la evaluación; mediante la metodología heurística se asignó una ponderación a cada variable, según su importancia ante sismos y se dieron valores, a cada indicador de cada variable, según el nivel de criticidad. Los niveles de vulnerabilidad de cada manzana quedan establecidos mediante rangos.

La estimación del nivel de riesgo sísmico en el presente estudio, se basó en la matriz de zonificación de riesgos de INDECI, donde los niveles de peligro y vulnerabilidad, se combinan, asignando valores para determinar los niveles de riesgo en base a criterios generales para sismos; la cual se aplica a cada manzana mediante el sistema de información geográfica (SIG), con el fin de identificar el nivel de riesgo sísmico, al que se encuentra expuesto el distrito de chorrillos. Obteniéndose así el plano de riesgo sísmico como resultado final.

Se tiene una metodología fácil de implementar, con tablas y matrices que combinan los cuantitativo y cualitativo, donde lo fundamental es la asignación de las ponderaciones, valores a las variables y los criterios técnicos, así como una buena base de datos a nivel de manzana y la utilización del sistema de información geográfica (SIG o GIS), para el procesamiento.

El producto analizado determino los sectores de mayor riesgo sísmico en el distrito de chorrillos donde la susceptibilidad de pérdidas de nivel estructural y poblacional sea mayor, el primer lugar tenemos al sector 4 donde el nivel freático es alto debido por las cercanías con los pantanos de villa, en según lugar tenemos al sector 3 que comprende zonas precariamente

consolidados ubicadas en laderas con problemas de inestabilidad y agregarle la falta de asesoría técnica en sus viviendas.

Son importantes las conclusiones que se presenta en la presente investigación para que impliquen cambios en el pensamiento humano, que influyan positivamente para tomar decisiones en el asunto, proponiendo planes de prevención para reducir riesgos en el distrito de chorrillos.

### **Palabras claves**

Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo, Sismo, Sismicidad, Estimación.

## **ABSTRACT**

The chorrillos district, due to its location in the peruvian territory, is located within the so-called "Pacific ring of fire" and almost on the verge of the encounter of two tectonic plates, the south american and the nazca plates, where the subduction effect occurs. more than 80% of earthquakes of our planet, having a high seismicity, as confirmed by various studies, innumerable earthquakes and tidal waves that have caused great human and material losses.

For this study, three main aspects are included: seismic hazard, physical vulnerability and the estimation of seismic risk throughout the district and at the level of four sectoral areas, which were selected based on road criteria. Through the study of seismic microzoning of the district of chorrillos conducted by the ministry of housing, construction and sanitation, it was determined in detail the behavior of the ground in front of an earthquake, thus finding the maximum accelerations of the land, which will be interpreted as a level of the seismic danger of the study area.

The physical vulnerability of the district of chorrillos was based on the physical diagnosis of the study area based on variables (technical characteristics of the buildings and the population), such as: population density, year of construction, number of floors, construction material, state of conservation and location. The collection of cartographic, statistical and documentary information has been carried out, continuing the processing, field verification and generation of the thematic maps in GIS. The unit used depended on the type of existing information, in this case it is per block.

Two methodologies were applied to assess vulnerability: qualitative and heuristic, through qualitative the vulnerability level of the variables selected for the evaluation was identified; using the heuristic methodology, a weighting was assigned to each variable, according to its importance to earthquakes and values were given to each indicator of each variable, according to the level of criticality. The levels of vulnerability of each apple are established by ranges.

The assessment of seismic risk in the present study was based on the risk zoning matrix of INDECI, where the levels of danger and vulnerability are combined, assigning values to determine the risk levels based on general criteria for earthquakes; which is applied to each block through the geographic information system (GIS), in order to identify the level of seismic risk, to which the district of chorrillos is exposed. Obtaining thus the seismic risk plane as a final result.

There is a methodology easy to implement, with tables and matrices that combine quantitative and qualitative, where the fundamental thing is the allocation of weights, values to variables and technical criteria, as well as a good database at the apple and the use of the geographic information system (GIS or SIG), for processing.

The analyzed product determined the sectors of greater seismic risk in the district of chorrillos where the susceptibility of losses of structural and population level is greater, the first place we have to the Sector 4 where the phreatic level is high due to the proximity with the pantanos de villa, according to place we have Sector 3 that includes precariously consolidated areas located on hillsides with problems of instability and add the lack of technical advice in their homes.

It is important the conclusions presented in the present research to imply changes in human thinking, which positively influence to make decisions in the matter, proposing prevention plans to reduce risks in the district of chorrillos.

**Keywords**

Hazard, Vulnerability, Risk, Earthquake, Seismicity, Estimation.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de la presente investigación es debido a que el distrito de chorrillos es una de las zonas más antiguas de lima y sísmicamente desfavorable esto debido a las características de sitio que se encuentran en el distrito que influyen en su respuesta sísmica por ende presenta un gran peligro para la población que se asienta en dicha zona.

Así mismo debemos tener en cuenta que el distrito de chorrillos se encuentra ubicado dentro el denominado “Cinturón de fuego del pacifico” al borde del encuentro de dos placas tectónicas el causante de un gran número de sismo de gran poder destructivo en nuestro territorio además agregarle el silencio sísmico en la región aumenta las probabilidades de que ocurra un evento sísmico irán en aumento a medida que transcurra el tiempo.

Para este estudio, se utilizó la metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante sismos elaborado por la Arq. Olga Lozano Cortijo, el presente engloba tres aspectos principales: la identificación del peligro sísmico, el análisis de la vulnerabilidad, la estimación de riesgo sísmico en todo el ámbito distrital y a nivel de cuatro ámbitos sectoriales, los mismos que fueron seleccionados en base a criterios viales. Para el análisis de la información se ha utilizado un sistema de información geográfica, que ha facilitado la integración de la información.

A continuación se detalla los capítulos del presente estudio:

En el Capítulo I, se mencionan los antecedentes relacionados al trabajo de investigación así como los eventos locales e internacionales, la formulación del problema, hipótesis, objetivos, variables, justificación e importancia.

En el Capítulo II, se definen los conceptos de peligro, vulnerabilidad, riesgo, términos básicos y el marco legal que acompaña al presente estudio.

En el Capítulo III, se explica la metodología para la estimación del nivel de riesgo sísmico en el distrito de chorrillos, se realiza mediante la aplicación de método cuantitativos y se engloba tres aspectos principales: la identificación del peligro sísmico, el análisis de la vulnerabilidad y la estimación de riesgo sísmico en todo el ámbito distrital y a nivel de cuatro ámbitos sectoriales, los mismo que fueron seleccionados en base de criterios viales. Para el análisis de la información utilizaron sistemas de información geográfica, que facilito la integración de la información.

En el Capítulo IV, se hace referencia a los datos generales del distrito de chorrillos.

En el Capítulo V, se presenta los resultados del área de estudio y en primera instancia se identifica el peligro sísmico del área de estudio, se analiza la vulnerabilidad en cada una de sus variables, la vulnerabilidad de los servicios de emergencia, vulnerabilidad de los lugares de concentración pública, vulnerabilidad de las líneas vitales y por último se estima el riesgo sísmico del área de estudio.

En el Capítulo VI, se realiza una discusión de resultados analizando los planteamientos en base a la investigación ejecutada por el centro de estudios y prevención de desastres,

“Componente de gestión del riesgo de desastres para el ordenamiento territorial de la ciudad de calca, distrito de calca, región cusco, Perú.

En el Capítulo VII y VIII, corresponde a las conclusiones y recomendaciones obtenidas del presente estudio el cual permitirá tener conocimiento sobre el riesgo sísmico en el distrito de chorrillos y así adoptar medidas preventivas necesarias para evitar consecuencias materiales y humanas.

En el Capítulo IX y X, corresponde finalmente a las referencias y anexos que se han tomado en cuenta en la elaboración del presente estudio.

## I. ASPECTOS METODOLOGICOS

### 1.1 ANTECEDENTES

#### ANTECEDENTES LOCALES RELACIONADOS AL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Se investigó los antecedentes locales relacionado con el presente trabajo de investigación y se detalla a continuación:

- **Programa de apoyo de la gestión integral del riesgo y desastres naturales a nivel urbano ATDM/MD – 11383 – PE. Estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de chorrillos – 2011.**

Se origina en virtud de la carta convenio de cooperación técnica No 073-2009-RE, del 13 de octubre del 2009, mediante el cual se formalizaron los términos del otorgamiento de la cooperación técnica no reembolsable por parte del banco interamericano de desarrollo – BID, a favor de la república del Perú, a fin de apoyar la implementación de la gestión integral del riesgo de desastres asociados a fenómenos naturales en zonas urbanas.

El “Programa de apoyo de la gestión integral del riesgo y desastres naturales a nivel urbano”, cuyo organismo ejecutor es el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, a través del programa de gestión territorial del vice ministerio de vivienda y urbanismo.

El referido “Programa” tiene como objetivo general apoyar la implementación de la gestión del riesgo de desastres en zonas urbanas; y como objetivo principal el sintetizar el estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad enfocando los resultados y sus usos. El objetivo específico es indicar las pautas para la implementación y articulación del estudio de microzonificación sísmica y análisis de vulnerabilidad a los procesos de desarrollo municipal, contribuyendo a asegurar la inversión pública y privada y promoviendo la seguridad de la población.

El “Programa”, cuenta con el componente:

1. Estudio de microzonificación sísmica y análisis de vulnerabilidad.
2. Diseño de sistema de gestión de riesgos de desastres.
3. Programa de capacitaciones en gestión de riesgos de desastres.

El resultado de la evaluación del riesgo sísmico en chorrillos se obtuvo mediante el peligro sísmico, este análisis se basa en las aceleraciones máximas por el tipo de suelo que han sido calculadas a partir de una microzonificación sísmica, mientras que el cálculo de la vulnerabilidad se basa en diagnosticar la respuesta de la edificación a la aceleración máxima inducida por el sismo. Este análisis e vulnerabilidad se realiza en base a los parámetros de verificación estructural antes mencionados.

Finalmente, el riesgo sísmico se expresó en costos de reparación de una edificación como porcentaje de su costo total. Al interpolar dicha información

puntual utilizando un SIG, se llega a presentar un mapa de costo de reparación.

En la figura 1, se muestra el mapa de riesgos del distrito de chorrillos.

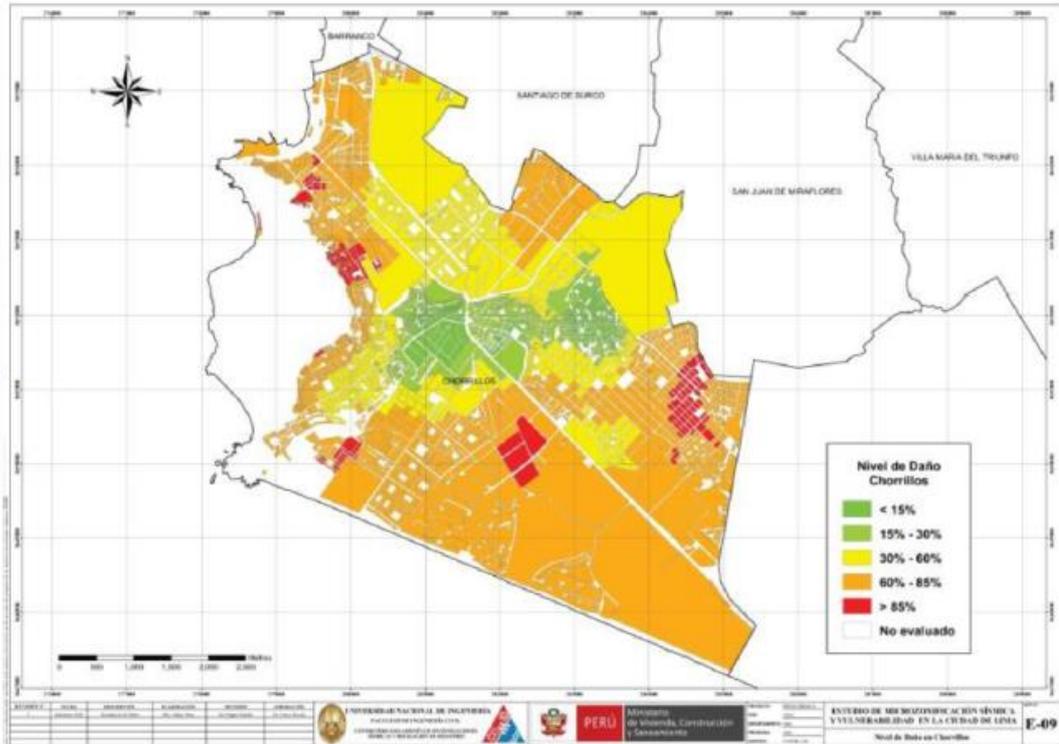


Figura 1. Mapa de riesgo del distrito de chorrillos, programa de apoyo a la gestión integral del riesgo de desastres naturales a nivel urbano.

- **Componente de la gestión de riesgos para el ordenamiento territorial de la ciudad de calca distrito calca, región cusco, Perú.**

Originalmente denominado plan de usos del suelo ante desastres, es parte del proyecto piloto participativo de gestión local del riesgo de desastres del distrito de calca, región cusco (PPP-GLRD), ejecutado por el centro de estudios y prevención de desastres - PREDES, en asociación con Welthungerhilfe (Agro Acción Alemana), promovido y financiado por el proyecto apoyo a la prevención de desastres en la comunidad andina - PREDECAN, que forma parte de la

cooperación entre la unión europea y la comunidad andina, en representación de sus países miembros.

Según Chijcheapaza (2016), el proyecto piloto participativo tuvo como objetivo reducir la vulnerabilidad de las personas y bienes expuestos a peligros naturales y socio naturales, promoviendo el desarrollo sostenible y fortaleciendo las capacidades locales, a través del desarrollo y aplicación participativa de metodología e instrumentos replicables, que incorporen la gestión de riesgos en el proceso de planificación y gestión del desarrollo local y territorial.

Como resultado final se identificó 10 sectores críticos, seis de los cuales son muy alto riesgo y los cuatro restantes de alto riesgo, que de acuerdo con sus características generales se tendría lo siguiente: 1867 habitantes afectados (18% de la población total de la ciudad de calca) y 391 lotes afectados que comprenden 40.68 has. (21% del área total de la ciudad).

- **Informe técnico, estudio de vulnerabilidad y determinación de riesgo, distrito chorrillos – 2003.**

Esta investigación se llevó a cabo en el año 2003, en donde INDECI, es un organismo normativo, rector y conductor del SINADECI y suscribió un convenio marco de cooperación técnica interinstitucional con el instituto nacional de estadística e informática – INEI, para la ejecución de este estudio.

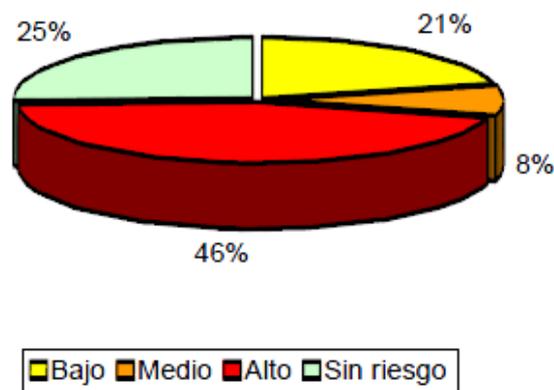
En aquella época Lima y algunos distritos de la capital, contaban con gran cantidad de edificaciones de adobe y quincha de más de 70 años de antigüedad, algunas de ellas de gran valor arquitectónico; que a través del tiempo se han venido debilitando, creándose problemas en materia de seguridad física para sus habitantes por el deterioro que presenta, sobre todo, frente a la ocurrencia de un sismo, fuertes precipitaciones u otros tipos de peligros, resultando en serio riesgo la vida de sus ocupantes. Chorrillos también enfrentaba y enfrenta esta problemática por ser uno de las zonas más antiguas de Lima es por tal se incentivó a la realización de este tipo de estudio.

El objetivo del estudio fue analizar la vulnerabilidad de las edificaciones de adobe, tapia, quincha y madera ubicadas en la zona monumental y alrededores del distrito de Chorrillos que se encuentran en estado de colapso.

El estudio pudo lograr:

- a. Realizar la zonificación del área de estudio de acuerdo a la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI.
- b. Se confeccionó mapas con información preliminar de la zona, para la organización del trabajo de campo.
- c. Se empadronó todas las edificaciones antiguas de material de adobe, quincha y/o madera, excluyéndolos inmuebles de ladrillo y cemento.
- d. Se estableció una tipología de acuerdo al uso y características de las edificaciones: callejón, corralón, quinta, local comercial, edificaciones públicas, solar, vivienda unifamiliar y vivienda multifamiliar.

- e. Se establecieron los niveles de riesgo para las edificaciones de acuerdo a su estado de conservación (evaluación cualitativa).
- f. Se calificó a las edificaciones de acuerdo a su nivel de riesgo. Como puede apreciarse en la siguiente figura 2, del total de las edificaciones censadas (1,300), 591 (45.46 %) se encuentran en alto riesgo, 103 (8.0 %) en mediano riesgo, 275 (21.2 %) en bajo riesgo y 331 (25.50 %) son edificaciones que se encuentran en el grupo sin riesgo de colapso.



*Figura 2.* Porcentaje de edificaciones antiguas, de adobe, quincha y/o madera según nivel de riesgo de colapso en zona monumental y alrededores del distrito de chorrillos, estudio de vulnerabilidad y determinación del riesgo en el distrito de chorrillos, 2003.

Se debe tener en consideración que el estudio no se realizó en toda la extensión del distrito de chorrillos, tal y como se muestra en la figura 3, en la siguiente grafica se presenta la ubicación de viviendas en riesgo de colapso.

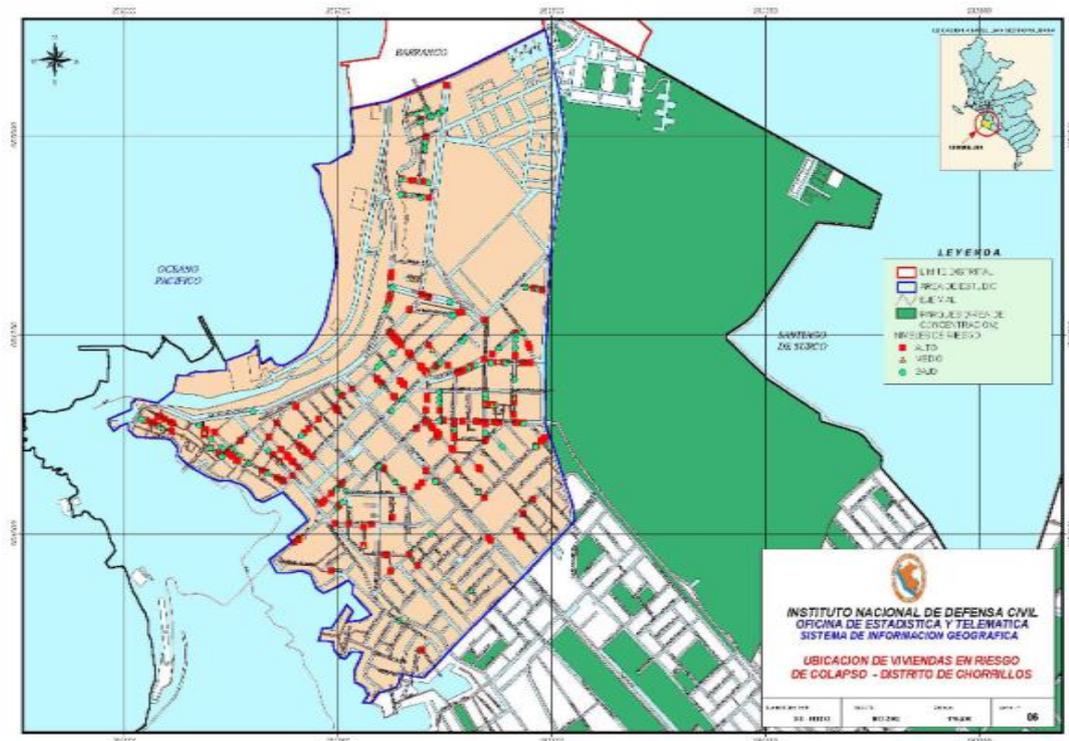


Figura 3. Ubicación de viviendas en riesgo de colapso, estudio de vulnerabilidad y determinación del riesgo en el distrito de chorrillos, 2003.

## EVENTOS SÍSMICOS LOCALES

En el distrito de chorrillos, el mayor impacto y el más reciente ocurrido en lima es el **3 de octubre de 1974**, el cual ocurrió a las 09:21 (hora local). La capital fue sacudida por un sismo de magnitud de  $M_s=7.5$  con epicentro a 90 km al sur oeste de lima, en la zona de subducción de la placa de nazca con la sudamericana.

Dentro del área de lima metropolitana existen zonas que por sus características particulares de geología y geotécnica, están propensas a sufrir mayores daños que otras, tal como lo demuestran el sismo de 3 de octubre de 1974. Entre estas zonas están: la molina, chorrillos, zona de la costanera (costa verde) y callao. Estas condiciones desfavorables hacen que se le consideren zonas críticas ante sismos. En las siguientes

figuras 4 al 6 se puede apreciar las consecuencias del terremoto del 3 de octubre de 1974 en el distrito de chorrillos.

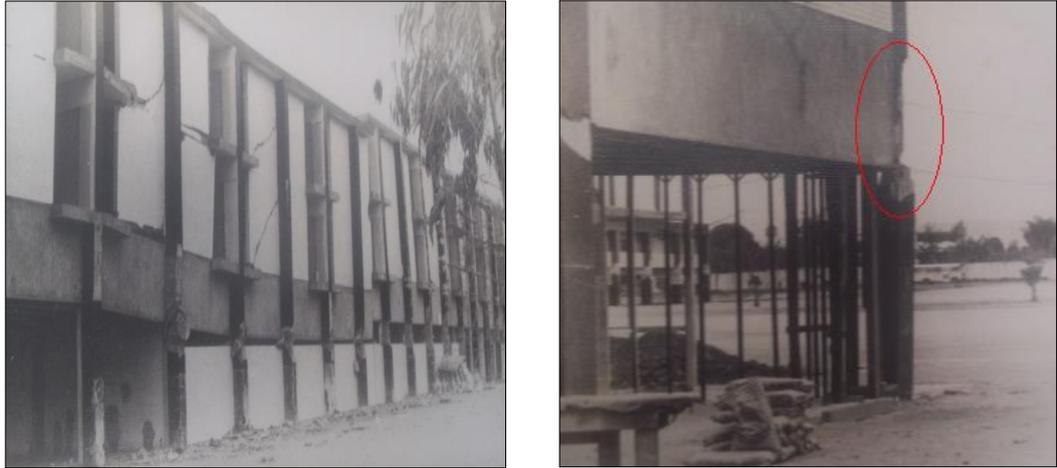
El sismo del **15 de agosto de 2007** con epicentro frente a Pisco, causó la muerte a 596 personas dejando 1291 personas heridas, 48000 viviendas totalmente destruidas, otras 45000 inhabitables y 14 establecimientos de salud destruidos.



*Figura 4.* Graves daños en las casas de adobe y quincha, debido a su antigüedad y su construcción bastante rudimentaria ocurridos en el distrito de chorrillos durante el terremoto del 3 de octubre de 1974, universidad nacional de ingeniería, 1975.



*Figura 5.* En la campiña, se observó una fractura que se produjo antes del sismo y otro caso se presentó en la vereda del malecón de chorrillos, durante el terremoto del 3 de octubre de 1974, de la universidad nacional de ingeniería, 1975.



*Figura 6.* Daños en las estructuras del centro de altos estudios y la escuela de oficiales de la PNP situado en la campiña, se puede observar las fallas de las columnas dañadas por el sismo del 3 de octubre de 1974, universidad nacional de ingeniería, 1975.

## **EVENTOS SÍSMICOS INTERNACIONALES RECIENTES**

Sismo del **12 de enero de 2010, en Haití;** magnitud 7, más de 200 000 muertos, más de 300 000 heridos, 1.5 millones de personas perdieron su vivienda. El terremoto destruyó gran parte de la capital, puerto príncipe, pero también acabó con la mitad de la economía del país más pobre del continente americano.

Sismo del **27 de febrero de 2010, en Chile;** (03:33 am hora local), muchos chilenos fueron despertados por un potente movimiento sísmico de 8.8 grados en la escala de richter cuyo epicentro se localizó a 540 km al sur de Santiago de Chile, en la provincia de concepción.

Sismo del **11 de marzo de 2011, en Japón;** (14:46 pm hora local), denominando el gran terremoto de Japón oriental fue un terremoto de magnitud 9,0 en la escala de

richter que creó olas de maremoto de hasta 40,5 metros. El epicentro se ubicó en el mar, frente a la costa de Honshu y causó la muerte de 15 836 personas.

El sismo del **11 de abril de 2012**, en Indonesia fue un terremoto con epicentro en el mar 8.9 grados en la escala de richter a las 15:38 pm hora local. Este terremoto fue el más fuerte del 2012.

El sismo del **16 de setiembre de 2015**, en Chile de 8.4 grados en la escala de richter a las 19:54 pm hora local.

## **1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El Perú se encuentra ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico, área de mucha actividad sísmica. Lima se encuentra en silencio de sismo de gran magnitud por muchos años y se espera un gran terremoto 8.5 grados richter con graves daños materiales, económicos y de salud.

Chorrillos, en las últimas décadas ha sufrido severos daños en sus edificaciones en los diversos sismos que han afectado a la ciudad de Lima, la intensidad sísmica determinada para este distrito ha sido mayor en comparación con otros distritos de Lima metropolitana esto debido a las características de sitio que se encuentra el distrito e influencia en la respuesta sísmica. Además agregándole el crecimiento no planificado, viviendas que no cumplen normas antisísmicas y la ocupación de áreas no recomendables agrava la situación.

Debido al alto peligro sísmico al que la población de chorrillos está expuesta, es necesario determinar el nivel de riesgo sísmico en chorrillos para finalmente identificar las áreas críticas (riesgo muy alto y alto) y así hacer un manejo adecuado de la información al alcance de las instituciones locales, públicas y en general para adoptar medidas preventivas y así evitar pérdidas materiales y humanas.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **PROBLEMA GENERAL**

¿Cuáles son los niveles de riesgo sísmico en el distrito de chorrillos al ocurrir un sismo y tsunami de gran magnitud en lima metropolitana y callao?

### **PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cuáles son las zonas de mayor peligro sísmico en el distrito de chorrillos al ocurrir un sismo y tsunami de gran magnitud en lima metropolitana y callao?

¿Cuál es la ubicación espacial de las áreas más vulnerables presentes en el distrito de chorrillos?

¿Cuáles son los niveles de riesgo sísmico en el distrito de chorrillos al ocurrir un sismo y tsunami de gran magnitud en lima metropolitana y callao y las medidas que se podrán adoptar para contrarrestar el riesgo sísmico en las zonas de mayor riesgo del distrito de chorrillos?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

¿Determinar los niveles de riesgo sísmico en el distrito de chorrillos al producirse un sismo y tsunami de gran magnitud en lima metropolitana y callao?

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las zonas de mayor peligro sísmico que se encuentra expuesto el distrito de chorrillos.
- Determinar las áreas más vulnerables presentes en el distrito de chorrillos.
- Determinar las zonas de muy alto nivel de riesgo sísmico en el distrito de chorrillos y proponer recomendaciones en la mejora de las condiciones de habitabilidad en términos de infraestructura física e implementación de medidas de prevención para reducir los riesgos.

## 1.4 VARIABLES

<b>VARIABLE DEPENDIENTES</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTES</b>	<b>DIMENSIONES</b>
Nivel de Riesgo	Peligro	Tipo de suelo
	Vulnerabilidad	Densidad poblacional
		Número de pisos
		Material de construcción
		Estado de conservación
		Año de construcción
		Emplazamiento

## 1.5 JUSTIFICACIÓN

En las últimas décadas el riesgo por terremotos se ha incrementado debido a la ubicación de nuestro país dentro del denominado “Cinturón de fuego del pacifico”, que ha provocado un gran número de sismos de gran poder destructivo en gran parte de nuestro territorio. Así mismo, debemos tener presente que existe un silencio sísmico en nuestro país.

El distrito de chorrillos ha sufrido severos daños en sus edificaciones en los diversos sismos que han afectado a la ciudad de lima, las intensidades sísmicas determinadas para este distrito ha sido mayores en comparación con otros distritos de lima metropolitana,

esto debido a las características de sitio que se encuentran en el distrito y que influyen en la respuesta sísmica.

La presente investigación pretende contribuir a generar información para la toma de decisiones de parte de las autoridades municipales sirviendo de modelo a los diversos distritos del Perú.

“La reducción del riesgo es una inversión clave, no solamente para reducir los costos humanos y materiales de los desastres naturales, sino también para alcanzar un desarrollo sostenible en nuestro país.”

## **1.6 HIPÓTESIS**

### **HIPÓTESIS GENERAL**

Si determinamos el nivel de riesgo sísmico en chorrillos se podrá identificar las probables áreas críticas urbanas expuestas a un sismo y tsunami de gran magnitud en lima metropolitana y callao, se dará conocer cuantificar la población expuesta, las viviendas urbanas e infraestructura de interés.

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

- La identificación de las zonas de mayor peligro sísmico nos permitirá dar a conocer del peligro al que se encuentra expuesto el distrito de chorrillos.

- La ubicación espacial de las áreas más vulnerables ante un sismo nos permitirá dar a conocer la localización de las edificaciones que no cumplen con las normas técnicas antisísmicas y la ubicación de espacios territoriales no recomendables.
- Los niveles de riesgo sísmico nos permitirán identificar las zonas de muy alto nivel de riesgo sísmico en chorrillos donde se generará recomendaciones para la mejora de las condiciones de habitabilidad e implementación de medidas de prevención de riesgos ante un sismo de gran magnitud.

## **1.7 IMPORTANCIA**

La presente investigación resulta necesaria, porque permite mejorar el conocimiento del riesgo sísmico en el distrito permitiendo dar a conocer el adecuado manejo de la información al alcance de las instituciones locales y público en general para adoptar medidas preventivas necesarias para evitar materiales y humanas a consecuencias desencadenantes por los futuros sísmicos que tengan lugar.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 BASE TEÓRICA SOBRE PELIGRO SÍSMICO**

El centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres - CISMID de la universidad nacional de ingeniería determinó de manera detallada el comportamiento del suelo frente a un sismo en base al conocimiento de las condiciones particulares del área local, este estudio de microzonificación sísmica analizó tres aspectos: El peligro, la geotecnia y la dinámica de los suelos. Mediante uso de programas de cómputo diseñados para tal fin, las leyes de atenuación y la historia sísmica del área en estudio con el objetivo de hallar la aceleración máxima horizontal para los diferentes tipos de suelo, valor importante para estimar las aceleraciones del terreno.

### **ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**

El centro de estudios y prevención de desastres - PREDES, presenta la metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante sismos, elaborado por la Arq. Olga Lozano Cortijo. Esta metodología se utilizó en el presente estudio para el análisis de vulnerabilidad y riesgo físico ante sismos de las edificaciones en general.

## **RIESGO SISMICO**

Para efectos de estimación de riesgo se ha tomado en cuenta la matriz que INDECI tiene para tal fin (ver tabla 12), utilizando el peligro sísmico y las variables de vulnerabilidad del distrito de chorrillos. Mondragón (2017) afirma: “es posible determinar una distribución espacial del riesgo” a nivel de manzanas.

Del análisis desarrollado de la asociación de los cuatro niveles de peligro con las cuatro zonas de vulnerabilidad, se identificaron las zonas de riesgo. Mondragón (2017) afirma: “Conforme disminuyen los niveles de peligro y vulnerabilidad, disminuye el nivel de riesgo y por lo tanto el nivel de daño”.

## **2.2 CONCEPTUALIZACIÓN**

### **PELIGRO**

Según el reglamento de ley N° 29664, “es la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos” (Palomino, 2016). Ver figura 7

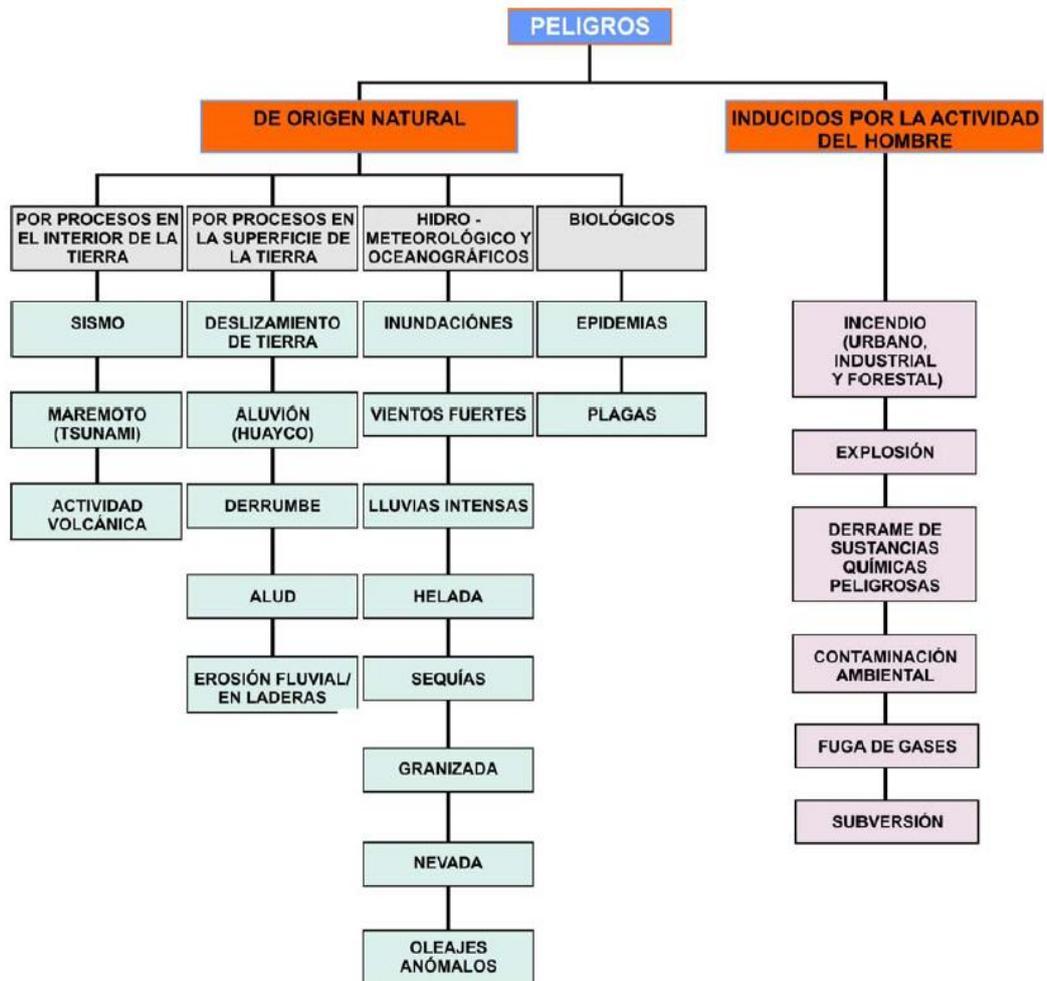


Figura 7. Clasificación de los principales peligros.

Fuente: COEN – INDECI, 2005.

## VULNERABILIDAD

Según el reglamento de la ley N° 29664, “la vulnerabilidad es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza” (Palomino, 2016).

## NIVELES DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad se expresa en los diferentes niveles de fragilidad de la estructura y de elementos no estructurales, susceptibles de sufrir daños a consecuencia de un sismo de gran magnitud por el grado de exposición o nivel de peligro.

En este marco conceptual es importante presentar la matriz desarrollada por INDECI que valora la vulnerabilidad. Para este trabajo consideramos 4 niveles de vulnerabilidad en consonancia con el INDECI. (Ver tabla 1)

Tabla 1

*Matriz de valoración de vulnerabilidad - INDECI*

ZONAS	VULNERABILIDAD
<b>MUY ALTO</b>	Zonas con viviendas de materiales precarios, en mal estado de construcción, con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, accesibilidad limitada para atención de emergencias.
<b>ALTO</b>	Zonas con predominancia de viviendas de materiales precarios, en mal y regular estado de construcción con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, accesibilidad limitada para atención de emergencias.
<b>MEDIO</b>	Zonas con predominancia de viviendas de materiales nobles, en regular estado y buen estado de construcción. Población con un ingreso económico medio, cultura de prevención en desarrollo, con facilidades de acceso para atención de emergencias.
<b>BAJO</b>	Zonas con viviendas de materiales nobles, en buen estado de construcción. Población con un ingreso económico medio y alto, cultura de prevención en desarrollo, con buen nivel de accesibilidad para atención de emergencias.

Fuente: Matriz de Zonificación de Riesgos, Instituto Nacional de Defensa Civil, INDECI,  
Adaptación y elaboración: Arq. Olga Lozano C. PREDES.

El motivo el cual nos hace tomar mayor énfasis en este estudio, es que el distrito de chorrillos está localizado en un área de alta sismicidad y el gobierno nacional lo declaró en **zona de alto riesgo** en el 2010 mediante decreto supremo 037-2010-PCM.

La evaluación de la vulnerabilidad se realizó en función a las edificaciones y a la población del distrito de chorrillos, con el propósito de identificar las debilidades aparentes de una manzana. (Ver tabla 2)

Tabla 2

*Escala de vulnerabilidad del estudio*

<b>NIVEL DE VULNERABILIDAD</b>	<b>POSIBLE DAÑO ESTRUCTURAL</b>	<b>POSIBLE DAÑO NO ESTRUCTURAL</b>	<b>VULNERABILIDAD</b>
<b>MUY ALTO</b>	GRAVE	GRAVE COLAPSO	Estructuras de adobe y otros de menor resistencia, en estado precario, en mal estado de construcción, suelos colapsables, muy baja cobertura de servicios, población de escasos recursos económicos.
<b>ALTO</b>	CONSIDERABLE	CERCANO AL TOTAL	Estructuras de ladrillo, adobe, madera, sin refuerzos estructurales, en mal y regular estado de construcción.
<b>MEDIO</b>	LIGERO	MODERADO EXTENSIVO	Estructura de concreto, madera, sin adecuadas técnicas constructivas. Edificaciones e infraestructura medianamente bien construidas, suelos de calidad intermedia.
<b>BAJO</b>	NINGUNO	LOCALIZADO	Estructura sismo resistente con adecuadas técnicas constructivas. Edificaciones e infraestructura muy bien construidas, muy buena cobertura de servicios.

Fuente: Matriz de Zonificación de Riesgos, Instituto Nacional de defensa Civil, INDECI, Adaptación y elaboración: Arq. Olga Lozano C. (PREDES), Guía Metodológica de Análisis Participativo del riesgo de Desastres para áreas Rurales, Gobierno Regional de San Martín, Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM), GTZ, Lima, (2007), Equipo de Técnico PREDES.

## **RIESGO**

Según el reglamento de la ley N° 29664, es la probabilidad de que población y sus medios de vida (habidad, economía, etc.) “sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro” (Palomino, 2016).

Una vez identificado el peligro (P) la que está expuesto el distrito de chorrillos y realizado la estimación de la “vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para definir el riesgo (R)” (Palomino, 2016). Como la resultante de la interacción del peligro con la vulnerabilidad. Su ecuación se expresa de esta manera:

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} \times \text{VULNERABILIDAD}$$

El riesgo se puede expresar de manera cualitativa, es decir por grado o niveles o de manera cualitativa haciendo una estimación de probables daños a la vida humana y a la infraestructura. Para el presente estudio se establecerán cuatro niveles de acuerdo a la estratificación propuesto por INDECI.

Tabla 3

*Estratificación del riesgo*

<b>RIESGO MUY ALTO</b>	Hay un riesgo muy elevado, los edificios colapsan, es decir se considera un porcentaje de peligro de caída estructural que hace inhabitable el inmueble y muerte superior al 75%.
<b>RIESGO ALTO</b>	Hay un riesgo elevado y hay edificios que, en un sismo, pueden tener daños graves que comprometen su estabilidad, con un porcentaje de riesgo de fallo estructural y muerte superior al 50%.
<b>RIESGO MEDIO</b>	Hay edificios en los cuales se pueden presentar daños graves, pero que no comprometen la estructura haciéndola caer, con un porcentaje de riesgo de fallo estructural y muerte superior al 25%.
<b>RIESGO BAJO</b>	Luego de un sismo, los edificios presentan pocos daños a las estructuras y no se verifican en la edificación fallas o caídas, con una consideración del riesgo de fallo estructural y muerte superior al 5%.

Fuente: INDECI, 2006.

## 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Según INDECI los términos básicos lo definen de la siguiente:

- **ACELEROGRAFO:** Instrumento que registra la aceleración del suelo en función del tiempo en el campo cercano.
- **AMENAZA:** Peligro inminente. Peligro natural o inducido por el hombre anunciado por una predicción.
- **AMPLIFICACIÓN:** Es el proceso en el cual la intensidad y duración de las vibraciones por un terremoto aumentan en áreas de suelos blandos. El periodo de la onda también puede cambiar.
- **DESASTRE:** “Una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo a su origen natural o inducido por el hombre” (Chijcheapaza, 2016).
- **ELEMENTOS EN RIESGO:** La población, las viviendas, las obras de ingeniería, actividades económicas y sociales, los servicios públicos e infraestructura en general, con grado de vulnerabilidad.

- **EPICENTRO:** Define el punto sobre la superficie de la tierra, directamente por encima del foco de un terremoto.
- **FOCO O HIPOCENTRO:** Punto en el interior de la Tierra en donde se produce el terremoto o desde el cual se produce la liberación de energía.
- **INTENSIDAD:** Esta medida se obtiene a partir de los efectos de la sacudida en estructuras y en la naturaleza de un sitio particular. La escala de intensidad que generalmente se utiliza es la de mercalli modificada que varía desde I (no sentido) hasta XII (destrucción total). La intensidad de un sismo varía con la distancia del foco y el tipo de subsuelo.
- **ISOSISTA:** Curva en un mapa mostrando lugares de igual nivel de intensidad.
- **LICUACIÓN:** Es el proceso en que materiales arenosos se saturan con agua y se comportan como fluido denso más que como sólido húmedo durante un terremoto.
- **MAGNITUD:** Es una medida de energía liberada por un terremoto. Es una escala logarítmica que se determina a partir de la duración o amplitud del sismo en el sismograma. Aunque existen diferentes escalas de magnitud, basadas en diferentes ondas, la mayoría de las mismas son reportadas en la “Escala richter” en honor al Dr. Charles f. Richter quien desarrollo el concepto en 1935. La escala de magnitud no tiene límite, aunque históricamente no ha sobrepasado 9.5.

- **MAREMOTOS:** Onda larga del océano, generalmente causadas por movimiento del suelo oceánico durante un terremoto. Estas olas alcanzan alturas hasta 20 m. sobre el nivel medio del mar. La altura de estas olas que en mar abierto es casi imperceptible puede tomar en las costas dimensiones catastróficas dependiendo de la configuración de estas últimas. Estas olas se llaman maremotos o tsunamis, este último término, derivado del japonés, es el que ha sido aceptado casi universalmente en todas las lenguas.
- **MICROZONIFICACION SISMICA:** La división de una ciudad en áreas de diferentes niveles de peligrosidad sísmica según características locales como geología superficial y la topografía.
- **ONDAS SISMICAS:** Ondas elásticas que se propagan dentro de la tierra, generadas por un terremoto o explosión.
- **PLACA:** Parte de la superficie terrestre que se comporta como una unidad rígida simple. Las placas tienen de 100 a 150 km. de espesor. Están formadas por la corteza continental o corteza oceánica o por ambas, encima del manto superior. Las placas se mueven con relación al eje de la tierra y de unas a otras. Existen 7 grandes placas (Africana, Euroasiática, Indo-Australiana, Pacífica, Norteamericana, Sudamericana y Antártica) y varias más pequeñas.
- **ZONA DE SUBDUCCION:** Dícese al proceso en la cual una placa tectónica de tipo oceánica desciende hacia el interior de la tierra por debajo de una placa continental.

- **TERREMOTO:** Movimiento repentino de parte de la corteza terrestre o sacudida producida en la corteza terrestre o manto superior. Un terremoto puede ser causado por el movimiento a lo largo de una falla o por actividad volcánica.
- **SISMO:** “Es la liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la tierra, entre su corteza y manto superior y, se propaga en forma de vibraciones, a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externos o internos de la Tierra. Por su intensidad se clasifican en: baja intensidad (temblores que no causan daño: con intensidad entre los grados III, IV y V grados de la escala Mercalli Modificada), de moderada y alta intensidad (terremotos: con intensidad entre los grados VI y VII de la escala Mercalli Modificada). Este fenómeno puede ser originado por procesos volcánicos”.(De la Cruz, 2016)

## 2.4 MARCO LEGAL

A continuación se presentan las leyes y normas que están involucradas en este estudio son:

- **Política N° 32 del acuerdo nacional.**

El acuerdo nacional fue convocado por el Dr. Alejandro Toledo Manrique (Presidente del Perú) y fue suscrito el 22 de julio de 2002.

Esta política se comprometió a promover la gestión del riesgo de desastres, con la finalidad de proteger la vida, la salud y la integridad de las personas; así como el patrimonio público y privado, promoviendo y velando por la ubicación de la población y sus equipamientos en las zonas de mayor seguridad, reduciendo las vulnerabilidades con equidad e inclusión, bajo un enfoque de procesos que comprenda: la estimación y reducción del riesgo, la respuesta ante emergencias y desastres y la reconstrucción.

También el compromiso fue ser implementada por los organismos públicos de todos los niveles de gobierno, con la participación activa de la sociedad civil y la cooperación internacional, promoviendo una cultura de la prevención y contribuyendo directamente en el proceso de desarrollo sostenible a nivel nacional, regional y local.

- **Ley que crea el sistema nacional de gestión de riesgo de desastres – Ley N° 29664.**

El día 19 de febrero de 2011 se publicó en el diario oficial El Peruano la ley N° 29664, ley que crea el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres. La norma regula los objetivos, composición y funcionamiento del SINAGERD, cuya finalidad es “identificar y reducir los riesgos asociados a peligros, minimizar sus efectos” y atender situaciones de peligro mediante lineamientos de gestión (Chijcheapaza, 2016).

De acuerdo al artículo N° 02 (ámbito de aplicación de la ley) indica que la ley es de aplicación y cumplimiento obligatorio para todas las entidades y empresas públicas de todos los niveles de gobierno, así como para el sector privado y la ciudadanía en general, se entiendo como sector público a los siguientes:

- El poder ejecutivo, incluyendo ministerios y organismos públicos descentralizados.
- El poder legislativo.
- El poder judicial.
- Los gobiernos regionales.
- Los gobiernos locales.
- Los organismos a los que la constitución política del Perú y las leyes confieren autonomía.
- Las demás entidades , organismos, proyectos y programas del Estado, cuyas actividades se realizan en virtud de potestades administrativas y, por tanto se consideran sujetas a las normas comunes de derecho público, salvo mandato expreso de ley que las refiera a otro régimen; y
- Las personas jurídicas bajo el régimen privado que prestan servicios públicos o ejercen función administrativa, en virtud de concesión, delegación o autorización del Estado, conforme a la normativa de la materia.

Según De la Cruz (2017), define la “gestión del riesgo de desastres, así como establece los lineamientos de la política nacional de gestión del riesgo de desastre y la define como el conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los

riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones desastres”.

En sus 21 artículos, la ley regula la organización del SINAGERD y establece que su ente rector es la presidencia del consejo de ministros. Estará integrado, además, por el consejo nacional de gestión del riesgo de desastres, el Instituto nacional de defensa civil y el centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres, centro nacional de planeamiento estratégico (CEPLAN) y los gobiernos regionales y locales.

- **Reglamento de la ley N° 29664 –SINAGERD.**

Según Chijcheapaza (2016), el día 26 de mayo de 2011, se publicó en el diario oficial El Peruano el decreto supremo 048-2011-PCM, reglamento de Ley N° 29664, del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres, cuya finalidad es identificar y reducir los riesgos asociados a peligros, minimizar sus efectos y atender situaciones de peligro mediante lineamientos de gestión, este reglamento menciona 7 procesos para la gestión del riesgo que las municipalidad deben considerar en su gobierno, estos son:

- Estimación del riesgo
- Prevención del riesgo
- Reducción del riesgo
- Preparación

- Respuesta
- Rehabilitación
- Reconstrucción

El reglamento también presenta los subprocesos que comprometen a cada uno de los procesos antes mencionados. Otro de los acápites importantes mencionados en el reglamento son las funciones de los entes que conforman el SINAGERD.

No está demás mencionar que este reglamento es de aplicación obligatoria para todas las entidades y empresas públicas de todas las entidades y empresas públicas de todos los niveles de gobierno, así como para el sector privado y ciudadanía en general. Y su incumplimiento ameritará una infracción y sanción.

- **Lineamientos técnicos del proceso de estimación del riesgo.**

Aprobada mediante resolución ministerial N° 088-2012-PCM de fecha 13 de abril del 2012 en el marco de la ley N° 29664 y su reglamento. La finalidad de estos lineamientos es contar con los procedimientos técnicos y administrativos que regulen el proceso de estimación del riesgo de desastre, que permitan generar el conocimiento sobre las condiciones del riesgo de desastre, de forma tal que sea asequible y útil a quienes tienen la obligación de tomar decisiones sobre la materia y contribuya al efectivo funcionamiento del SINAGERD.

Estos lineamientos son de aplicación pública en sus tres niveles de gobierno.

- **Política nacional de gestión de riesgo de desastres.**

Según De la Cruz (2017), fue aprobada por D.S 111-2012-PCM en el mes de octubre del 2012, es el conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción, ante situaciones de desastres, así como a minimizar sus efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente.

Se podría decir que:

- Establece directrices generales en GRD de obligatorio cumplimiento para las entidades públicas del SINAGERD.
- Establece objetivos y lineamientos estratégicos en materia de GRD en armonía con la ley 29664 y su reglamento.
- Marco orientador para la elaboración de los planes relacionados a GRD y otros planes específicos.

- **Plan nacional de gestión de riesgo de desastres PLANAGERD 2014 – 2021.**

Según Escobedo (2016), fue aprobado por el decreto supremo N° 034-2014-PCM el 13 de mayo del 2014. El objetivo principal es tener una población residente con condiciones adecuadas de seguridad y sus medios de vida protegidos y para ellos:

- Establece directrices generales en GRD de obligatorio cumplimiento para las entidades públicas del SINAGERD. Integra y articula los 7 procesos.

- Establece objetivos, estrategias, metas y prioridades en materia de GRD para el corto, mediano y largo plazo, en los tres niveles de gobierno.
  - Promueve la asignación de recursos presupuestales para la GRD, en función a las prioridades establecidas.
- **El Reglamento nacional de edificación - La norma técnica E.030 (2003) Diseño sismo resistente.**

Esta norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según los requerimientos tengan un comportamiento sísmico con los principios: “Evitar pérdidas de vidas, asegurar la continuidad de servicios básicos, minimizar los daños a la propiedad.” (Palomino, 2016)

- **Ley orgánica de municipalidades – Ley N° 27972.**

La ley N° 27972 establece normas y procedimientos para el buen desempeño de las funciones de los gobiernos locales. Con referencia al proceso de estimación del riesgo se tiene en consideración en los siguientes ítems:

Título preliminar – Artículo IV (Finalidad), los gobiernos locales representan al vecindarios, promueven la adecuada prestación de los servicios públicos locales y el desarrollo integral, sostenible y armónico de su circunscripción.

Título preliminar – Artículo VIII (Aplicación de leyes generales y políticas y planes nacionales), los gobiernos están sujetos a leyes y disposiciones en

conformidad a la constitución política del Perú además de normas técnicas referidos a los bienes públicos.

Título preliminar – Artículo IX (Planeación local), el proceso de planeación local es integral, permanente y participativo, articulado a las municipalidades con sus vecinos.

Título preliminar – Artículo X (Promoción del desarrollo integral), El gobierno local promueve el desarrollo integral, para viabilizar el crecimiento económico, justicia social y la sostenibilidad ambiental.

Disposiciones generales – Artículo IX (Atribución del concejo municipal), el concejo municipal entre algunas de sus funciones está apto para:

1. Aprobar los planes de desarrollo municipal concertados y el presupuesto participativo.
2. Aprobar, monitorear y controlar el plan de desarrollo institucional y el programa de inversiones.
3. “Aprobar el plan de acondicionamiento territorial de nivel provincial, que indique las áreas de protección o de seguridad por riesgos naturales.”  
(Cuya, 2017)
4. Aprobar el plan de desarrollo urbano, plan de desarrollo rural, plan de desarrollo de asentamientos humanos y demás.

Disposiciones generales – Artículo XX (Atribución del Alcalde), el alcalde entre algunas de sus funciones está apto para:

Defender y cautelar los derechos e intereses de las municipalidades y los vecinos.

Según Cuya (2017), los componentes y funciones específicas de los gobiernos locales - Artículo 73 (materia de competencia municipal) – En materia de servicios sociales y locales (ítem 6), se indica que los municipios deben “administrar, organizar, ejecutar programas de asistencias, protección y apoyo a la población en riesgo y otros que coadyuven al desarrollo y bienestar de la población”, también programas de lucha contra la pobreza y desarrollo social.

## 2.5 MARCO INSTITUCIONAL

- **Instituto nacional de defensa civil.**

Organismo público ejecutor que promueve, asesora, coordina y articula, en los tres niveles de gobierno, la gestión reactiva del riesgo de desastres y emergencias; a fin de “proteger la vida y el patrimonio de las personas y del estado” (Cuya, 2017). Sus objetivos son los siguientes: lograr que las autoridades en los tres niveles de gobierno ejerzan sus funciones en gestión reactiva del riesgo de desastres, preparar a la población para la respuesta y la rehabilitación ante desastres, modernizar la gestión institucional.

- **Centro de estudios y prevención de desastres .**

El centro de estudios y prevención de desastres, es una institución no gubernamental, creada en 1983 para contribuir a reducir la vulnerabilidad y el

riesgo de desastres en el país: impulsa la prevención como una actitud permanente ante todo tipo de riesgos.

- **Dirección de hidrografía y navegación de la marina de guerra del Perú.**

La dirección de hidrografía y navegación es administrar, operar e investigar las actividades relacionadas con las ciencias del ambiente en el ámbito acuático, con el fin de contribuir al desarrollo nacional, brindar apoyo y seguridad en la navegación a las unidades navales y a los navegantes en general y contribuir al cumplimiento de los objetivos institucionales.

- **Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres.**

Según Cuya, (2017), es un organismo público ejecutor que elabora normas técnicas y de gestión y brinda asistencia técnica especializada a las entidades públicas y privadas en los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres, así como de reconstrucción, “con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y del estado”, de acuerdo con el desarrollo sostenible del país.

- **Centro peruano – japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres.**

El centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres, fue establecido en 1986 por la facultad de ingeniería civil de la universidad nacional de ingeniería (UNI) y financiado gracias a la cooperación del gobierno del Japón a través de su agencia de cooperación internacional (JICA).

Tiene como misión la difusión de conocimientos en prevención y mitigación de desastres a través de la investigación y aplicación de tecnologías propias para contribuir al desarrollo sostenible y prosperidad de los pueblos del país.

### **III. MATERIALES Y MÉTODO**

#### **3.1 MATERIALES**

Los materiales utilizados en la investigación se expresa a continuación:

- Cámara fotográfica digital Kodak C143
- Computadora pentium IV
- Scanner epson L355
- Impresora epson laser L355
- Memoria USB de 8Gb
- Auto CAD 2008 (Versión prueba)
- Arc Gis 10.4 (Versión prueba)
- Microsoft Office: Word, Excel y Power point (Version prueba)

#### **3.2 MÉTODO**

El presente estudio es concreto y específico ya que requiere un diagnóstico situacional, análisis, descripción y explicación del ámbito físico de las condiciones de las viviendas.

El diseño de investigación aplicada en el presente estudio es una investigación descriptiva y explicativa ya que se eligió una serie de variables que corresponden a vulnerabilidad de la vivienda (densidad poblacional, número de pisos, material de construcción, estado de conservación, año de construcción y emplazamiento) la cual se

midió en cuantificación a nivel de manzanas y el resultado nos sirve para describir el nivel de riesgo en las viviendas.

### **3.3 MUESTRA**

Se basa en recolección de información en campo mediante una ficha (Ver Anexo B) de los datos cuantitativos a nivel de manzanas donde se medirán las variables de la vulnerabilidad ya que se tuvieron en cuenta algunos criterios de levantamiento de información para estandarizar los datos recolectados.

Las variables de la vulnerabilidad en el cual se basaron el presente estudio son las siguientes:

- Densidad poblacional
- Número de pisos
- Material de construcción
- Estado de conservación
- El Año de construcción
- Emplazamiento

El levantamiento información en campo (ficha) se realizó en una campaña de 93 días realizados durante los meses de mayo, junio, julio y parte del mes de agosto del 2016 en el cual se aplicó la inspección in situ en zonas determinadas además se levantaron registros fotográficos a fin de obtener las principales características físicas de las edificaciones.

Para la selección de la muestra se ha tomado en cuenta una ficha de levantamiento de información donde nos permitió cuantificar las manzanas de acuerdo a las variables de la vulnerabilidad. Se adjunta ficha de levantamiento de información. (Ver anexo B)

### **3.4 METODOLOGÍA**

La metodología empleada en la presente investigación comprendió la aplicación de los medios disponibles en la ejecución de las diferentes etapas planificadas. Cada etapa ha combinado la recopilación, procesamiento para la generación de información que sustenta el cumplimiento de los objetivos y validación de las hipótesis planteadas. A continuación se describe las etapas de trabajos realizadas.

#### **ETAPA PRE GABINETE**

Las actividades en esta etapa son las siguientes:

- a) En esta etapa se ha realizado la recopilación de toda información disponible relacionada con el presente estudio, que servirá de base para el inicio del proceso.
- b) Organización y selección de información.

#### **ETAPA PRELIMINAR**

Las actividades en esta etapa son las siguientes:

- a) Analizar la información del peligro sísmico, mediante el estudio de microzonificación sísmica de chorrillos.
- b) Analizar la información de la vulnerabilidad, tomando en consideración las siguientes variables:
- Densidad de la población
  - Año de construcción
  - Número de pisos
  - Material de construcción
  - Estado de conservación
  - Emplazamiento
- c) Reconocimiento de las variables identificado en la cartografía.

## **ETAPA DE GABINETE**

Las actividades en esta etapa son las siguientes:

### **PASO 1: Identificación y análisis del peligro sísmico.**

- Con los datos obtenidos del estudio de microzonificación sísmica en el distrito de chorrillos realizado por la universidad nacional de ingeniería y el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento 2010, se procedió a identificar a nivel de manzanas el nivel de peligro que se encuentran expuestos.

**PASO 2:** Para el análisis de la vulnerabilidad.

- Elección de las variables de vulnerabilidad ante sismos.
- Asignación de un peso (ponderación), de acuerdo a su incidencia ante sismos. A mayor peso, mayor incidencia.
- Asignación de un valor a cada uno de los indicadores de cada variable. Mayor valor al que tiene mayor incidencia.
- Aplicación, mediante el SIG, a cada manzana, multiplicando la ponderación de la variable con el valor del indicador. De esta forma se obtiene un puntaje a cada manzana, de la sumatoria resultante.
- Establecimiento de los rangos para definir los niveles de vulnerabilidad.
- Diferencia entre el puntaje menor posible y el mayor.
- División de la diferente entre 4.
- Establecimientos de 4 rangos semejantes.
- De esta manera, los niveles de vulnerabilidad de cada manzana quedan establecidos mediante los rangos que se muestran en el capítulo V y queda graficado en el plano 15.

**PASO 3:** Para la estimación del nivel de riesgo.

- En base a la matriz de zonificación de riesgos – INDECI, la cual se aplica a cada manzana mediante el sistema de información geográfica, muestra la interrelación de los niveles de peligro y vulnerabilidad con el fin de identificar los sectores de riesgo sísmico que se encuentra expuesto el distrito de chorrillos y lo clasificamos de la siguiente manera:

Riesgo sísmico muy alto

Riesgo sísmico alto

Riesgo sísmico medio

Riesgo sísmico bajo

- De esta manera se obtiene el plano de riesgo sísmico del distrito de chorrillos.

## **ETAPA FINAL**

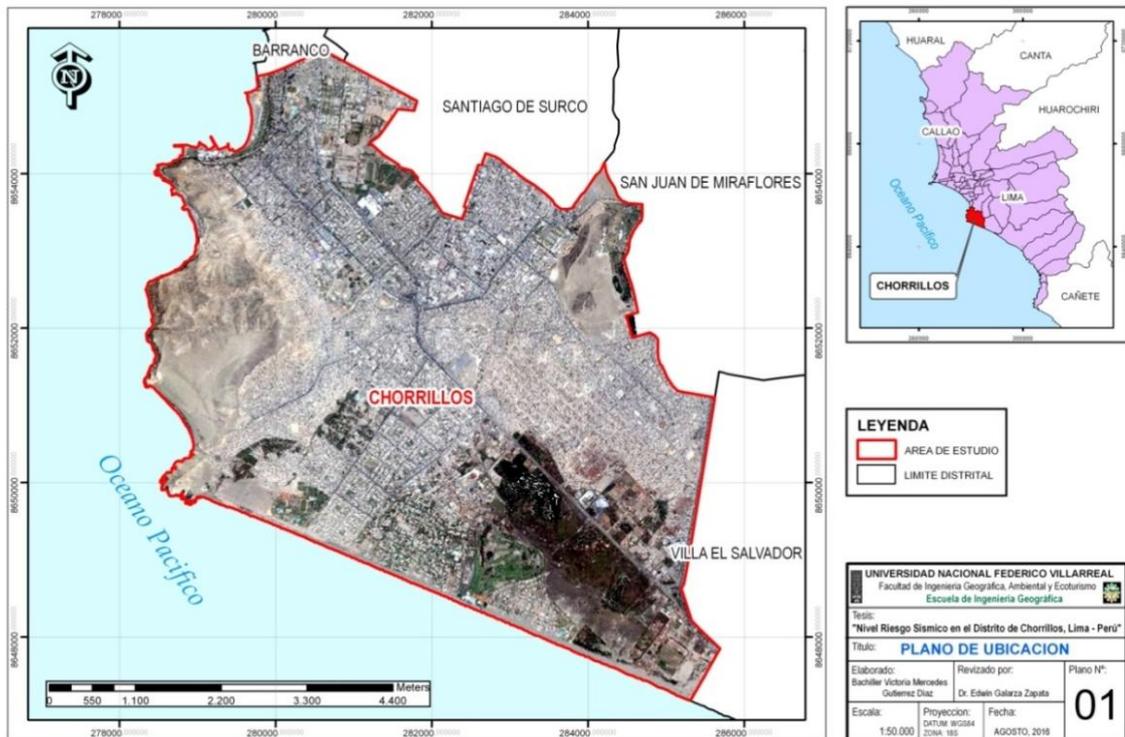
Luego de analizar y contrastar la información y con la ayuda de los planos temáticos elaborados se pudo elaborar una estimación riesgo sísmico en el que está expuesto el distrito de chorrillos elaborando recomendaciones y tomar medidas de prevención para la reducción de los niveles de riesgo estimado.

## IV. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 4.1 UBICACIÓN

El distrito de chorrillos se encuentra ubicado en el departamento de Lima, provincia de Lima, en la costa peruana a orillas del mar (Océano pacífico), a una distancia aproximada de 20 km. del centro de la ciudad de Lima, capital del Perú. Municipalidad de chorrillos (2017)., ver plano 1. Recuperado de <http://www.munichorrillos.gob.pe/home/historiachorrillos.php>

Plano 1. Plano de ubicación



Fuente: Elaboración propia

Para el presente estudio se ha dividido el distrito en cuatro sectores.

**SECTOR 1**, el sector comprende el área limitada entre la Av. Defensores del morro (ex Huaylas) y la Av. Guardia civil. En este sector se ubican las instalaciones militares (como la escuela militar de chorrillos, la escuela técnica de ejército, las villas militares y el centro comercial plaza lima sur) y cuenta con un total de 344 manzanas.

**SECTOR 2**, se encuentra limitado por la Av. guardia civil, la Av. Prolongación huaylas (Carretera panamericana sur). En este sector se ubica la escuela de oficiales de la Policía Nacional del Perú y parte de la zona de los pantanos de villa y cuenta con un total de 792 manzanas.

**SECTOR 3**, se encuentra limitado por la Av. Alameda sur, Av. Prolongación huaylas y Av. Defensores del morro (Ex Huaylas). Comprende la zona monumental del distrito y cuenta con un total de 1 040 manzanas.

**SECTOR 4**, se encuentra limitado por la Av. Alameda sur, Av. Prolongación huaylas y Av. Defensores del morro (Ex Huaylas) En este sector se ubica la zona de los pantanos de villa y cuenta con un total de 257 manzanas.

## **4.2 ALTITUD**

Chorrillos se encuentra a 43 metros sobre el nivel del mar. Recuperado de <http://www.munichorrillos.gob.pe/home/historiachorrillos.php>

### **4.3 EXTENSIÓN**

Según INEI, chorrillos tiene una superficie territorial de 38.94 km<sup>2</sup>.

### **4.4 LIMITES**

El distrito de chorrillos está limitado por:

- Por el Norte, con el distrito de barranco
- Por el Noreste, con el distrito de santiago de surco
- Por el Este, con el distrito de san juan de miraflores
- Por el Sur este, con el distrito de villa el salvador
- Por el Oeste, con el océano pacífico

Recuperado de <http://www.munichorrillos.gob.pe/home/historiachorrillos.php>

### **4.5 CREACIÓN POLÍTICA**

El distrito de chorrillos se creó como distrito mediante ley de la república dada por la convención nacional y promulgada en el Callao por el presidente provisorio Gran Mariscal Don Ramón Castilla, el 02 de Enero de 1857. Municipalidad de chorrillos (2017). Recuperado de <http://www.munichorrillos.gob.pe/home/historiachorrillos.php>

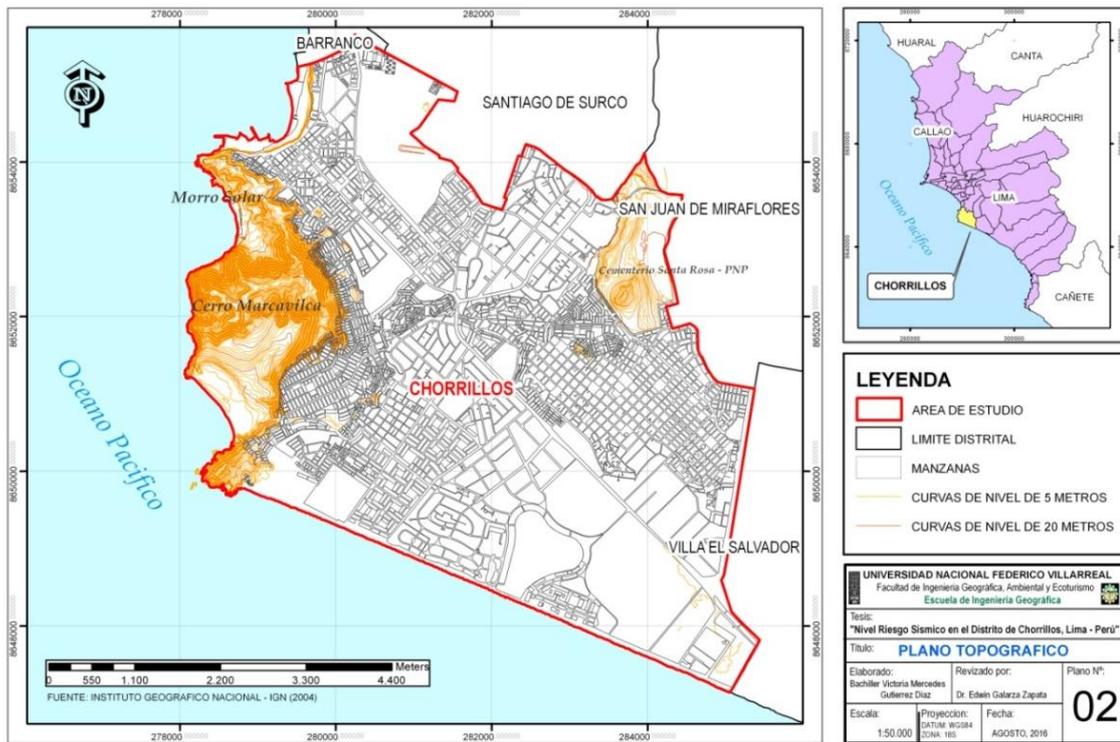
#### 4.6 TOPOGRAFÍA

El área de lima metropolitana y callao se ubica en la costa del océano pacífico. Teniendo una extensión aproximada de 3,923 56 km<sup>2</sup> y una longitud de costa de 65 km. Hacia el este se inicia en las estribaciones del ramal Occidental de la cordillera de los andes. Por el norte limita con el valle río Chillón y por el sur con el valle del río Lurín. El área es predominante plana con pendiente de 4 a 5 % en dirección NE – SO. El río Rímac atraviesa el casco urbano para desembocar al norte del puerto del Callao.

La planicie fluvio – aluvional formada por depósitos del río rímac que constituye la zona urbana con algunas tierras dedicadas al cultivo y terrenos eriazos presentando cotas que van desde los 34 m.s.n.m. hasta 57 m.s.n.m.

Un segundo aspecto lo presenta la interrupción de esta planicie por el macizo del morro solar y cerro la virgen (con alturas de hasta 287 m.s.n.m.) También es necesario mencionar la brusca variación de la llanura aluvional en acantilados de fuertes pendientes en cuyo pie se hallan playas bajas y arenosas o el inmediato contacto marino. Ayquipa, H. C. (1995). Microzonificación sísmica de chorrillos y barranco (Tesis para optar título). Ver plano 2

## Plano 2. Plano de topográfico



Fuente: Instituto geográfico nacional, 2004.

### 4.7 HIDROGEOLOGÍA

A nivel regional y 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 para el distrito de chorrillos varía entre menos de 5 metros en promedio.

De acuerdo a ciertos estudios se han determinado que el acuífero está conformado fundamentalmente por depósitos cuaternarios constituidos por gravas, arenas y arcillas. Y se observó en dos zonas de comportamiento hidrogeológico diferente.

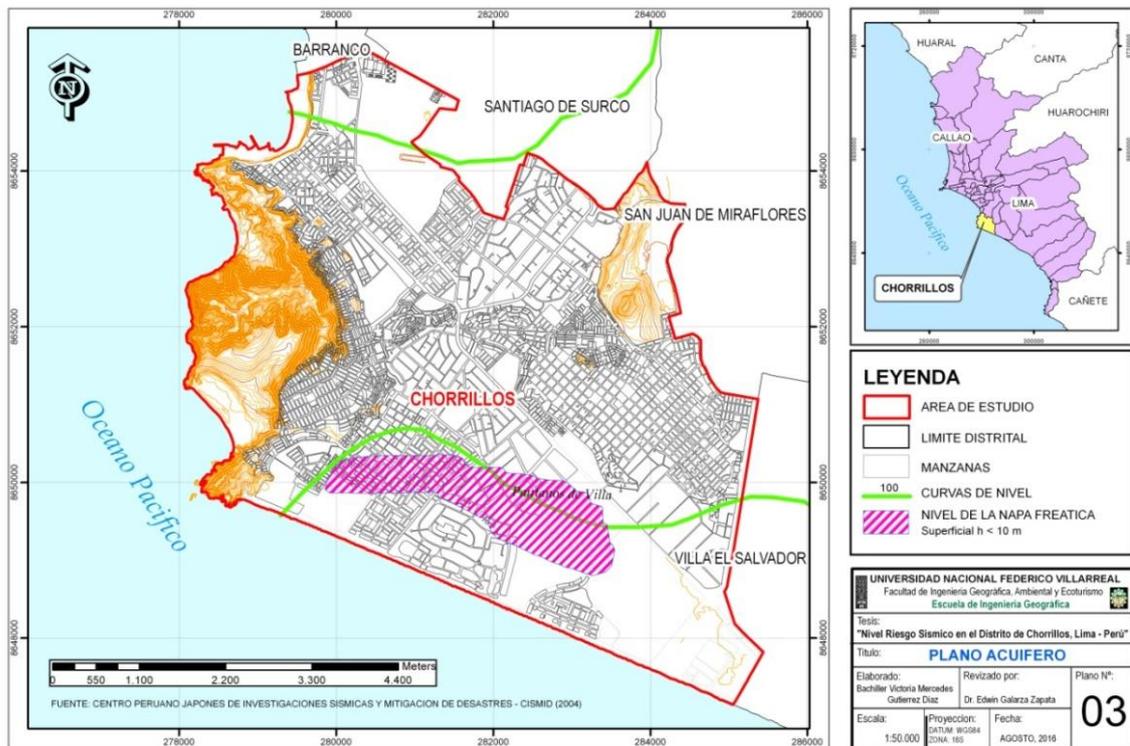
**Zona la campiña**, limitada por los flancos SW, S y SE por los afloramientos de la formación herradura las cuales favorecen el acuífero, pues impiden que el agua subterránea circule con facilidad a través de ellos y por lo tanto hacen que se eleve el nivel de la napa, direccionando dos sentidos preferenciales de flujo.

La alimentación principal de esta zona proviene de la napa principal del río rímac, la misma que circulando de este a oeste descarga en el océano pacífico, su nivel base. Parte de las aguas subterráneas salen a través de la garganta formada por los cerros Pucara y Santa teresa. (Cuello de villa).

**Zona de villa**, los límites del acuífero está constituido por las rocas pre cuaternarias de tipo sedimentarias e ígneas las que afloran formando colindas que circundan la planicie aluvial, con un desnivel aproximado de 100 m, tales como los cerros marcavilca y zig – zag, los cuales permiten el paso del agua través de diaclasas, fracturas y fallas que se pueden observar en las inmediaciones del cuello de villa.

La napa llega aflorar en la zona central del área de estudio, formando un sector pantanoso, conocido con el nombre de los “pantanos de villa”. En esta laguna, las aguas están expuestas a una intensa evaporación, motivando una alta salinización y contaminación por los aportes de las acequias que atraviesan la zona. Ayquipa, H. C. (1995). Microzonificación sísmica de chorrillos y barranco (Tesis para optar título). Ver plano 3

### Plano 3. Plano acuífero



Fuente: Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres, 2004.

## 4.8 GEOLOGÍA

En el área del distrito de chorrillos, aflora una secuencia sedimentaria que abarca desde el cretáceo inferior al cuaternario reciente. Durante el cretáceo inferior en el distrito de chorrillos tuvieron lugar la unidad estratigráfica del morro solar, y durante la era del cuaternario reciente tuvo lugar los sedimentos no consolidados. La geología del morro solar está conformada principalmente por tres formaciones, marcavilca, la herradura y el salto del fraile. “Los sedimentos no consolidados están representados por depósitos detríticos cuaternarios, los cuales comprenden los materiales detríticos aluviales, de playa y eólicos”, (Callao, 2017)

**Era del Cretáceo**, en el macizo del morro solar se pueden reconocer tres unidades estratigráficas bien definidas que pertenecen al cretáceo inferior. El espesor de sedimentos es apropiadamente de unos 450 metros las principales formaciones de los estratos que afloran en el morro solar son: marcavilca, la herradura y el salto del fraile.

**Cuaternario**, en el distrito de chorrillos afloran sedimentos no consolidados de edad cuaternaria, que por su considerable espesor y frecuencia se han separados en tres unidades de origen eólico, aluvial y fluvial. (Depósitos de origen eólico, depósitos de origen aluvial, depósitos de playa).

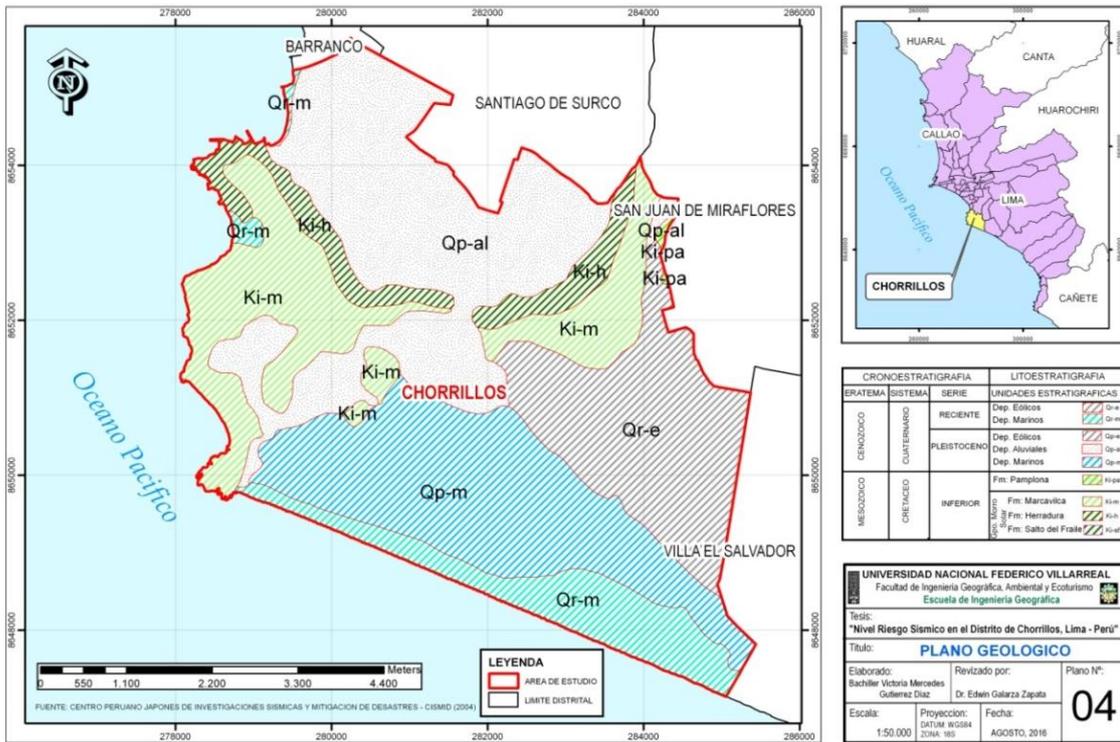
Al sur del cerro marcavilca y en los alrededores de los cerros conchán, se encuentran grandes extensiones cubiertas por arenas de origen eólico que se han acumulado debido a la acción obstaculizante del ramal sur, formado por los cerros marcavilca y manchado. La arena eólica es de grano fino, proveniente de la extensa playa de conchán; sus acumulaciones constituyen capas uniformes con superficies suavemente ondulantes o con rizaduras. Su espesor es desconocido.

También las arenas transportadas por el viento en la dirección SE y SSE, se depositaron en las faldas de macizo central, constituyendo un grueso manto de arena de área fina que ha rellenado las laderas y producido suaves pendientes, en cambio en la ladera norte del ramal sur, existe un delgado manto de arena eólica. El macizo central y el ramal norte ostenta solo un suelo de poco espesor que permite reconocer fácilmente las características geológicas en contraste con el ramal sur, donde la arena oculta los rasgos geológicos.

En la parte norte y noroeste de chorrillos se observa materiales de origen aluvial, muy poco diagenizados, que forman parte del abanico aluvial del río Rímac. En los acantilados de la playa se observa que dicho material, se compone de conglomerados con cantos rodados de tamaño variable, siendo su matriz de arena arcillosa. Los cantos rodados consisten en su mayoría de rocas volcánicas. Los depósitos fluviales se han constituido durante la última etapa de la desglaciación pleistocénica, cuando el entonces caudaloso río Rímac transportó una carga de material bastante abundante, depositándola en forma de abanico aluvial.

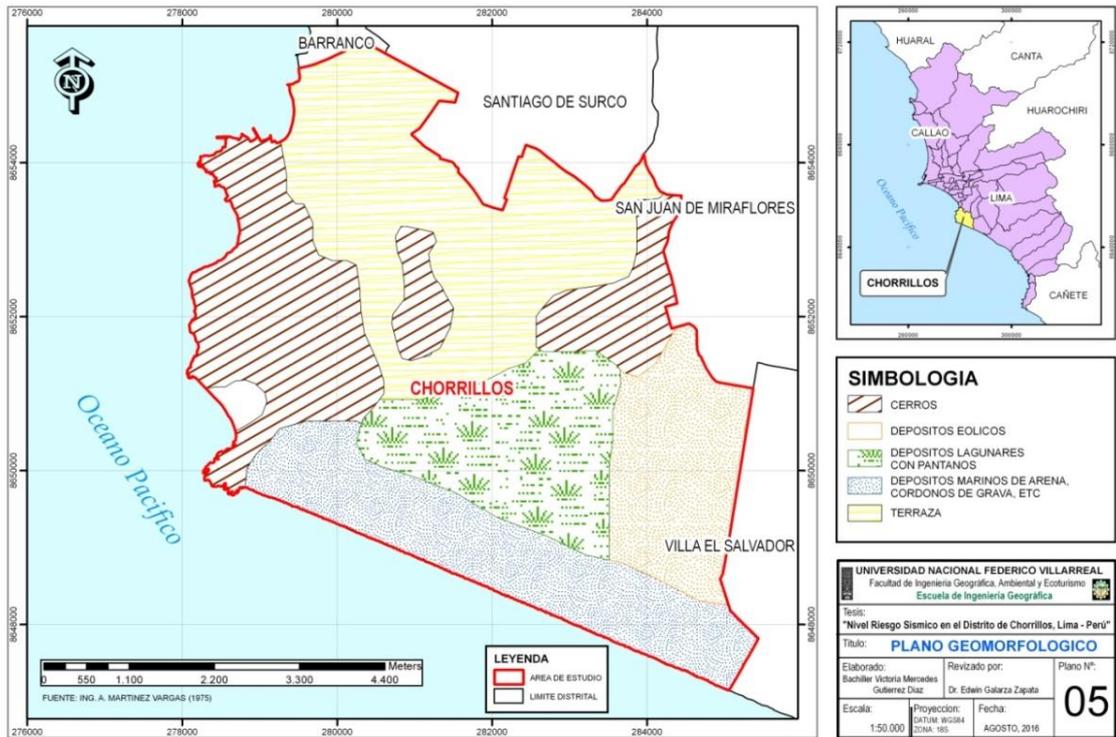
En la parte sur oeste de chorrillos se observa los depósitos de playa (depósitos marinos), se trata de depósitos de arenas recientes, originados por acción agradacional de las olas y las corrientes marinas. Ayquipa, H. C. (1995). Microzonificación sísmica de chorrillos y barranco (Tesis para optar título). Ver plano 4

Plano 4. Plano geológico



Fuente: Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres, 2004.

Plano 5. Plano geomorfológico



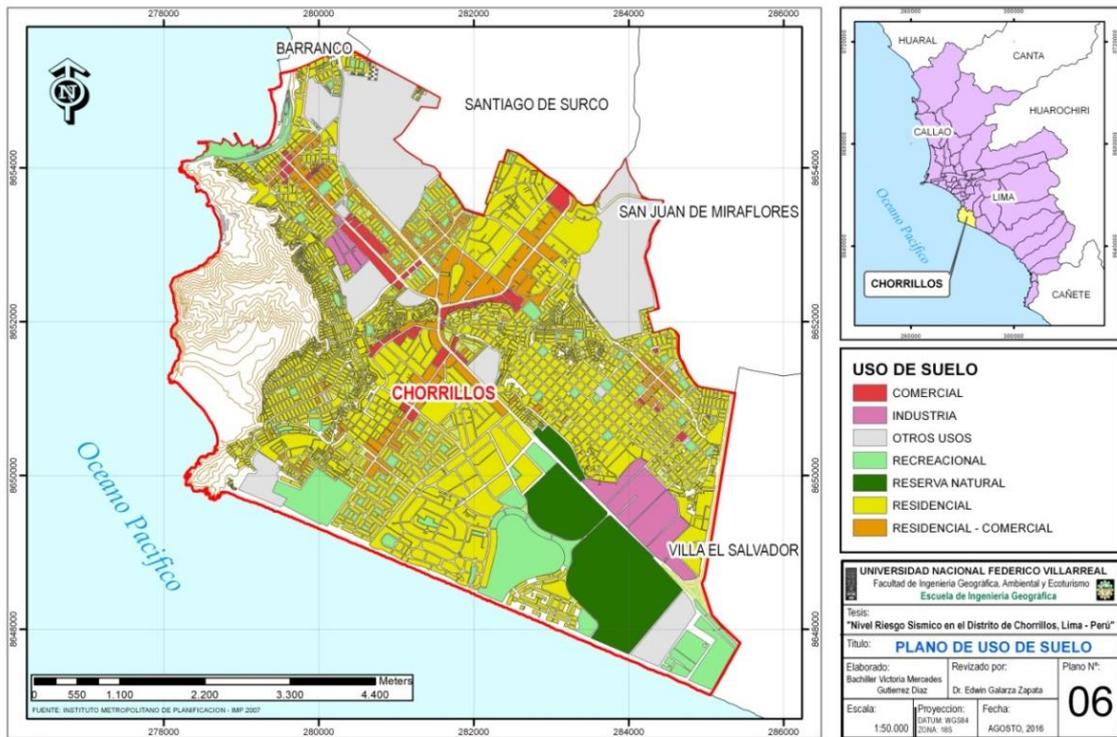
Fuente: A. Martínez Vargas, 1975.

## 4.9 USOS DE SUELO

Según la municipalidad de chorrillos (2017), en el distrito predomina en la zona vivienda lo que corresponde a zonas de mediana densidad (RDM), es decir viviendas para una o dos familias. Sin embargo, con el aumento de la población en los últimos años se está construyendo edificios multifamiliares que corresponde zonas de alta densidad (RDA).

Con menor área tenemos una zona de uso industrial. Así mismo, existe equipamiento educativo E1 (Educación básica), E2 (Educación superior tecnológica), E3 (Educación superior universitaria), tal como la universidad privada san juan bautista, universidad peruana de ciencias aplicadas y la Escuela de la policía nacional. Se observan algunas áreas para centro de salud (H2). También existen zonas destinadas para recreación pública (ZRP) y zonas de reglamentación especial (ZRE) que corresponde a las laderas de cerro. También comprende zonas de comercio (C), como es el caso de las principales avenidas del distrito tal como: Avenida defensores del morro (ex Huaylas) y Avenida guardia civil. Por último las áreas de otros usos (OU) que corresponden al penal santa mónica, el estadio de chorrillos, El cementerio santa rosa de la policía nacional del Perú y otros. (Ver plano 6)

## Plano 6. Plano uso de suelo



Fuente: Instituto metropolitano de planificación, 2007.

### 4.10 EVOLUCION DEMOGRAFICA

Los censos de población realizados en el país en las últimas décadas, muestran la evolución de la población a partir del año 1941. Según (INEI, 2007) los resultados del XI censo nacional de población, la población censada del distrito de chorrillos es 286 977 habitantes y la población estimada para el 2017 es 336784 habitantes. (Ver figura 8)

Sabemos que para calcular la población proyectada se emplea la siguiente fórmula:

$$N_t = N_0 (1 + r.t)$$

Dónde:

$N_t$  : Población al final del periodo

$N_0$  : Población al inicio

$r$  : Tasa de crecimiento observado en el periodo

$t$  : Tiempo en años

Se sabe:

- Población total (1993): 217 000

- Población total (2007): 286 977

- Tiempo (t): 14 años

$$r = (N_t/N_0 - 1)/t$$

Calculando:

$$r = (286\,977/217\,000 - 1)/14$$

$$r = 0.0230$$

Reemplazando:

$$N(2017) = N(1993)(1 + rt)$$

$$N(2017) = 217\,000(1 + 0.0230 * 14)$$

$$N(2017) = 336\,784 \text{ Habitantes}$$

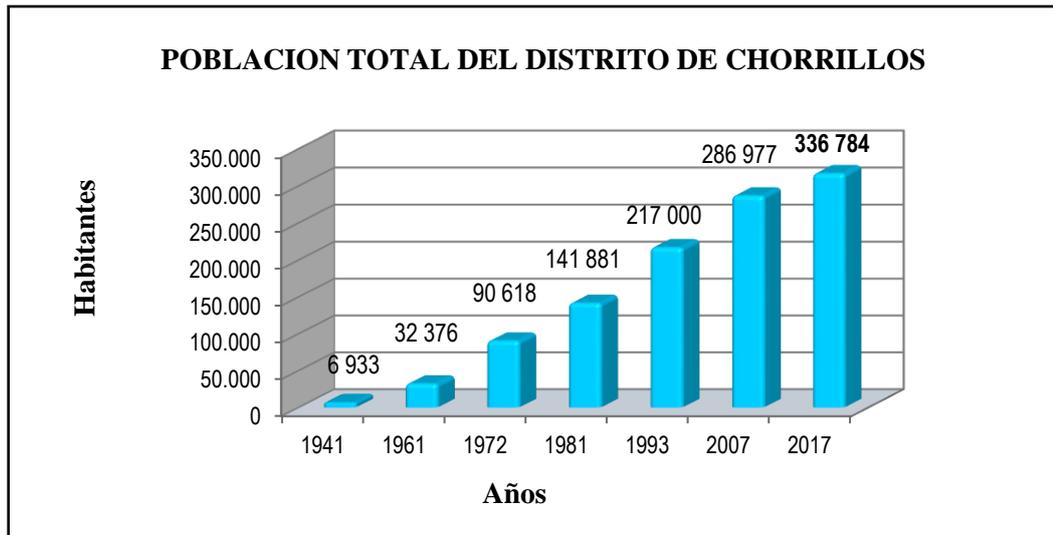


Figura 8. Población total del distrito de chorrillos y la población estimada para el 2017.

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda.

#### 4.11 POBLACIÓN POR GRANDES GRUPOS DE EDAD

Según INEI (2007), la población se divide en grandes grupos de edad, tal como se muestra en la figura 9 en unidades de porcentaje.



Figura 9. Población por grandes grupos de edad en porcentaje en el distrito de chorrillos.

Fuente: INEI – Censo nacionales de población y vivienda 2007.

## 4.12 EDUCACIÓN

Según INEI (2007), los resultados de los censos XI de población y VI de vivienda correspondiente al distrito de chorrillos, revelan que el 38,8 % de la población de 15 años y más años de edad, ha logrado estudiar algún año de educación superior (superior no universitaria 19,5% y universitaria 19,3%), lo que equivale 83 mil 245 personas. (Ver tabla 4)

Tabla 4

*Chorrillos, población censada de 15 y más años de edad por nivel de educación alcanzado según INEI 2007*

NIVEL DE EDUCACIÓN	CHORRILLOS	
	2007	%
<b>TOTAL</b>	<b>214 549</b>	<b>100</b>
<b>BÁSICA</b>		
SUB TOTAL	<b>31 753</b>	<b>14.8</b>
SIN NIVEL	4 065	1.9
INICIAL	222	0.1
PRIMARIA	27 466	12.8
<b>SECUNDARIA</b>		
SUB TOTAL	<b>99 551</b>	<b>46.4</b>
<b>SUPERIOR</b>		
SUB TOTAL	<b>83 245</b>	<b>38.8</b>
SUPERIOR NO UNIVERSITARIA	41 872	19.5
SUPERIOR UNIVERSITARIA	41 373	19.3

Fuente: INEI – Censo nacionales de población y vivienda, 2007.

Las instituciones educativas en el distrito de chorrillos, se indica en la siguiente tabla.

Tabla 5

*Número de instituciones educativas en el distrito de chorrillos*

DISTRITO	TOTAL	INSTITUCIONES EDUCATIVAS		
		EDUCACIÓN BÁSICA	EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA	EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIO
CHORRILLOS	258	249	8	1

Fuente: Ministerio de educación, 2010.

#### 4.13 POBREZA

Según INEI (2007), la pobreza en el distrito de chorrillos se encuentra en condición de pobreza total en 15,8% (Extremo: 0,6 y No extremo 15,2), equivalente a 45 699 personas y la condición de no pobreza en 84,2% equivalente a 243 537 personas. Se concluye que la población de chorrillos no es muy pobre según INEI – 2007. (Ver tabla 6)

Tabla 6

*Condición de pobreza en el distrito de chorrillos*

POBLACIÓN	CHORRILLOS			
	POBREZA (%)			NO POBREZA (%)
	TOTAL POBREZA	EXTREMO	NO EXTREMO	
289 236	15.8	0.6	15.2	84.2

Fuente: INEI – Censo nacionales de población y vivienda 2007.

## **V. RESULTADOS**

### **ANÁLISIS DEL NIVEL RIESGO SÍSMICO**

En el presente estudio de investigación se realizó un análisis situacional del distrito de chorrillos, en la cual consistió una inspección ocular de los principales lugares públicos y viviendas en el distrito en mención. Mediante esta inspección se identificó diferentes de tipos de problemática urbana.

El distrito de chorrillos presenta un proceso de urbanización sin un plan de prevención de desastres. Esto ha traído como consecuencia que en los últimos años la problemática urbana se haya agudizado, estos mismos pueden ocasionar daños a la comunidad chorrillana expuesta al presentarse un movimiento sísmico y desencadenando un desastre a la población existente.

#### **5.1 CRITERIOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN**

##### **ANÁLISIS DEL PELIGRO SISMICO**

El proceso de análisis para la identificación de peligro en el distrito de chorrillos, se basa en estudio de microzonificación sísmica de chorrillos elaborado por CISMID – UNI y el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2010).

- Con los datos obtenidos, se procede a identificar a nivel de manzanas el nivel de peligro que se encuentra expuesto el distrito de chorrillos.

- El peligro sísmico en el distrito de chorrillos, determinó el comportamiento del suelo frente a un sismo en base al conocimiento de las condiciones particulares del área de estudio, obteniéndose así cuatro zonas que se identifican en el plano de peligro sísmico. Las áreas reflejan el posible comportamiento sísmico del suelo de manera cuantitativa de menos a más desfavorable ante la ocurrencia de un sismo severo. (Ver tabla 7)

Tabla 7

*Características del suelo en el distrito de chorrillos*

<b>NIVEL PELIGRO</b>	<b>ZONA</b>	<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>COMPORTAMIENTO DINAMICO</b>
PELIGRO MUY ALTO	ZONA IV	Limo arcillosos, suelo organico y arenas finas mal gradadas con limos. Está conformada por los "Pantanos de Villa"	Más Desfavorable
PELIGRO ALTO	ZONA III	Limos ML, arcillas arenosas CL, arcillas orgánicas OH y arcillas CH. Se localiza al suroeste del distrito de chorrillos	Desfavorable
PELIGRO MEDIO	ZONA II	Arena, limos ML y arcillas CH. Se localiza en el norte, suroeste y sureste del distrito de chorrillos.	Moderado
PELIGRO BAJO	ZONA I	Arena arcillosa SC y arena limosa SM. Se localiza en la parte centro del distrito de chorrillos.	Adecuado

Fuente: UNI – CISMID, 2010.

- La calificación del peligro sísmico en el ámbito distrital se ha realizado de manera cualitativa, utilizando para ello, los niveles propuestos en el manual de estimación del riesgo del INDECI. (Ver tabla 8)

Tabla 8

*Niveles de peligro en el distrito de chorrillos*

<b>NIVELES DE PELIGRO</b>	
<b>Muy Alto</b>	<b>4</b>
<b>Alto</b>	<b>3</b>
<b>Medio</b>	<b>2</b>
<b>Bajo</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia

## **ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD**

- **IDENTIFICAR LAS VARIABLES**

Para el análisis de vulnerabilidad se seleccionó las siguientes variables:

- **Densidad poblacional**, en las últimas décadas el crecimiento de la población está generando la autoconstrucción de las viviendas sin orientación técnica adecuada, poniendo en un alto riesgo a la población ante un próximo evento sísmico. (Ver plano 9)
- **Número de pisos**, cabe resaltar que al tener más pisos, aumenta el riesgo por daños y pérdidas económicas frente un evento sísmico. (Ver plano 10)

- **Material de construcción**, clasifica las viviendas del distrito a nivel de manzanas los tipos de materiales que se han utilizado en su construcción. (Ver plano 11)
- **Estado de conservación**, muestra las manzanas según su estado de conservación. El criterio de valoración usado para calificar el estado de conservación de las viviendas ha sido de carácter cualitativo. (Ver plano 12)
- **El año de construcción**, como sabemos data desde el siglo XVII, es una de las zonas más antiguas de Lima, sus viviendas son más vulnerables por el paso de los años ante un evento sísmico. (Ver plano 13)
- **Emplazamiento**, de acuerdo a la ubicación o posicionamiento de las edificaciones tal como: llano, ladera próximo al acantilado y próxima a nivel freático alto. (Ver plano 14)
- **ANALISIS DE VULNERABILIDAD**

Para el análisis de la vulnerabilidad se presentan dos tipos de metodologías: cualitativo y heurístico.

**Metodología cualitativa**, comprende el análisis de las edificaciones del distrito de chorrillos, con el propósito de identificar las debilidades aparentes de una manzana, se consideró los niveles de vulnerabilidad de INDECI. (Ver tabla 9)

Tabla 9

*Metodología cualitativa: variables para el análisis de la vulnerabilidad en el distrito de chorrillos*

VARIABLES	INDICADORES	CLASIFICACION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
Densidad poblacional	Número de la población por hectáreas	Alta (DA) Media (DM) Baja (DB) Muy Baja (DMB)	Muy alto
			Alto
			Medio
			Bajo
<b>Vivienda</b>			
Número de pisos	Número de pisos predominantes en el distrito	4 pisos a mas 3 pisos 2 pisos 1 piso	Muy alto
			Alto
			Medio
			Bajo
Material de construcción	Material de construcción predominantes en el distrito	Adobe Mampostería Concreto Madera	Muy alto
			Alto
			Medio
			Bajo
Estado de conservación	Estado de conservación predominantes en el distrito	Muy malo Malo Regular Bueno	Muy alto
			Alto
			Medio
			Bajo
Año de construcción	Año de construcción predominantes en el distrito	Anterior a 1960 Desde 1961 a1971 Desde 1972 a1980 Posterior a 1981	Muy alto
			Alto
			Medio
			Bajo
Emplazamiento	Emplazamiento predominantes en el distrito	Próx. nivel freático alto próx. al acantilado Ladera Llano	Muy alto
			Alto
			Medio
			Bajo

Fuente: Elaboración propia

**Metodología heurística**, esta metodología combina lo cualitativo con lo cuantitativo, para lo cual se ha procedido de la siguiente manera:

### Paso 1

- Elección de las variables de vulnerabilidad ante sismos.
- Asignación de un peso (ponderación), de acuerdo a su incidencia ante sismos. A mayor peso, mayor incidencia.

- Asignación de un valor a cada uno de los indicadores de cada variable.  
Mayor valor al que tiene mayor incidencia. (Ver tabla 11)

## **Paso 2**

- Aplicación, mediante el SIG, a cada manzana, multiplicando la ponderación de la variable con el valor del indicador. De esta forma se obtiene un puntaje a cada manzana, de la sumatoria resultante.

$$\mathbf{VT = PE + PEC + PMC + PNP + PAC + PDP}$$

Dónde:

VT : Vulnerabilidad total

VE : Puntaje de emplazamiento

VEC: Puntaje de estado de conservación

VMC: Puntaje de material de construcción

VNP: Puntaje de número de pisos

VDP: Puntaje de densidad poblacional

## **Paso 3**

- Establecimiento de los rangos para definir los niveles de vulnerabilidad.
- Diferencia entre el puntaje menor posible y el mayor.
- División de la diferente entre 4.
- Establecimientos de 4 rangos semejantes.

De esta manera, los niveles de vulnerabilidad de cada manzana quedan establecidos mediante los rangos que se muestran en el siguiente tabla 10 y queda graficado en el plano 15.

Tabla 10

*Metodología heurística: Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos*

<b>NIVELES DE VULNERABILIDAD</b>		<b>RANGOS</b>
<b>Muy Alto</b>	<b>4</b>	56 - 66
<b>Alto</b>	<b>3</b>	45 - 55
<b>Medio</b>	<b>2</b>	34 - 44
<b>Bajo</b>	<b>1</b>	23- 33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

*Metodología heurística: Ponderación de valoración de variables de vulnerabilidad de las edificaciones ante sismos*

PONDERACION Y VALORACION DE VARIABLES DE VULNERABILIDAD								
VARIABLES DE VULNERABILIDAD		Emplazamiento	Estado de Conservación	Materiales de Construcción	Número de Pisos	Año de Construcción	Densidad Poblacional	
PONDERACIÓN (P)		6	5	4	3	2	1	
VALOR (V) (De los Indicadores)	4	Muy Alto	Próximo a nivel freático alto	Muy Malo	Adobe	Mayor a 5	Anterior a 1960	Alta
	3	Alto	Próximo acantilado	Malo	Mampostería	3	Desde 1961 a 1971	Media
	2	Medio	Ladera	Regular	Madera	2	Desde 1972 a 1980	Baja
	1	Bajo	Llano	Bueno	Concreto	1	Posterior a 1981	Muy Baja

Fuente: Elaboración propia

## **ESTIMACION DE RIESGO**

- Analizar los resultados de los análisis de peligro y de vulnerabilidad referida a dicho peligro.
- Generar el cruce de acuerdo a los niveles de peligro y vulnerabilidad.
- Estimar el riesgo, mapeándolo e identificando los cuatro niveles predeterminados.
- En base a la matriz de zonificación de riesgos – INDECI, la cual se aplica a cada manzana mediante el sistema de información geográfica, muestra la interrelación de los niveles de peligro y vulnerabilidad con el fin de identificar los sectores de riesgo sísmico que se encuentra expuesto el distrito de chorrillos y lo clasificamos de la siguiente manera:

<b>NIVELES DE RIESGO</b>
<b>Riesgo Sísmico Muy Alto</b>
<b>Riesgo Sísmico Alto</b>
<b>Riesgo Sísmico Medio</b>
<b>Riesgo Sísmico Bajo</b>

- La calificación del riesgo para estas zonas priorizadas se ha realizado de manera cualitativa, utilizando para ello, los niveles propuestos en el manual de estimación del riesgo del INDECI: bajo, medio alto y muy alto. (Ver tabla 12)
- Obtención del plano de riesgo sísmico del distrito de chorrillos.



Figura 10. Proceso de estimación del riesgo sísmico en el distrito de chorrillos.

Fuente: Elaboración propia

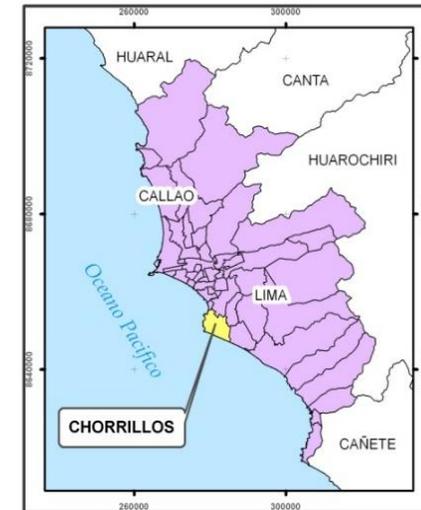
Tabla 12

Matriz de zonificación de riesgos de INDECI

		ZONAS DE VULNERABILIDAD EN ÁREAS OCUPADAS				ÁREAS LIBRES	RECOMENDACIONES PARA ÁREAS SIN OCUPACIÓN		
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA				
ZONAS DE PELIGRO	MUY ALTO	ZONAS DE RIESGO MUY ALTO	ZONAS DE RIESGO MUY ALTO	ZONAS DE RIESGO ALTO	ZONAS DE RIESGO ALTO		Prohibido su uso con fines de expansión urbana Se recomienda utilizarlos como zonas recreativas, etc.	MUY ALTO	
	ALTO	ZONAS DE RIESGO MUY ALTO	ZONAS DE RIESGO ALTO	ZONAS DE RIESGO MEDIO	ZONAS DE RIESGO MEDIO		Pueden ser empleados para expansión urbana de baja densidad, sin permitir la construcción de equipamientos urbanos importantes Se deben emplear materiales y sistemas constructivos adecuados	ALTO	
	MEDIO	ZONAS DE RIESGO ALTO	ZONAS DE RIESGO MEDIO	ZONAS DE RIESGO MEDIO	ZONAS DE RIESGO BAJO		Suelos aptos para expansión urbana	MEDIO	
	BAJO	ZONAS DE RIESGO ALTO	ZONAS DE RIESGO MEDIO	ZONAS DE RIESGO BAJO	ZONAS DE RIESGO BAJO		Suelos ideales para expansión urbana y localización de equipamientos urbanos importantes	BAJO	
								ZONAS DE PELIGRO	

Fuente: Instituto nacional de defensa civil

Plano 7. Sectores evaluados



**LEYENDA**

- AREA DE ESTUDIO
- LIMITE DISTRITAL
- MANZANAS EVALUADAS

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo  
 Escuela de Ingeniería Geográfica

Tesis:  
**"Nivel Riesgo Sísmico en el Distrito de Chorrillos, Lima - Perú"**

Título: **PLANO SECTORES EVALUADOS**

Elaborado: Bachiller Victoria Mercedes Gutierrez Diaz	Revizado por: Dr. Edwin Galarza Zapata	Plano N°: <b>07</b>
Escala: 1:50.000	Proyeccion: DATUM: WGS84 ZONA: 18S	Fecha: AGOSTO, 2016

## 5.2 ANALISIS DEL PELIGRO SISMICO

Mediante el estudio de microzonificación sísmica en el distrito de chorrillos realizado por la universidad nacional de ingeniería y el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento fue dado por un convenio para ejecutar dicho estudio en el 2010, el objetivo fue la elaboración de un mapa de microzonificación sísmica para chorrillos.

Producto de esta superposición de resultados se ha subdividido el distrito de chorrillos en cuatro zonas, donde se clasificaron en 4 niveles de peligrosidad de acuerdo al instituto nacional de defensa civil – INDECI. Permitiendo la identificación del peligro sísmico al que se encuentra expuesto el distrito de chorrillos.

Mi trabajo consistió mediante este estudio identificar mediante el SIG las manzanas ubicadas de acuerdo al nivel de peligrosidad y darle un valor del 1 al 4 de acuerdo a la escala de INDECI (Ver tabla 8). Y con el resultado de la vulnerabilidad se realiza una multiplicación entre ambos resultados y se obtuvo el riesgo sísmico del distrito de chorrillos expresado en valores.

Se detalla líneas abajo en que consistió dicho estudio en mención también se realizó un diagnóstico del área de estudio identificando los demás peligros que está expuesto el distrito de chorrillos y se resume en lo siguiente:

## **MICROZONIFICACION SÍSMICA EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS**

El peligro sísmico se determinó utilizando la información pertinente en la literatura técnica como son las leyes de atenuación de Youngs et al (1997) para suelo y roca, la ley de atenuación del CISMID (2006) y la ley de atenuación de Sadigh et al (1997) y como herramienta para el proceso de información el programa de computo CRISIS 2007, desarrollado por Ordaz et al. (1999), que emplea métodos numéricos conocidos. Se han utilizado las fuentes sismo génicas para sismos continentales y de subducción, las cuales están basadas en el trabajo de tesis de investigación de Gamarra y Aguilar (2009).

La evaluación del peligro sísmico se realizó mediante leyes de atenuación para aceleraciones espectrales en el distrito de chorrillos, se ha considerado las coordenadas geográficas: 77.01° 12.19°.

Se utilizó la clasificación de suelos propuesta en el Internacional Building Code (IBC,2006) para la descripción de los resultados obtenidos, los cuales muestran que la aceleración horizontal máxima del sismo de diseño considerado un suelo del tipo B (roca), es de 0.34g; este valor está referido al basamento rocoso o suelo firme y la aceleración horizontal máxima del sismo de diseño considerado un suelo firme del tipo D, y considerando un suelo denso del tipo C, presenta aceleraciones horizontales máximas (PGA) que varían entre 0.47 g a 0.55g. Estos valores de aceleración corresponden a un periodo de retorno de 475 años, con un periodo de exposición sísmica de 500 años con una probabilidad de excedencia del 10%.

Al final se obtiene un mapa de microzonificación sísmica producto de la superposición de resultados obtenidos del mapa de microzonificación geotécnica y el mapa de curvas de isoperiodos donde se determinó el comportamiento del suelo frente a un sismo en base al conocimiento de las condiciones particulares del área local.

Producto de esta superposición se ha subdividido el distrito de chorrillos en cuatro zonas, las cuales la clasificaremos en 4 niveles de peligrosidad de acuerdo al instituto nacional de defensa civil – INDECI. Así identificándose de manera general las áreas más peligrosas del distrito de chorrillos.

### **ZONA I**

Esta zona está conformada por el área circundante al afloramiento rocoso del morro solar, y está constituida generalmente por arenas pobremente gradadas con restos de conchuelas, arena arcillosa y arena limosa de compacidad media a densa. El comportamiento del suelo en esta zona es adecuado.

### **ZONA II**

En esta zona está conformada por la Zona II-A y Zona II – B, las cuales rodean a la Zona I.

## **ZONA II – A**

Corresponde a la zona del sector norte del distrito de chorrillos, colindante con el distrito de barranco. El perfil estratigráfico está conformado superficialmente por estratos de arenas y limos intercalados con arcillas de espesor variable. “En esta zona se espera un incremento moderado del nivel peligro sísmico estimado por efecto del comportamiento dinámico del suelo” (Méndez, 2017).

## **ZONA II – B**

Esta zona se localiza entre el sector suroeste a sureste del distrito de chorrillos. El perfil estratigráfico está conformado por rellenos de espesor variado que llegan hasta 1m de profundidad. Subyaciendo a estos suelos se encuentran arenas finas eólicas. En general el terreno de cimentación está conformado por el estrato de arena mal gradada con limo en estado húmedo a seco, de compacidad media densa a densa. “En esta zona se espera un incremento moderado del nivel de peligro sísmico estimado por efecto del comportamiento dinámico del suelo” (Méndez, 2017).

## **ZONA III**

Esta zona se localiza en el sector Suroeste del distrito de chorrillos. El perfil estratigráfico en esta zona está conformado predominantemente por arenas eólicas limosa y arena eólicas mal gradadas. En general, el terreno de cimentación está conformado por el estrato de arena fina de gran potencia, las cuales se encuentran en estado húmedo a saturada. El comportamiento dinámico del terreno en esta zona es

desfavorable, se espera un fuerte incremento del nivel de peligro sísmico (Méndez, 2017).

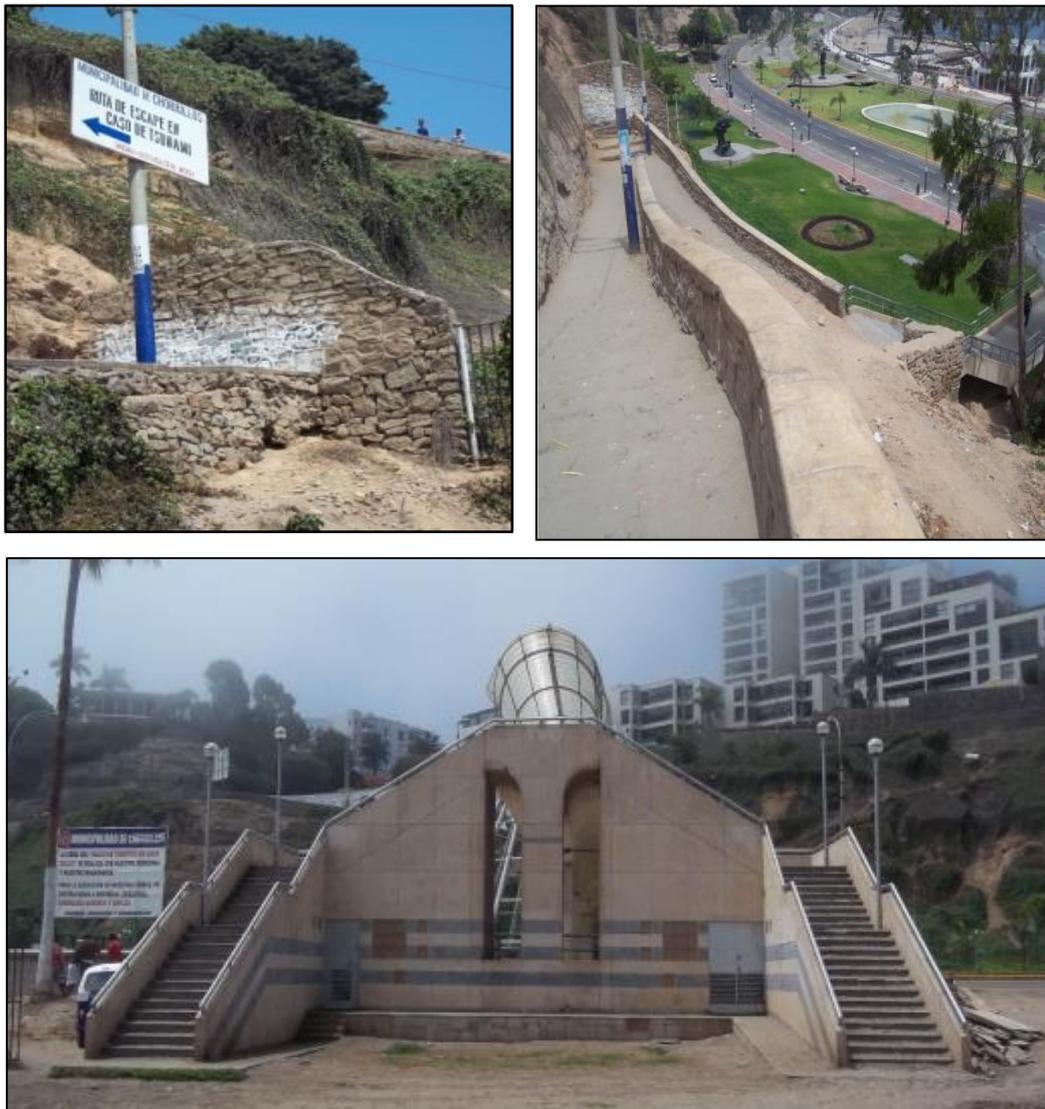
#### **ZONA IV**

Esta zona incluye el área localizada en la parte sur del distrito de chorrillos, y está conformada por los terrenos pantanosos conocidos como los “pantanos de villa”. El perfil estratigráfico en los pantanos, está conformado por suelos limo-arcillosos de compacidad media, continua la turba de color negro a verde amarillento, en estado de descomposición, olor fétido y con intercalaciones de arena limosa. En general estos tipos de suelos son altamente compresibles. El nivel freático, es superficial. El comportamiento dinámico del suelo en esta zona “es el más desfavorable, es el área del distrito de chorrillos que está expuesta a los más altos niveles de peligro sísmico y en donde se han presentado los mayores daños en sismos pasados”. (Méndez, 2017)

#### **PELIGRO POR INUNDACION DE TSUNAMIS**

Chorrillos por las condiciones geográficas que presentan sus playas es una zona altamente vulnerable a la ocurrencia de tsunamis y estas no son favorables para realizar una rápida evacuación hacia las zonas seguras, sus autoridades deben preparar un plan de evacuación integral para establecer acciones preventivas para disminuir riesgos ante la ocurrencia de este fenómeno, ubicando vías de evacuación peatonal y conociendo zonas seguras donde podrían protegerse ante este evento inevitable.

**Playa agua dulce**, es la playa más popular, concurrida de lima metropolitana. Actualmente se observó solo una escalera peatonal para subir a la parte superior del acantilado, su estado de conservación es regular en sus diversos tramos. (Ver figura 11)



*Figura 11.* Rutas de evacuación peatonal en la parte inferior y superior de la playa agua dulce.

Fuente: Trabajo de campo

**Playa los pescadores**, actualmente cuenta una escalera para subir a la parte superior del acantilado, para llegar a ella es necesario cruzar la vía asfaltada con un flujo

vehicular permanente y a esto agregarle su estado de conservación regular a malo, lo que hace un peligro latente al momento de efectuarse un desastre. (Ver figura 12)



*Figura 12.* Rutas de evacuación peatonal en la parte superior de la playa los pescadores.

Fuente: Trabajo de campo

**Playa la herradura**, ha sido remodelada por la municipalidad de lima como un atractivo turístico, pero no se ha tomado medidas de prevención ante un tsunami, no se observó señalización de parte del municipio indicando vías de evacuación peatonal vehicular, zonas de refugio y etc. Poniendo en peligro a las personas al momento de efectuarse un desastre. (Ver figura 13)



*Figura 13.* Rutas de evacuación peatonal en la parte inferior y superior de la playa la herradura..

Fuente: Trabajo de campo

**Playa la chira (Zona villa)**, las urbanizaciones afectadas por un probable tsunami serían los cedros de villa y la encantada de villa. En el 2011, la asociación de vecinos la encantada de villa, ha financiado un plan de contingencias para alerta de tsunamis, garantizando una adecuada evacuación segura y eficiente para todos los residentes e instituciones que se ubiquen en la zona de la encantada de villa. (Ver figura 14)



Figura 14. Mapa de evacuación en caso de tsunami en la urb. los cedros de villa.

Fuente: Trabajo de campo

## **PELIGRO POR DESLIZAMIENTO**

Son los fenómenos más frecuentes en el ámbito del cerro marcavilca y áreas cercanas, dadas por las características geológicas, el estado de las rocas, la composición del suelo y a esto agregarle el asentamiento de la población de bajos recursos económicos en dichas áreas, aumentando la vulnerabilidad ante un evento sísmico. (Ver figuras 15 al 17)



*Figura 15.* A.H. Santa teresa de villa, presenta viviendas en zonas de alto riesgo.

Fuente: Trabajo de campo



*Figura 16.* A.H. Buenos aires de villa, presenta viviendas con cimientos propensos a desprenderse.

Fuente: Trabajo de campo



*Figura 17.* A.H Luis felipe de las casas, presenta viviendas con un pircado deficiente e inestable.

Fuente: Trabajo de campo

El malecón grau de chorrillos, con el pasar de los años se ha ido deteriorando lo cual representa un peligro a la población y a través del trabajo de campo se encontró zonas de alto riesgo, en el cual se visualiza en la siguiente figura.



*Figura 18.* En el malecón grau, se detectó lugares propensos a colapsar representando un peligro para el peatón que transita en dicha zona.

Fuente: Trabajo de campo

## PELIGROS ANTROPICOS

Los principales peligros antrópicos o generados por el hombre, para el distrito de chorrillos son:

- **Incendios urbanos**

Hay zonas en el distrito de chorrillos de uso industrial y talleres por lo que muchas empresas optan por comodidad con tanques de gas propano en sus azoteas, la capacidad consta de 120, 250, 500 y 1000 galones. En el peor escenario un sismo debilitaría el terreno, el mismo produciría una fuga de gas masiva y luego una explosión afectando a la población cercana. (Ver figura19)



*Figura 19.* En la urb. la campaña se ubicó en la parte superior de las edificaciones tanques de gas propano.

Fuente: Trabajo de campo

- **Las líneas de electricidad y comunicaciones**

Chorrillos es abastecido por la empresa privada Luz del Sur, es vulnerable por problemas tales como: La falta de ordenamiento de las líneas de electricidad y comunicaciones, falta de protección a las infraestructuras, inadecuado mantenimiento, la exposición de las líneas aéreas y de otras estructuras. (Ver figura 20)



*Figura 20.* Falta de ordenamiento y mantenimiento de las líneas de electricidad y comunicaciones.

Fuente: Trabajo de campo

- **Contaminación ambiental**

La chira es el colector de desagüe más grande de lima y emite aproximadamente 8 m<sup>3</sup>/s de aguas servidas de todos los distritos de Lima directamente al mar. La evacuación de aguas residuales a la playa la chira, propicia la formación de focos

infecciosos que perjudican a la población por donde recorre dichas aguas. (Ver figura 21)



*Figura 21.* Canal de evacuación y desembocadura de aguas residuales de la playa la chira.

Fuente: Trabajo de campo

### 5.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL PELIGRO SÍSMICO

Mediante esta información obtenida y aplicando el procedimiento indicado en el acápite 5.1 se identificará las manzanas que pertenezcan a cada nivel de calificación. La siguiente tabla 13, muestra el nivel de peligro predominante muy alto y alto al que corresponde el 34 % de las manzanas.

Tabla 13

*Peligro sísmico en el distrito de chorrillos a nivel de manzanas*

NIVEL DE PELIGRO		Nº DE MANZANAS	%
1	BAJO	517	21.2
2	MEDIO	1085	44.7
3	ALTO	358	14.7
4	MUY ALTO	473	19.4
TOTAL		2433	100

En resumen la siguiente tabla y figura nos muestra el nivel peligro sísmico al que se encuentra expuesto el distrito de chorrillos. (Ver plano 8)

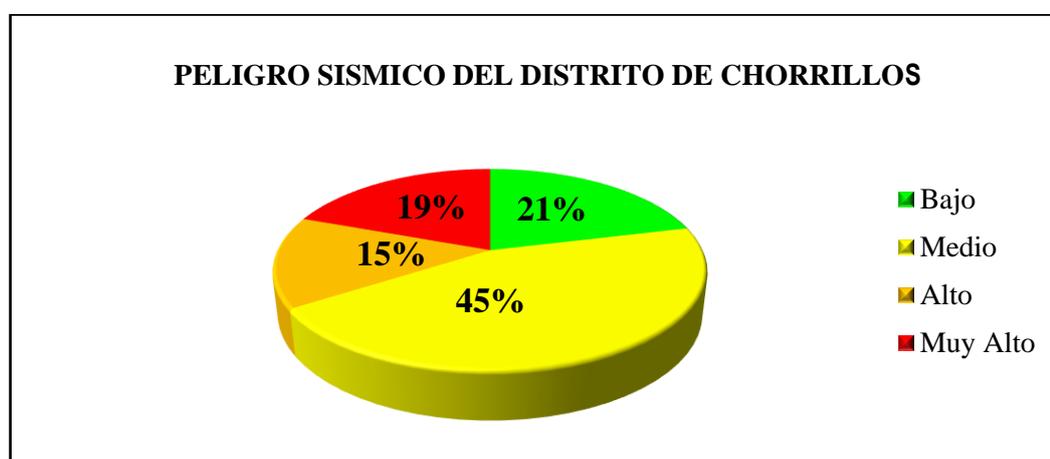
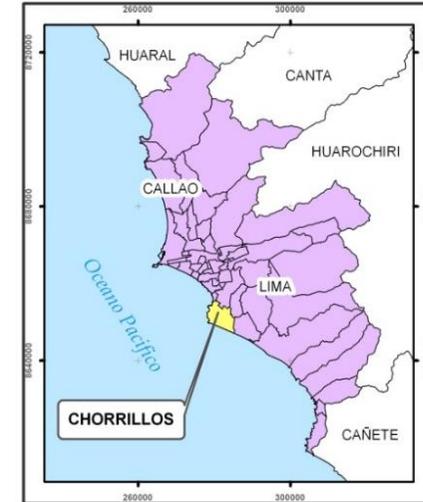
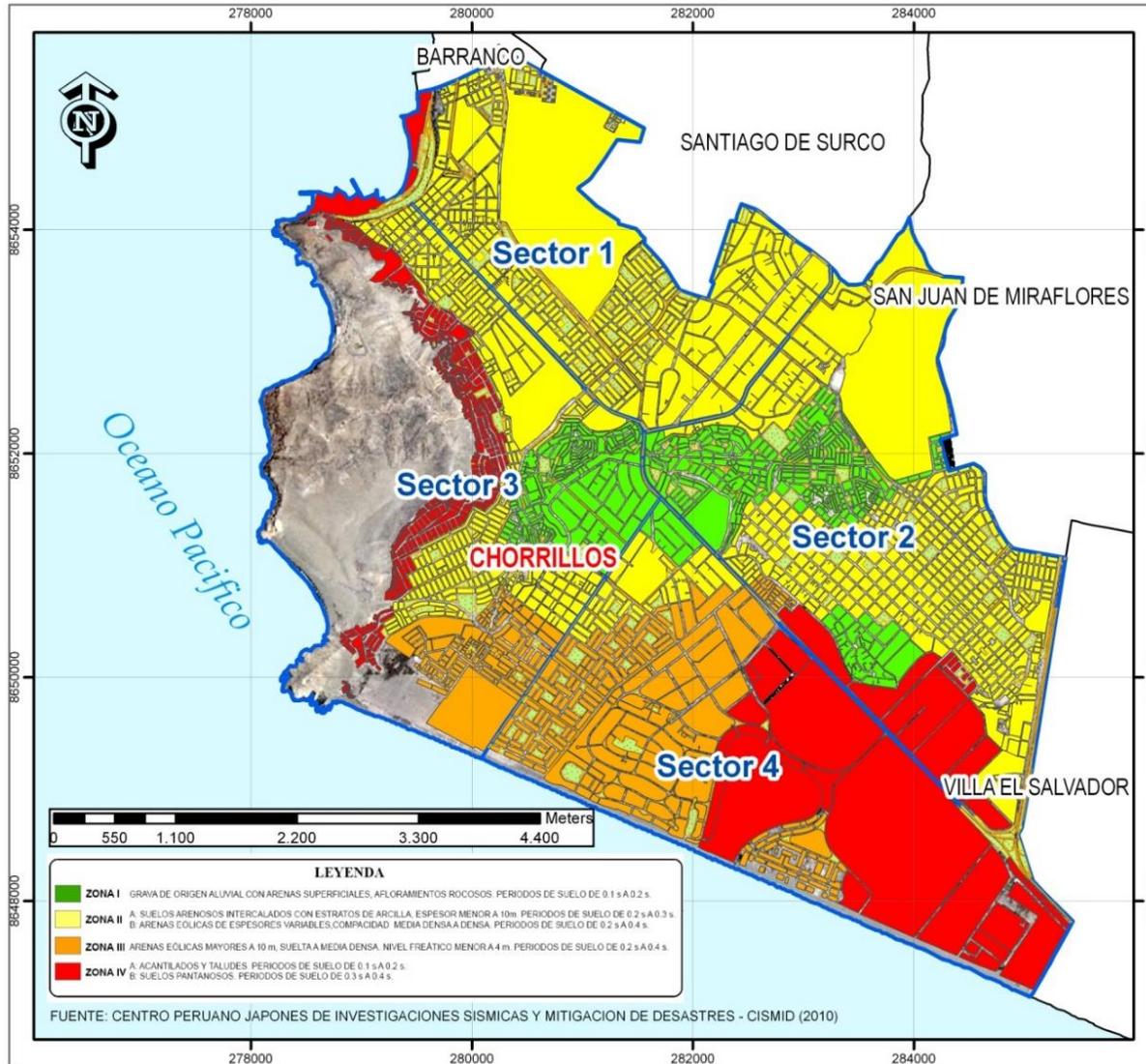


Figura 22. Porcentaje de peligro sísmico en el distrito de chorrillos. Fuente: Elaboración propia

Plano 8. Plano de peligro sísmico



**PELIGRO**

NIVELES

<span style="color: green;">■</span>	ZONA I	PELIGRO BAJO
<span style="color: yellow;">■</span>	ZONA II	PELIGRO MEDIO
<span style="color: orange;">■</span>	ZONA III	PELIGRO ALTO
<span style="color: red;">■</span>	ZONA IV	PELIGRO MUY ALTO

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo  
 Escuela de Ingeniería Geográfica

Tesis:  
 "Nivel Riesgo Sísmico en el Distrito de Chorrillos, Lima - Perú"

Título: **PLANO DE PELIGRO SISMICO**

Elaborado: Bachiller Victoria Mercedes Gutierrez Diaz	Revizado por: Dr. Edwin Galarza Zapata	Plano N°: <b>08</b>
Escala: 1:50.000	Proyeccion: DATUM: WGS84 ZONA: 18S	Fecha: AGOSTO, 2016

### 5.3 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La metodología utilizada para el análisis de vulnerabilidad se presenta en el acápite 5.1, teniendo como elemento base a la manzana y se ha realizado en torno a los siguientes variables que se detalle a continuación:

- **DENSIDAD POBLACIONAL**

Según el levantamiento de campo se ha tomado todo el área del distrito de chorrillos y se sectorizo en áreas homogéneas en cuanto a sus características de las edificaciones, la siguiente tabla 14 sintetiza lo encontrado en campo en base a la densidad poblacional y lo clasifica según el nivel de vulnerabilidad propuesta por INDECI.

Tabla 14

*Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de la densidad poblacional*

Nº	CLASIFICACION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
1	MUY BAJA	BAJO
2	BAJA	MEDIO
3	MEDIA	ALTO
4	ALTA	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

- **NÚMERO DE PISOS**

Según el levantamiento de campo se ha tomado todo el área del distrito de chorrillos y se sectorizo en áreas homogéneas en cuanto a sus características de las edificaciones, la siguiente tabla 15 sintetiza lo encontrado en campo en base al número de pisos y lo clasifica según el nivel de vulnerabilidad propuesta por INDECI.

Tabla 15

*Nivel de vulnerabilidad según la clasificación número de pisos*

Nº	CLASIFICACION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
1	1 PISO	BAJO
2	2 PISOS	MEDIO
3	3 PISOS	ALTO
4	4 PISOS A MAS	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

- **MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**

Según el levantamiento de campo se ha tomado todo el área del distrito de chorrillos y se sectorizo en áreas homogéneas en cuanto a sus características de las edificaciones, la siguiente tabla 16 sintetiza lo encontrado en campo en base al material de construcción y lo clasifica según el nivel de vulnerabilidad propuesta por INDECI.

Tabla 16

*Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de material de construcción*

Nº	CLASIFICACION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
1	CONCRETO	BAJO
2	MADERA	MEDIO
3	MAMPOSTERIA	ALTO
4	ADOBE	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

- **ESTADO DE CONSERVACIÓN**

Según el levantamiento de campo se ha tomado todo el área del distrito de chorrillos y se sectorizo en áreas homogéneas en cuanto a sus características de las edificaciones, la siguiente tabla 17 sintetiza lo encontrado en campo en base al estado de conservación y lo clasifica según el nivel de vulnerabilidad propuesta por INDECI.

Tabla 17

*Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de estado de conservación*

Nº	CLASIFICACION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
1	BUENO	BAJO
2	REGULAR	MEDIO
3	MALO	ALTO
4	MUY MALO	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

- **AÑO DE CONSTRUCCIÓN**

Según el levantamiento de campo se ha tomado todo el área del distrito de chorrillos y se sectorizo en áreas homogéneas en cuanto a sus características de las edificaciones, la siguiente tabla 18 sintetiza lo encontrado en campo en base al año de construcción y lo clasifica según el nivel de vulnerabilidad propuesta por INDECI.

*Tabla 18*

*Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de año de construcción*

Nº	CLASIFICACION	NIVEL DE VULNERABILIDAD
1	POSTERIOR A 1981	BAJO
2	DESDE 1972 A 1980	MEDIO
3	DESDE 1961 A 1971	ALTO
4	ANTERIOR A 1960	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

- **EMPLAZAMIENTO**

Según el levantamiento de campo se ha tomado todo el área del distrito de chorrillos y se sectorizo en áreas homogéneas en cuanto a sus características de las edificaciones, la siguiente tabla 19 sintetiza lo encontrado en campo en base al emplazamiento y lo clasifica según el nivel de vulnerabilidad propuesta por INDECI.

Tabla 19

*Nivel de vulnerabilidad según la clasificación de emplazamiento*

<b>Nº</b>	<b>CLASIFICACION</b>	<b>NIVEL DE VULNERABILIDAD</b>
1	LLANO	BAJO
2	LADERA	MEDIO
3	PROXIMO ACANTILADO	ALTO
4	PROXIMO A NIVEL FREATICO ALTO	MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia

## 5.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Como resultado del trabajo de campo se obtuvo la siguiente información de cada una de las variables a nivel de manzanas.

- **DENSIDAD POBLACIONAL**

La siguiente tabla 20, indica el número de manzanas que se encuentran en vulnerabilidad alta y media, en total es 2125 lo cual representa el 87% del total.

(Ver plano 9)

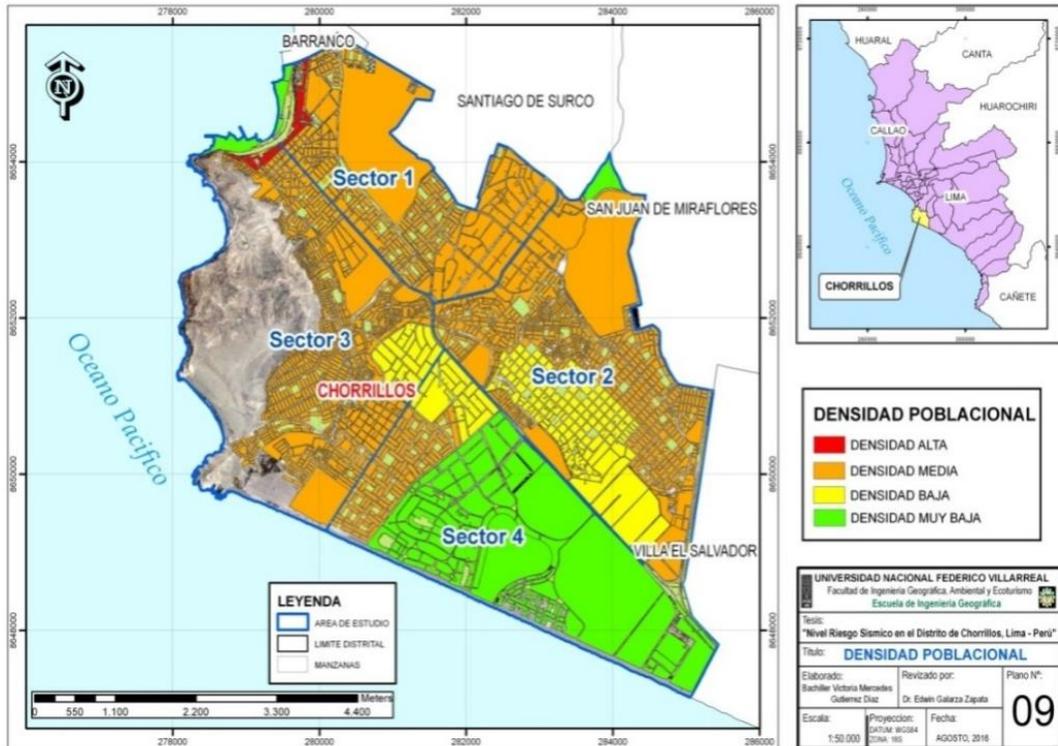
Tabla 20

*Vulnerabilidad según la densidad poblacional en el distrito de chorrillos*

Nº	CLASIFICACION	Nº DE MANZANAS	%
1	MUY BAJA	132	5.4
2	BAJA	176	7.2
3	MEDIA	2095	86.2
4	ALTA	30	1.2
<b>TOTAL</b>		<b>2433</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Plano 9. Plano de densidad poblacional



- NÚMERO DE PISOS**

La siguiente tabla 21, indica el número de manzanas que se encuentran en vulnerabilidad alta y muy alta, en total es 139 manzanas lo cual representa el 6% del total. (Ver plano 10)

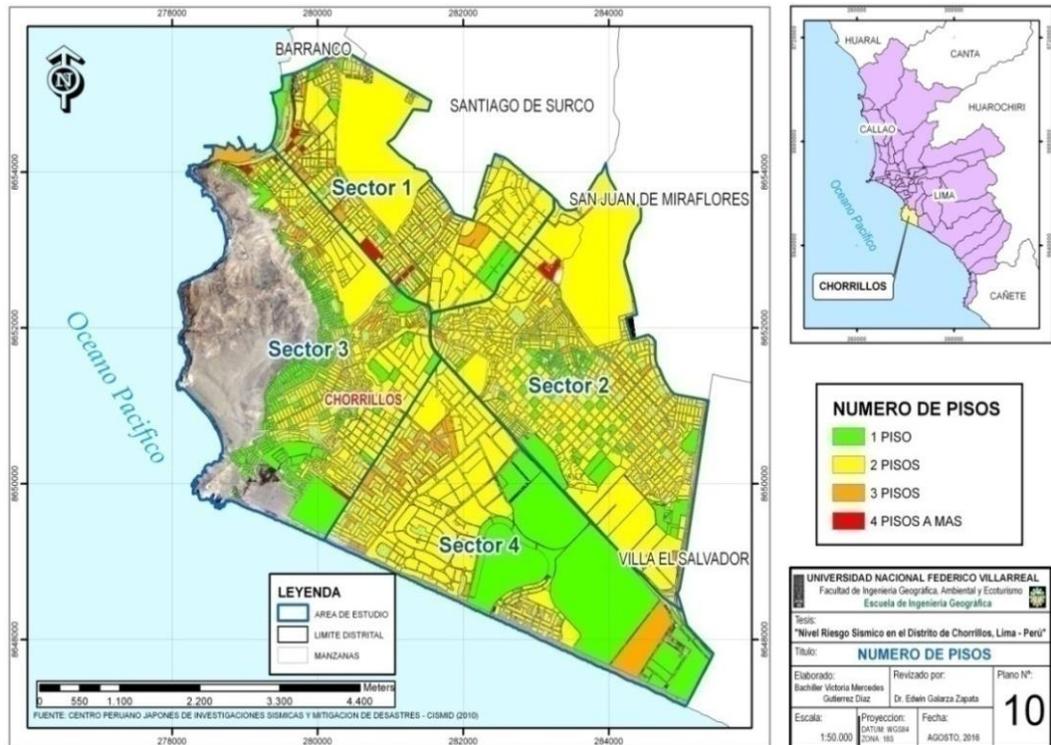
Tabla 21

*Vulnerabilidad según el número de pisos en el distrito de chorrillos*

Nº	CLASIFICACION	Nº DE MANZANAS	%
1	1 PISO	663	27.3
2	2 PISOS	1631	67.0
3	3 PISOS	112	4.6
4	4 PISOS A MAS	27	1.1
<b>TOTAL</b>		<b>2433</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Plano 10. Plano de número de pisos



- **MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**

La siguiente tabla 22, indica el número de manzanas que se encuentran en vulnerabilidad alta y muy alta, en total es 2132 manzanas lo cual representa el 88% del total. (Ver plano 11)

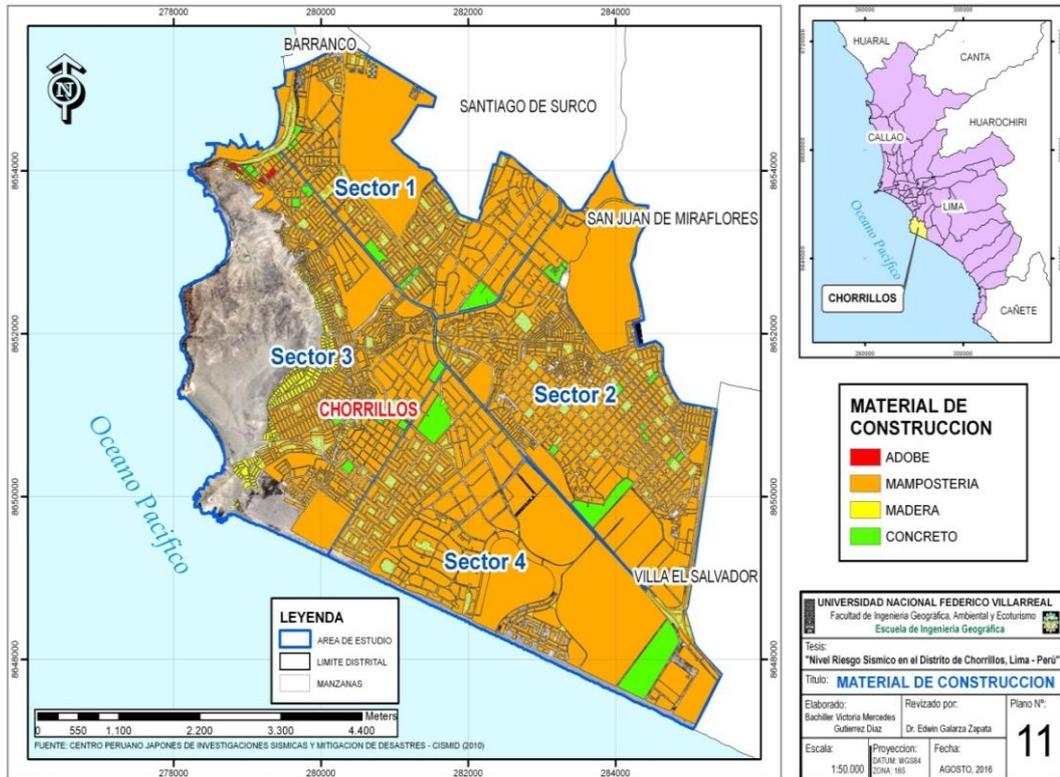
Tabla 22

*Vulnerabilidad según el material de construcción en el distrito de chorrillos*

Nº	CLASIFICACION	Nº DE MANZANAS	%
1	CONCRETO	39	1.6
2	MADERA	262	10.7
3	MAMPOSTERIA	2126	87.4
4	ADOBE	6	0.3
<b>TOTAL</b>		<b>2433</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Plano 11. Plano de material de construcción



- **ESTADO DE CONSERVACIÓN**

La siguiente tabla 23, indica el número de manzanas que se encuentran en vulnerabilidad alta y muy alta, en total es 431 manzanas lo cual representa el 18% del total. (Ver plano 12)

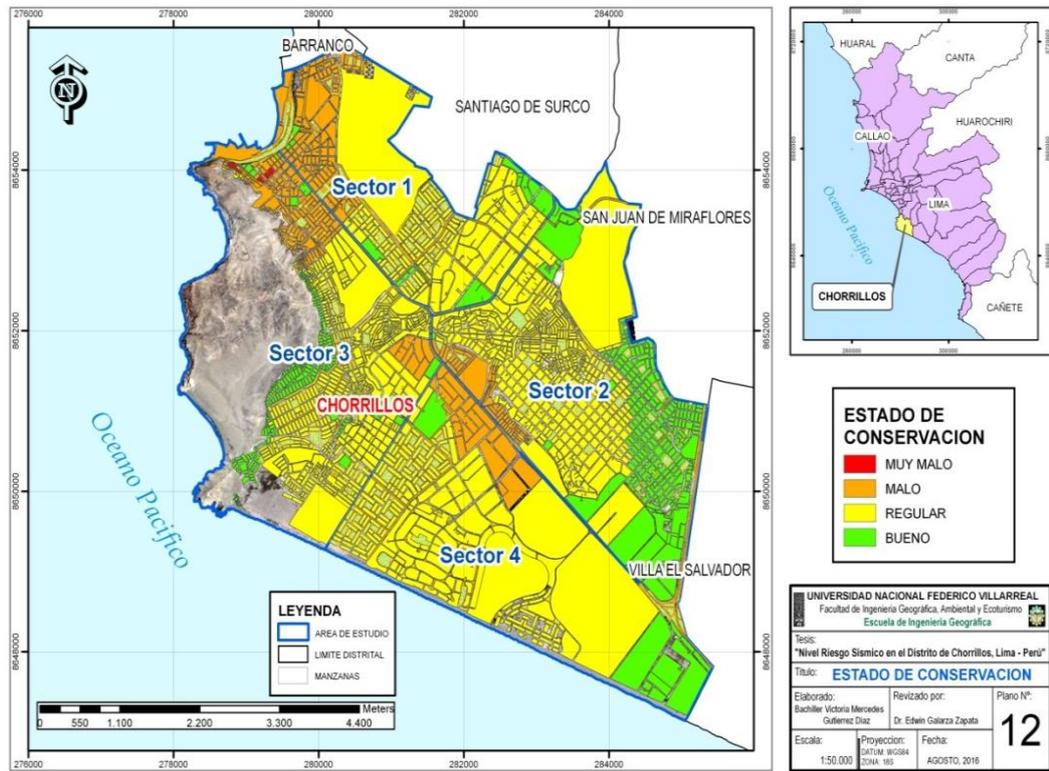
Tabla 23

*Vulnerabilidad según el estado de conservación en el distrito de chorrillos*

Nº	CLASIFICACION	Nº DE MANZANAS	%
1	BUENO	547	22.5
2	REGULAR	1455	59.8
3	MALO	425	17.5
4	MUY MALO	6	0.2
<b>TOTAL</b>		<b>2433</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Plano 12. Plano de estado de conservación



- AÑO DE CONSTRUCCIÓN**

La siguiente tabla 24, indica el número de manzanas que se encuentran en vulnerabilidad alta y muy alta, en total es 460 manzanas lo cual representa el 19% del total. (Ver plano 13)

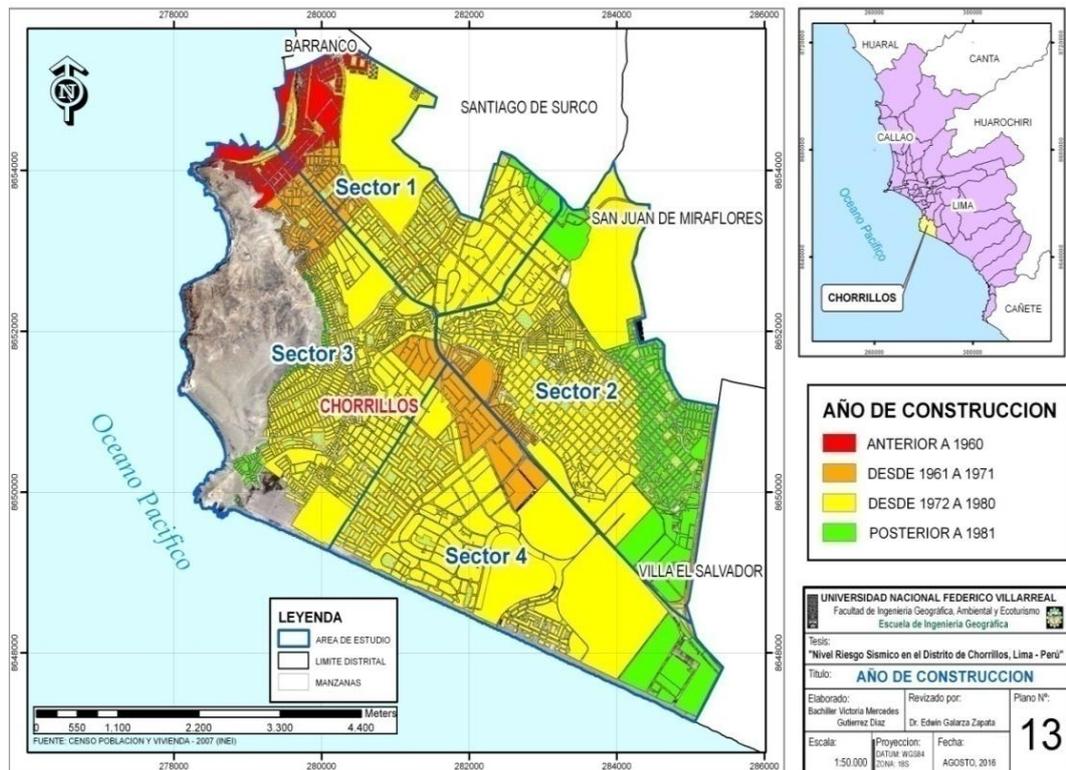
Tabla 24

*Vulnerabilidad según el año de construcción en el distrito de chorrillos*

Nº	CLASIFICACION	Nº DE MANZANAS	%
1	POSTERIORA 1981	434	17.8
2	DESDE 1972 A 1980	1539	63.3
3	DESDE 1961 A 1971	275	11.3
4	ANTERIOR A 1960	185	7.6
<b>TOTAL</b>		<b>2433</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Plano 13. Plano de año de construcción



● **EMPLAZAMIENTO**

La siguiente tabla 25, indica el número de manzanas que se encuentran en vulnerabilidad alta y muy alta, en total es 93 manzanas lo cual representa el 4% del total. (Ver plano 14)

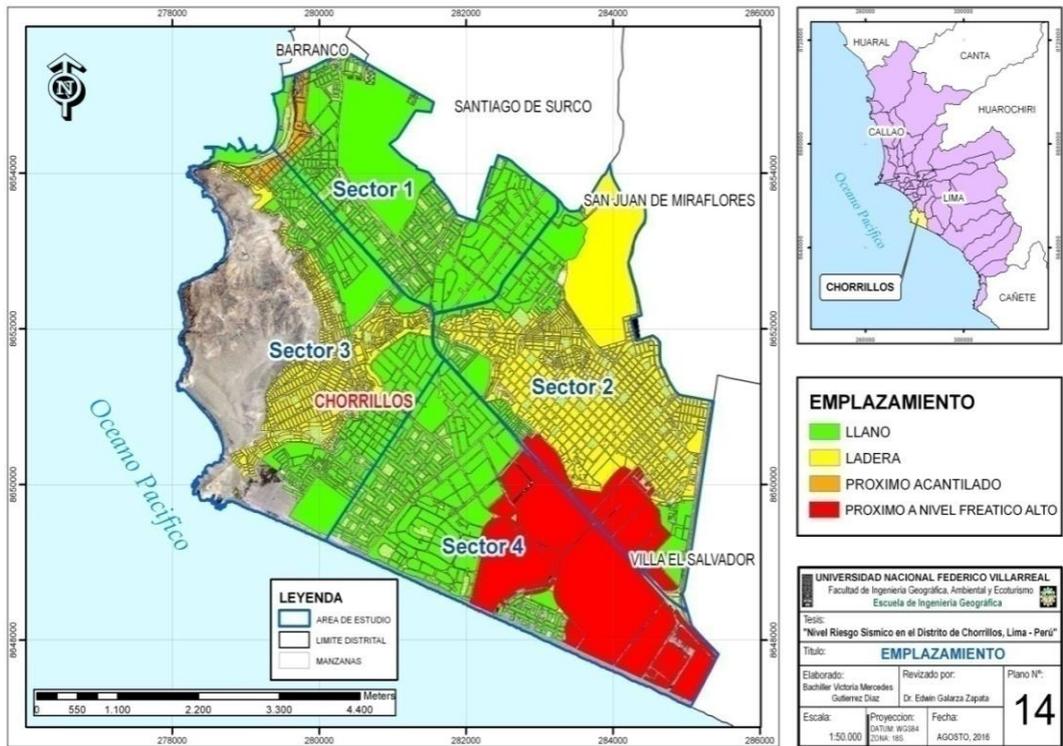
Tabla 25

*Vulnerabilidad según el emplazamiento en el distrito de chorrillos*

Nº	CLASIFICACION	Nº DE MANZANAS	%
1	LLANO	971	39.9
2	LADERA	1369	56.3
3	PROXACANTILADO	47	1.9
4	PROX A NIVEL FREATICO ALTO	46	1.9
<b>TOTAL</b>		<b>2433</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Plano 14. Plano de emplazamiento



## 5.5 ESTIMACION DE LA VULNERABILIDAD

De las variables analizadas al final se obtiene la vulnerabilidad final por medio del método heurística y obtendremos la siguiente tabla:

Tabla 26

*Vulnerabilidad final del distrito de chorrillos*

NIVEL DE VULNERABILIDAD		Nº MANZANAS	%	DAÑO
1	BAJA	27	1,1%	No presentan problemas
2	MEDIA	1073	44,1%	Daños menores a leves
3	ALTA	1186	48,7%	Daños importantes
4	MUY ALTA	147	6,0%	Daños muy graves
<b>TOTAL</b>		<b>2433</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia

En resumen la vulnerabilidad final del distrito de chorrillos corresponde el 55% de las edificaciones que se encuentran en alta y muy alta vulnerabilidad, los cuales tendrían entre daños muy graves e importantes en sus estructuras. (Ver figura 23 y plano 15)

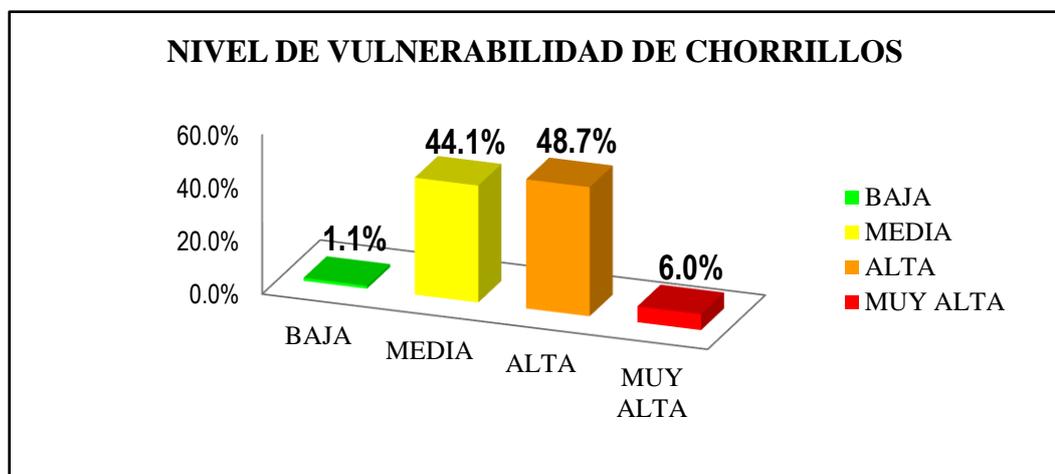
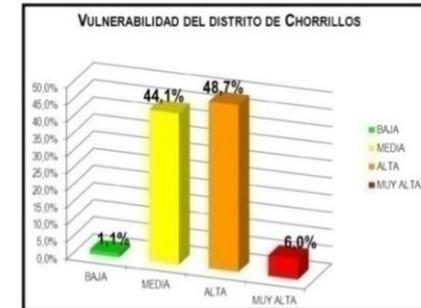
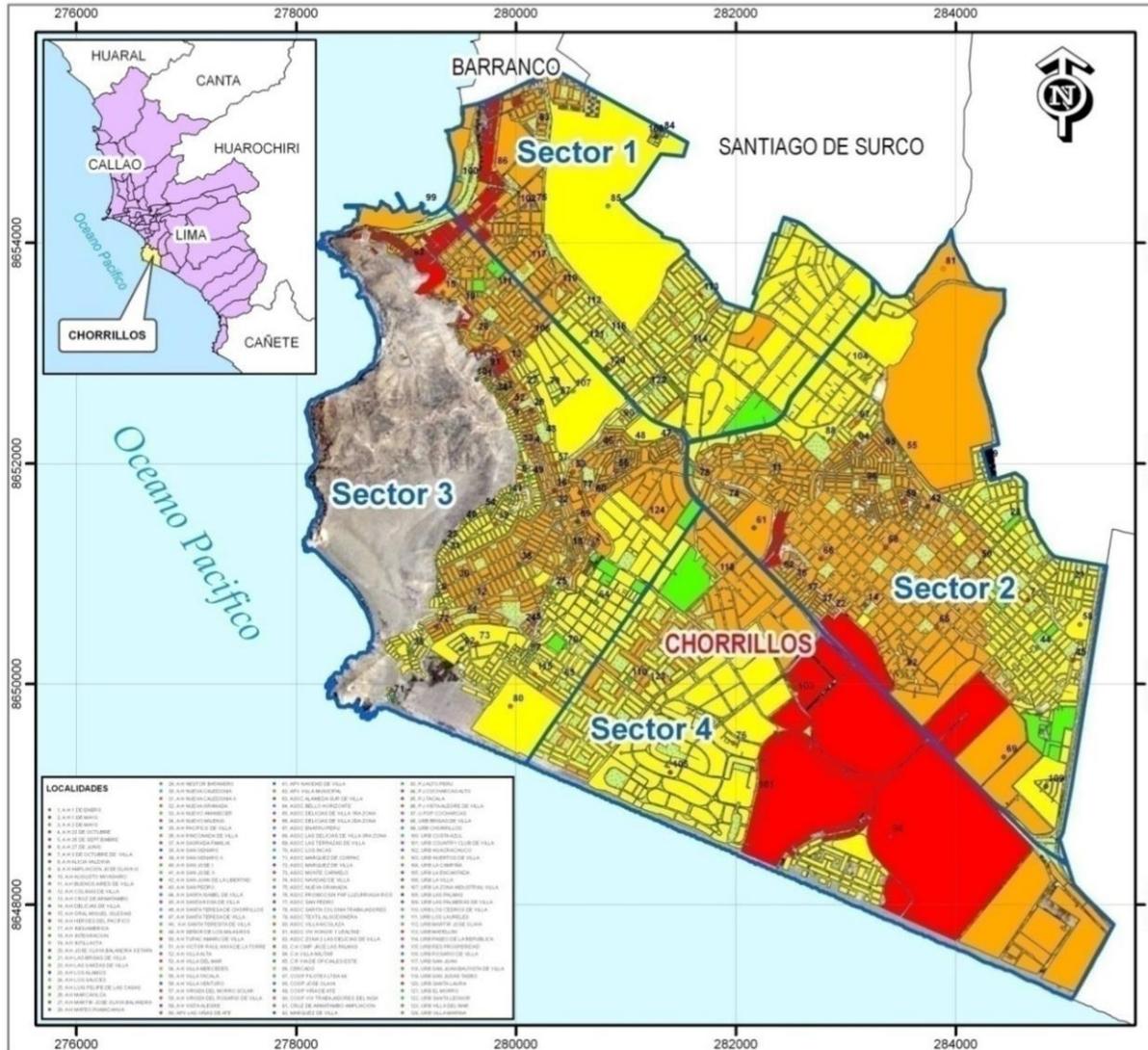


Figura 23. Vulnerabilidad final en el distrito de chorrillos.

Fuente: Elaboración propia

Plano 15. Plano del nivel de vulnerabilidad



**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo  
 Escuela de Ingeniería Geográfica

Tesis:  
**"Nivel Riesgo Sísmico en el Distrito de Chorrillos, Lima - Perú"**

Título: **NIVEL DE VULNERABILIDAD**

Elaborado por: Bachiller Victoria Mercedes Gutierrez Diaz	Revizado por: Dr. Edwin Galarza Zapata	Plano N°: <b>15</b>
--	---	------------------------

Escala: 1:50.000	Proyeccion: DATUM: WGS84 ZONA: 18S	Fecha: AGOSTO, 2016
---------------------	--	------------------------

## 5.6 ANÁLISIS DEL NIVEL DE SÍSMICO EN CHORRILLOS

De acuerdo a la metodología planteada en el acápite 5.1 y aplicando los resultados de niveles de peligro y vulnerabilidad dados en puntos anteriores, se obtendrá como resultado final el plano 19, nivel de riesgo sísmico en chorrillos.

### SERVICIOS DE EMERGENCIA

Para el análisis de los servicios de emergencia, se han tomado en cuenta las características físicas y están conformados por los siguientes:

- Establecimientos de salud
- El cuerpo de bomberos
- Comisarias
- La municipalidad de chorrillos y/o serenazgo

**Los establecimientos de salud**, encierran un alto número de ocupantes: pacientes, empleados, personal médico y visitantes, poseen equipos especiales, horas de ocupación de los recintos y vías de acceso, etc. factores que son determinantes al momento de presentarse un sismo.

Se consideró los establecimientos de salud más importantes del distrito de chorrillos en total son 34 identificándose los siguientes tipos: puesto de salud, centros de salud, policlínicos, clínicas y un centro de emergencias, ya que juegan un rol importante en la

emergencia luego del desastre. A continuación ver la figura 24, tomadas a los principales establecimientos de salud.



*Figura 24.* Establecimientos de salud.

Fuente: Trabajo de campo

## **LUGARES DE CONCENTRACION PÚBLICA**

En el distrito de chorrillos, los lugares de concentración pública están conformados por instituciones educativas, plazas, parques, etc.

Respecto con las instituciones educativas, es importante mencionar que allí se congregan gran parte de la población del distrito. Para el análisis de los lugares de concentración pública se han tomado en cuenta las características físicas. La observación de campo identifico que los parques, losas deportivas, áreas libres, etc. pueden ser consideradas como zonas seguras para evacuar después de ocurrido un sismo. Actualmente la mayoría de dichas áreas se encuentran enrejados por el municipio de chorrillos. (Ver figura 25)



*Figura 25.* Lozas deportivas y parques enrejados por el municipio de chorrillos.

Fuente: Trabajo de campo



*Figura 26.* Instituciones educativas más resaltantes.

Fuente: Trabajo de campo

## **LINEAS VITALES**

El sistema vial de chorrillos lo comprenden los diferentes niveles de accesibilidad interna y externa que se encuentran en el área de estudio. Y ante un posible evento sísmico las principales vías que pueden ser utilizados como vía de evacuación peatonal y vehicular son las siguientes:

### **Av. Prolongación Huaylas**

Esta avenida pasa por los pantanos de villa y termina por unirse a la panamericana sur y la vía de evitamiento. Se encuentra con falta de mantenimiento.

### **Av. Guardia Civil**

El tránsito vehicular es fluido por esta vía que comunica con los distritos de Surco, Barranco y San Juan de Miraflores además cuenta con semaforización, paraderos y tres carriles en ambas vías.

### **Av. Paseo de la República**

En esta vía se construyó la estación terminal sur Matellini del Metropolitano, por este motivo se redujo las vías de tránsito vehicular dificultando una adecuada circulación y generándose en horas punta una congestión vehicular.

### **Av. Defensores del Morro (ex Huaylas)**

Por esta vía se concentra la gran parte de las empresas de transporte público, que han sido desviadas a dicha vía para no competir con el Metropolitano, generando así un congestionamiento a lo largo de esta vía. (Ver figura 27)

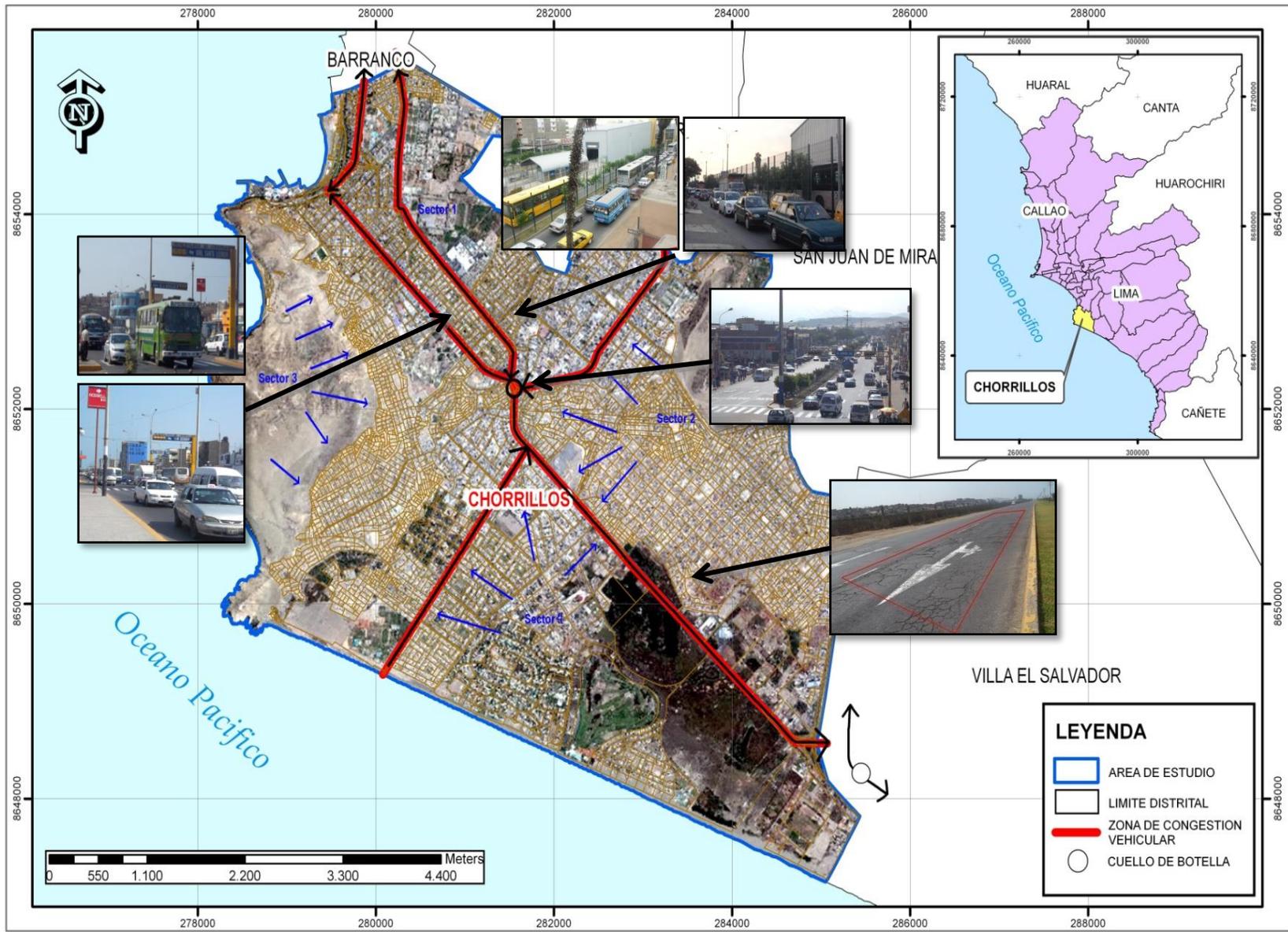


Figura 27. Problemática de la circulación vial en chorrillos.

## 5.7 RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS

### NIVEL DISTRITAL

- AFECTACIÓN ESTRUCTURAL**

En el distrito de chorrillos existen aproximadamente 44 868 unidades estructurales, para lo cual se han identificado el 19% de estas unidades estructurales están en el nivel de riesgo muy alto y alto; se estima que el 12% sufrirían daños en sus estructuras posterior colapso de estas mismas no solo por la intensidad del sismo ya que se encuentran en las zonas de mayor riesgo tales como: los acantilados de la costa verde, faldas del cerro marcavilca y los pantanos de villa. (Ver tabla 27 y plano 16)

Tabla 27

*Porcentaje de unidades estructurales afectadas según niveles de riesgo en el distrito de chorrillos*

NIVEL DE RIESGO	CANTIDAD DE MANZANAS	LOTES APROXIMADOS EXPUESTOS	%	UNIDADES AFECTABLES ESTIMADOS	%
BAJO	68	1 352	3.0	69	0.2
MEDIO	1 731	34 947	77.9	8 737	19.5
ALTO	400	5 618	12.5	2 810	6.3
MUY ALTO	234	2 951	6.6	2 214	5.2
<b>TOTAL</b>	<b>2433</b>	<b>44 868</b>	<b>100</b>	<b>13 830</b>	<b>31.0</b>

Fuente: Elaboración propia

- **AFECTACIÓN POBLACIONAL**

El distrito de chorrillos tiene una población estimada de 224 340 habitantes, la tabla 28, se muestra que el 7% de la población se ubica en zona de muy alto riesgo, mientras que el 13% está en zona de riesgo alto. Sobre el total de la población el 31% quedarían afectados por un sismo.

Tabla 28

*Población afectada según niveles de riesgo en el distrito de chorrillos*

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>POBLACION ESTIMADA POR NIVELES DE RIESGO</b>	<b>%</b>	<b>POSIBLE FALLECIDOS EN RELACION AL TOTAL DE POBLACION</b>	<b>%</b>
<b>BAJO</b>	6 760	<b>3.0</b>	338	<b>0.2</b>
<b>MEDIO</b>	174 735	<b>77.9</b>	43 684	<b>19.5</b>
<b>ALTO</b>	28 090	<b>12.5</b>	14 046	<b>6.3</b>
<b>MUY ALTO</b>	14 755	<b>6.6</b>	11 089	<b>5.0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>224 340</b>	<b>100.0</b>	<b>69 157</b>	<b>31.0</b>

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura 28 nos muestra la comparación cuantitativa de la población estimada y la población afectada (pérdidas de vidas humanas).

### POBLACION AFECTADA SEGÚN NIVELES DE RIESGO EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS

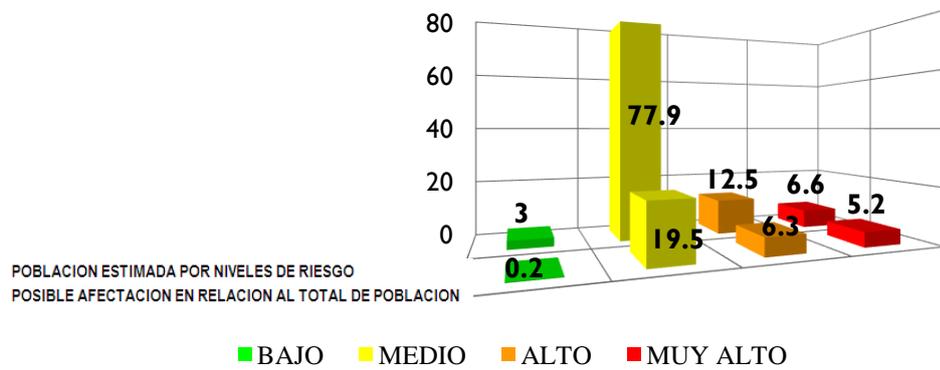
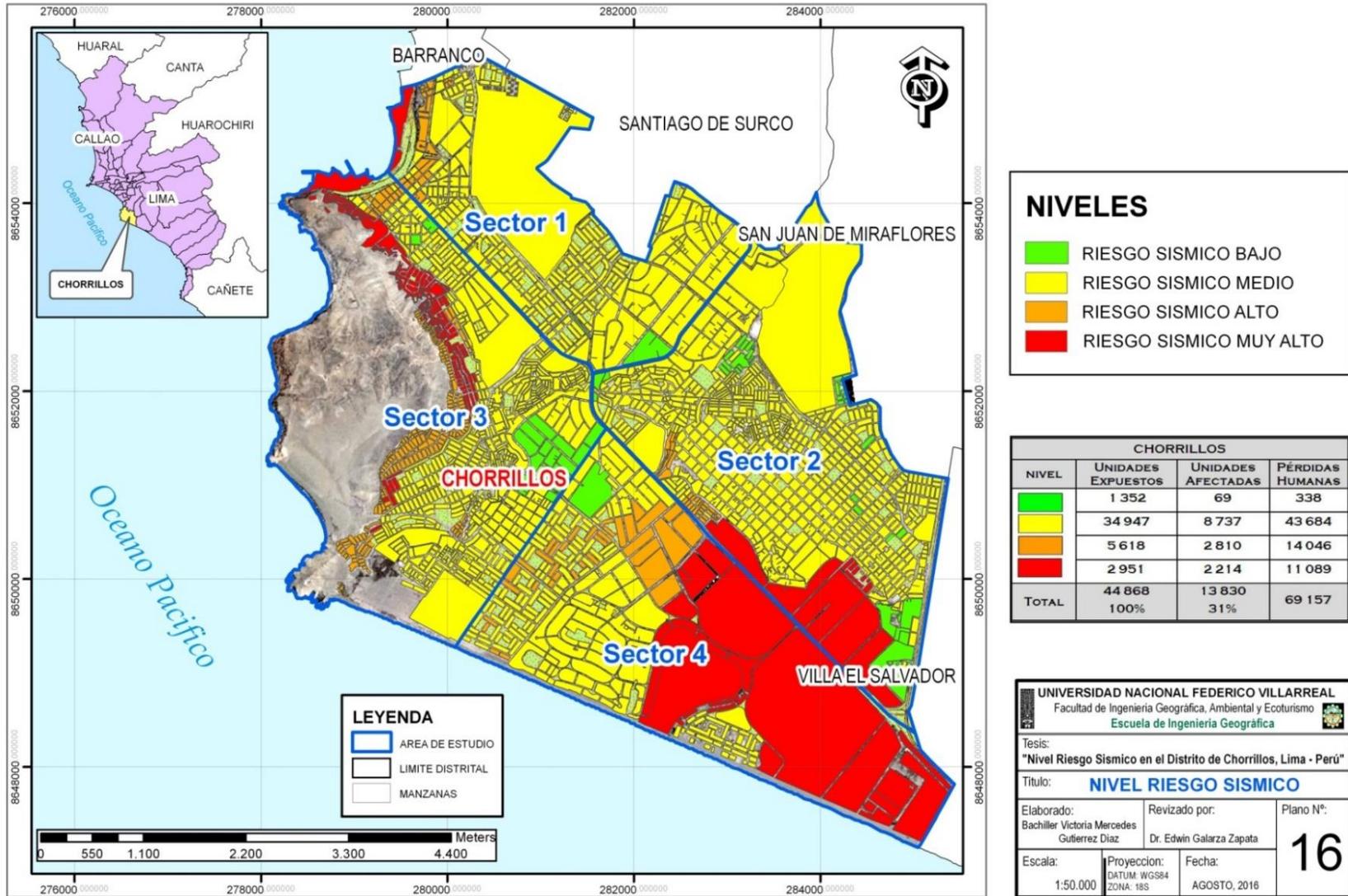


Figura 28. Población afectada según niveles de riesgo en el distrito de chorrillos.

Fuente: Elaboración propia

Plano 16. Plano del nivel de riesgo sísmico



## NIVEL SECTORIAL

### SECTOR 1

El ámbito del sector 1 existen 7369 lotes o unidades estructurales y tiene una población de 36 845 habitantes, el 100% de estas unidades están expuestas a un nivel de riesgo, por lo que se estima que el 27% de estas unidades estructurales y población serían afectadas por un sismo. (Ver tabla 29 y plano 16-A)

Tabla 29

*Porcentaje de lotes afectados y posible afectación de la población en el sector 1*

NIVEL DE RIESGO	N° LOTES APROXIMADOS EXPUESTOS	%	UNIDADES AFECTABLES ESTIMADA	%	POSIBLE DE LA POBLACION
<b>BAJO</b>	73	1,0	4	0.1	18
<b>MEDIO</b>	6 835	92,7	1 709	23.2	8 544
<b>ALTO</b>	456	6,2	228	3.1	1 140
<b>MUY ALTO</b>	5	0,1	4	0.1	19
<b>TOTAL</b>	<b>7 369</b>	<b>100</b>	<b>1 945</b>	<b>26.5</b>	<b>9 721</b>

Fuente: Elaboración propia

Hay que tener en cuenta que el sector 1 en determinadas estaciones del año especialmente en verano hay mayor recurrencia de personas a las playas del distrito de chorrillos. La siguiente tabla 30 presenta las localidades de riesgo alto y muy alto y se detalla a continuación:

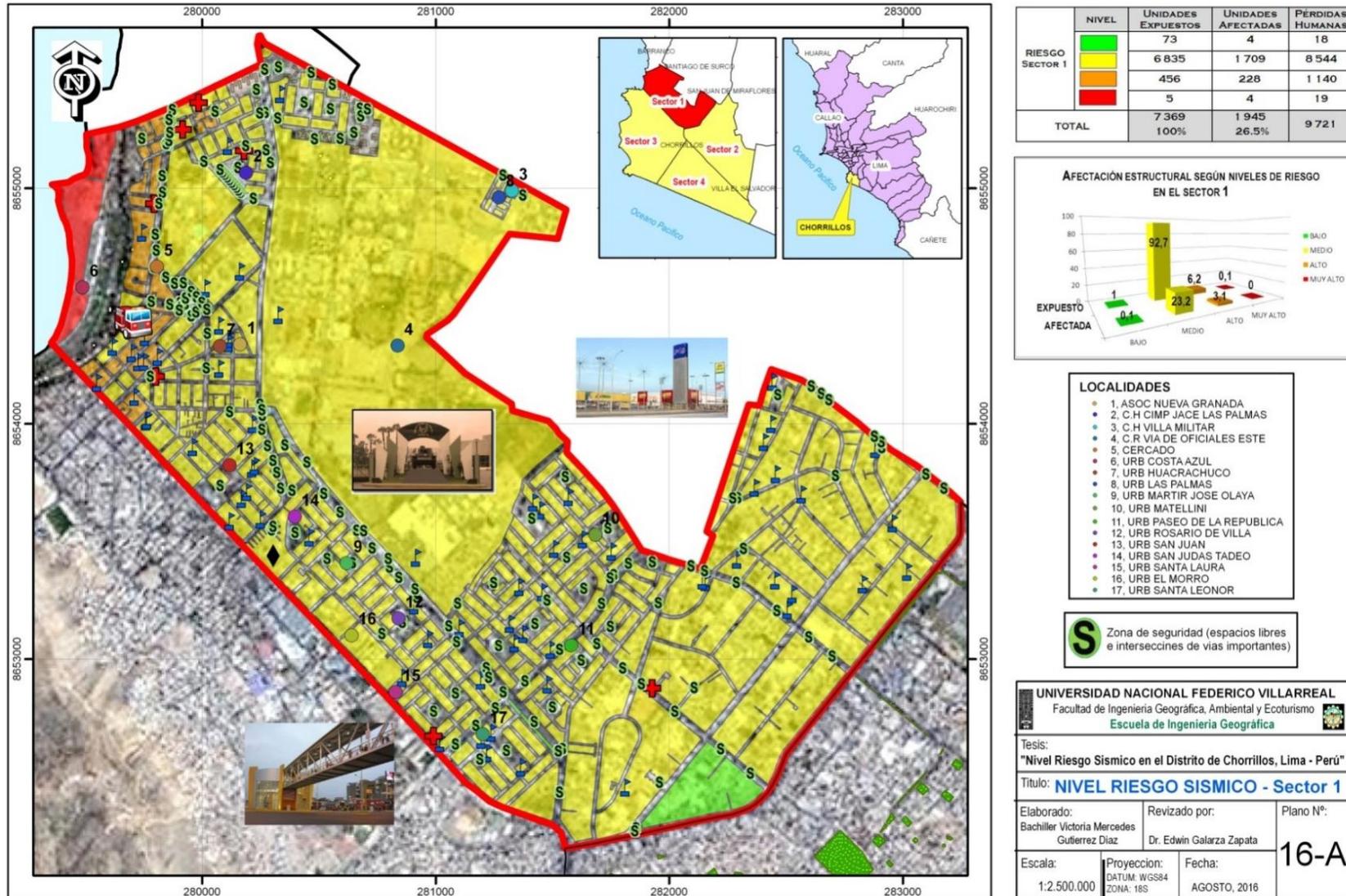
Tabla 30

*Localidades en riesgo muy alto y alto en el sector 1*

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>MUY ALTO</b>	<b>ALTO</b>
<b>Localidades</b>	Zona inferior del acantilado de la Costa Verde	Cercado Urb. Chorrillos

Fuente: Elaboración propia

Plano 16-A. Plano del nivel de riesgo sísmico – sector 1



## SECTOR 2

En el ámbito del sector 2 existen aproximadamente 14 886 unidades estructurales y tiene una población de 74 430 habitantes, el 100% estas unidades están expuestas a un nivel de riesgo, por lo que se estima que el 26% de estas unidades estructurales y población serían afectadas no solo por la intensidad del sismo, sino por la ubicación de las construcciones a la zona reservada de los pantanos de villa, por los que sufrirían severos daños que las harían inhabitables. (Ver tabla 31 y plano 16-B)

Tabla 31

*Porcentaje de lotes afectados y posible afectación de la población en el sector 2*

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>N° LOTES APROXIMADOS EXPUESTOS</b>	<b>%</b>	<b>UNIDADES AFECTABLES ESTIMADA</b>	<b>%</b>	<b>POSIBLE FALLECIDOS DE LA POBLACION</b>
<b>BAJO</b>	689	4.6	35	0.2	172
<b>MEDIO</b>	13 230	88.9	3 308	22.2	16 538
<b>ALTO</b>	618	4.2	309	2.1	1 545
<b>MUY ALTO</b>	349	2.3	262	1.7	1 309
<b>TOTAL</b>	<b>14 886</b>	<b>100</b>	<b>3 914</b>	<b>26.2</b>	<b>19 564</b>

Fuente: Elaboración propia

Localidades del sector 2, ver la siguiente tabla 32 presenta las localidades de riesgo alto y muy alto son las siguientes:

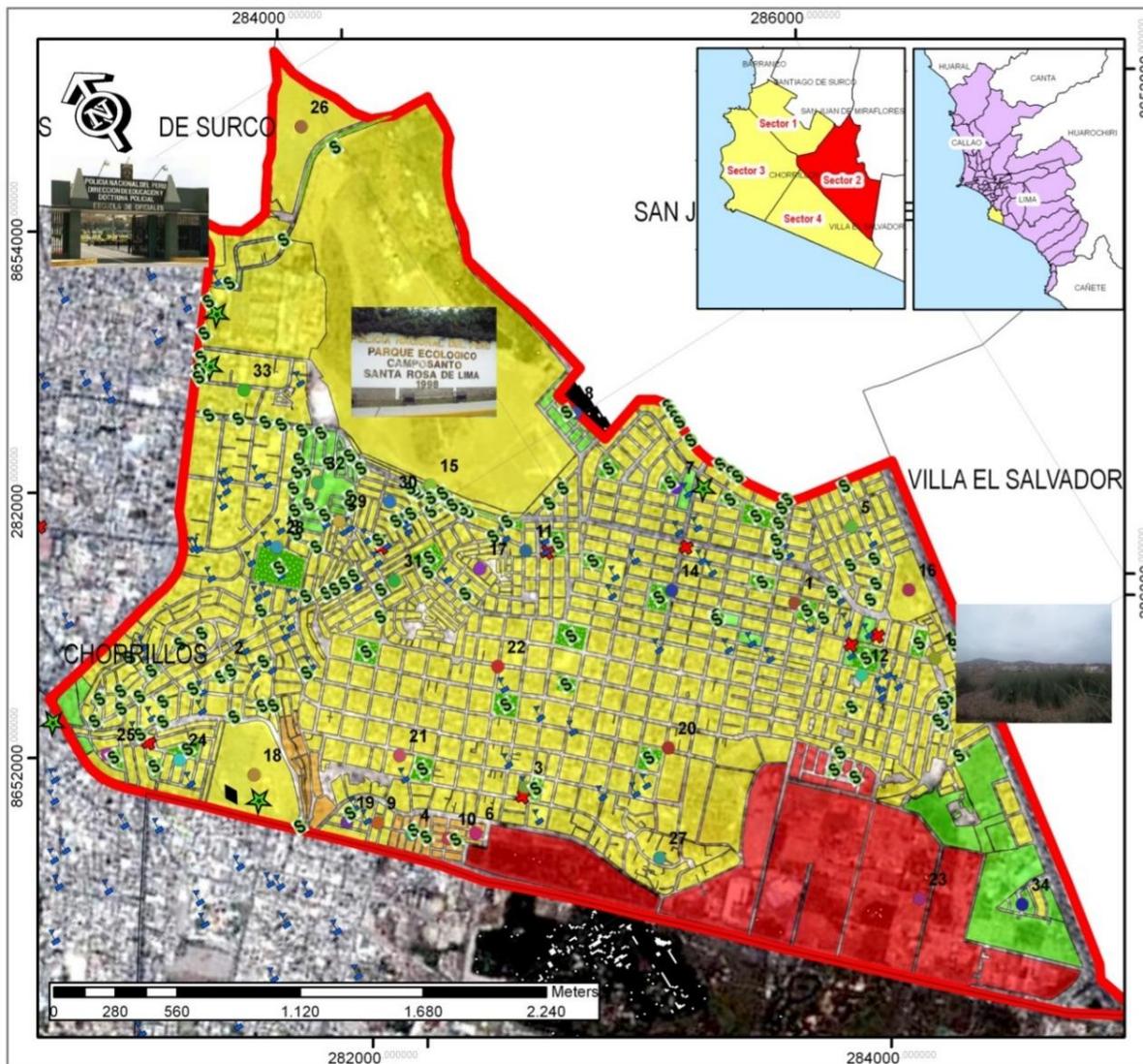
Tabla 32

*Localidades en riesgo muy alto y alto en el sector 2*

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>MUY ALTO</b>	<b>ALTO</b>
Localidades	Asoc. Las Terrazas de Villa, Pantanos de Villa	A.A.H.H. Buenos Aires de Villa 2da Zona A.A.H.H. Induamerica A.A.H.H. Las Garzas de Villa A.A.H.H. Sagrada Familia

Fuente: Elaboración propia

Plano 16-B. Plano del nivel de riesgo sísmico – sector 2



NIVEL	UNIDADES EXPUESTAS	UNIDADES AFECTADAS	PÉRDIDAS HUMANAS
BAJO	689	35	173
RIESGO Sector 2	13 230	3 308	16 538
ALTO	618	309	1 545
MUY ALTO	349	262	1 309
<b>TOTAL</b>	<b>14 886</b>	<b>3 914</b>	<b>19 564</b>
	100%	26.2%	



- LOCALIDADES**
- 1. A.H 3 DE OCTUBRE DE VILLA
  - 2. A.H BUENOS AIRES DE VILLA
  - 3. A.H DELICIAS DE VILLA
  - 4. A.H INDIAMÉRICA
  - 5. A.H LAS BRISAS DE VILLA
  - 6. A.H LAS GARZAS DE VILLA
  - 7. A.H MATEO PUMACAHUA
  - 8. A.H NESTOR BATANERO
  - 9. A.H RINCONADA DE VILLA
  - 10. A.H SAGRADA FAMILIA
  - 11. A.H SAN JUAN DE LA LIBERTAD
  - 12. A.H SANTA ISABEL DE VILLA
  - 13. A.H SANTA ROSA DE VILLA
  - 14. A.H TUPAC AMARU DE VILLA
  - 15. A.H VILLA TACALA
  - 16. A.H VIRGEN DEL ROSARIO DE VILLA
  - 17. A.H VISTA ALEGRE
  - 18. APV NAVIDAD DE VILLA
  - 19. APV VILLA MUNICIPAL
  - 20. ASOC DELICIAS DE VILLA 1RA ZONA
  - 21. ASOC DELICIAS DE VILLA 2DA ZONA
  - 22. ASOC LAS DELICIAS DE VILLA 3RA ZONA
  - 23. ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA
  - 24. ASOC NAVIDAD DE VILLA
  - 25. ASOC SANTA COLONIA TRABAJADORES
  - 26. ASOC VIV HONOR Y LEALTAD
  - 27. ASOC ZONA 2 LAS DELICIAS DE VILLA
  - 28. COOP JOSE OLAYA
  - 29. P.J COCHARCAS ALTO
  - 30. P.J TACALA
  - 31. P.J VISTA ALEGRE DE VILLA
  - 32. U POP COCHARCAS
  - 33. URB LA CAMPAÑA
  - 34. URB LAS PALMERAS DE VILLA

**S** Zona de seguridad (espacios libres e intersecciones de vías importantes)

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo  
 Escuela de Ingeniería Geográfica

Tesis:  
 "Nivel Riesgo Sísmico en el Distrito de Chorrillos, Lima - Perú"

Título: **NIVEL RIESGO SISMICO - Sector 2**

Elaborado: Bachiller Victoria Mercedes Gutierrez Diaz      Revisado por: Dr. Edwin Galarza Zapata      Plano N°: 16-B

Escala: 1:25.000      Proyeccion: DATUM: WGS84 ZONA: 18S      Fecha: AGOSTO, 2016

### SECTOR 3

Dentro del ámbito del sector 3 existen 16 729 unidades estructurales y tiene una población de 83 645 habitantes encontrándose distribuidos en los diferentes niveles de riesgo, el 100% estas unidades están expuestas a un nivel de riesgo, por lo que se estima que el 37% de estas unidades y población serian afectadas no solo por la intensidad del sismo, sino por la ubicación de las construcciones mayoritariamente ubicados a las faldas del cerro marcavilca muchas de estas viviendas se encuentran en una zona de mayor riesgo por el desprendimiento de rocas y material suelto. (Ver tabla 33 y plano 16-C)

Tabla 33

*Porcentaje de lotes afectados y posible afectación de la población en el sector 3*

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>N° LOTES APROXIMADOS EXPUESTOS</b>	<b>%</b>	<b>UNIDADES AFECTABLES ESTIMADA</b>	<b>%</b>	<b>POSIBLE FALLECIDOS DE LA POBLACION</b>
<b>BAJO</b>	567	3.4	28	0.2	142
<b>MEDIO</b>	10 337	61.8	2 584	15.5	12 92
<b>ALTO</b>	3 417	20.4	1 709	10.2	8 543
<b>MUY ALTO</b>	2 408	14.4	1 806	10.8	9 030
<b>TOTAL</b>	<b>16 729</b>	<b>100</b>	<b>6 127</b>	<b>36.7</b>	<b>30 636</b>

Fuente: Elaboración propia

Localidades del sector 3, la siguiente tabla 34 presenta las localidades de riesgo alto y muy alto son las siguientes:

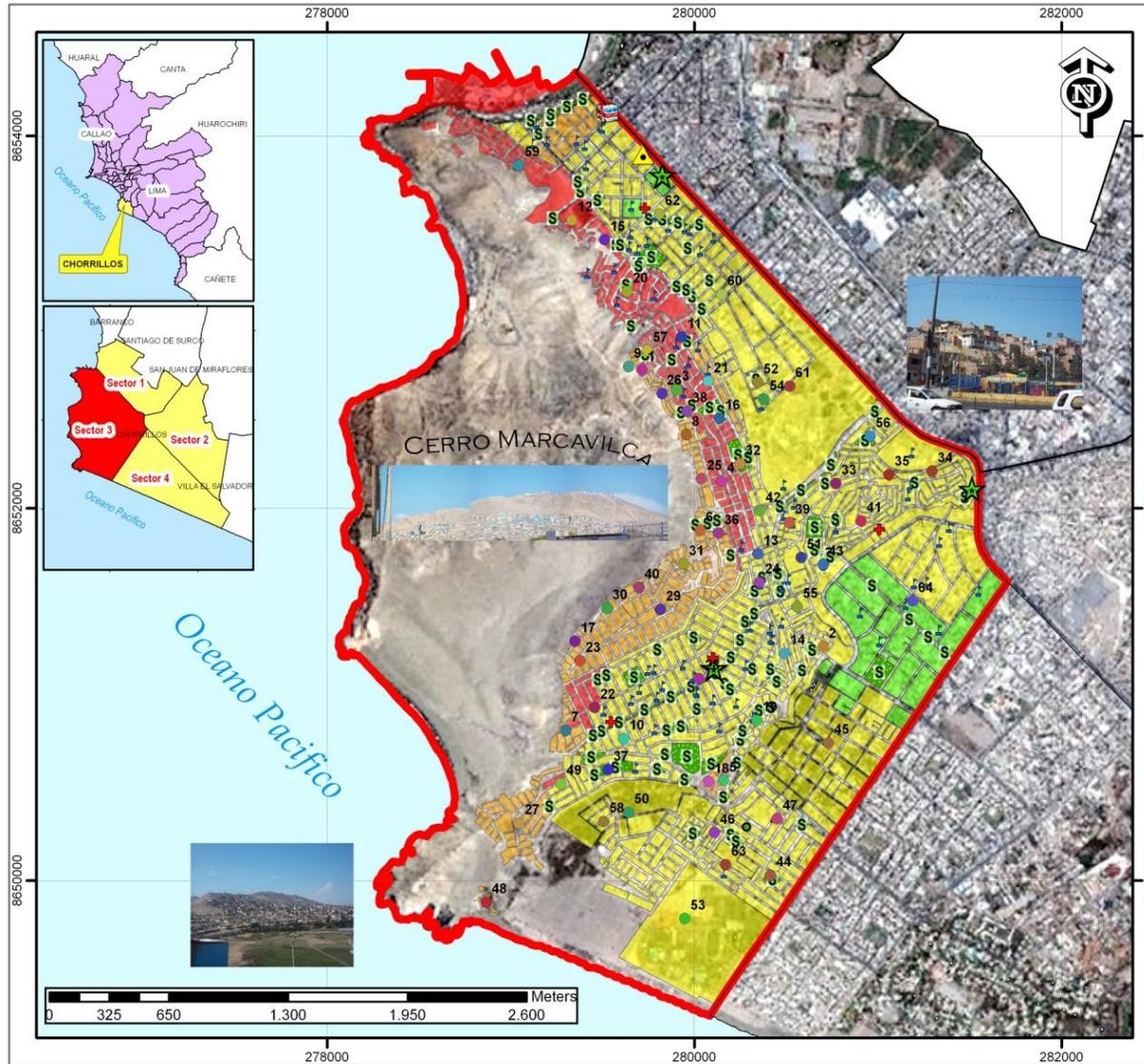
Tabla 34

*Localidades en riesgo muy alto y alto en el sector 3*

NIVEL DE RIESGO	MUY ALTO	ALTO
Localidades	P.J. Alto Perú A.A.H.H. Virgen del Morro Solar A.A.H.H. Marcavilca A.A.H.H. Mártir José Olaya Balandra A.A.H.H. Héroe del Pacífico A.A.H.H. Intillacta	Urb. Chorrillos A.A.H.H. 26 de Setiembre A.A.H.H. 1 de enero A.A.H.H. 27 de junio A.A.H.H. Alicia Valdivia A.A.H.H. Mártir José Olaya Balandra III etapa A.A.H.H. Augusto Miyashiro A.A.H.H. Los Alamos A.A.H.H. Los Sauces
	A.A.H.H. Mártir José Olaya Balandra II etapa A.A.H.H. Cruz de Armatambo A.A.H.H. Cruz de Armatambo Ampliación A.A.H.H. Gral. Miguel Iglesias A.A.H.H. 2 de mayo A.A.H.H. 22 de Octubre A.A.H.H. San Pedro A.A.H.H. Márquez de Villa	A.A.H.H. Luis Felipe de las Casas A.A.H.H. Nueva Caledonia I, II etapa A.A.H.H. Nuevo amanecer A.A.H.H. Nuevo Milenio A.A.H.H. Pacífico de Villa A.A.H.H. San Genaro I, II etapa A.A.H.H. San José I, II etapa A.A.H.H. Señor de los Milagros A.A.H.H. Víctor Raúl Haya de la Torre A.A.H.H. Villa Mercedes A.A.H.H. Márquez de Córpac Urb. Los Laureles Urb. Residencial Prosperidad

Fuente: Elaboración propia

Plano 16-C. Plano del nivel de riesgo sísmico – sector 3



	NIVEL	UNIDADES EXPUESTOS	UNIDADES AFECTADAS	PÉRDIDAS HUMANAS
RIESGO SECTOR 3	BAJO	567	28	142
	MEDIO	10 337	2 584	1 292
	ALTO	3 417	1 709	8 543
	MUY ALTO	2 408	1 806	9 030
TOTAL		16 729	6 127	
		100%	26.2%	



- LOCALIDADES**
- 1. A H 1 DE ENERO
  - 21. A H MARTIN JOSE CLAYA B
  - 41. APV LAS VIRAS DE ATE
  - 2. A H 1 DE MAYO
  - 22. A H NUEVA CALEDONIA
  - 44. ASOC ALAMEDA SUR DE VILLA
  - 3. A H 1 DE MAYO
  - 23. A H NUEVA CALEDONIA II
  - 45. ASOC BELLO HORIZONTE
  - 4. A H 22 DE OCTUBRE
  - 24. A H NUEVA GRANADA
  - 46. ASOC EMPURPERI
  - 5. A H 26 DE SEPTIEMBRE
  - 25. A H NUEVO AMANEZCER
  - 47. ASOC LOS INCAS
  - 6. A H 27 DE JUNIO
  - 26. A H NUEVO MILENIO
  - 48. ASOC MARQUEZ DE CORDOBA
  - 7. A H ALCIA VALDIVIA
  - 27. A H PRINCIPIO DE VILLA
  - 49. ASOC MARQUEZ DE VILLA
  - 8. A H AMP JOSE CLAYA B
  - 28. A H SAN GENARO
  - 50. ASOC MONTE CARMELO
  - 9. A H PASADITO MIRAFLORES
  - 29. A H SAN JOSE I
  - 51. ASOC SAN PEDRO
  - 10. A H COLINAS DE VILLA
  - 30. A H SAN JOSE II
  - 52. ASOC TEXTA ALGODONERA
  - 11. A H CRUZ DE AMATAMBO
  - 31. A H SAN JOSE III
  - 53. ASOC VILLA NICOLAZA
  - 12. A H ORAL MODELO VIGESIMAS
  - 32. A H SAN PEDRO
  - 54. COOP FLORENTINA 44
  - 13. A H HERODES DEL PACIFICO
  - 33. A H SANTA TERESA DE CH
  - 55. COOP VIVA DE ATE
  - 14. A H INTEGRACION
  - 34. A H SANTA TERESA DE VILLA
  - 56. COOP VIVIRABA DEL INSA
  - 15. A H INTELLECTA
  - 35. A H SANTA TERESA DE VILLA
  - 57. CRUZ DE AMATAMBO AMP
  - 16. A H JOSE CLAYA B ETAPA
  - 36. A H SECTOR DE LOS ALAMOS
  - 58. MARQUEZ DE VILLA
  - 17. A H LOS ALAMOS
  - 37. A H VICTOR R HAVA DE LA TORRE
  - 59. P. JALTO PERU
  - 18. A H LOS BRUCES
  - 38. A H VILLALTA
  - 60. URB LA VILLA
  - 19. A H LUIS F DE LAS CASAS
  - 39. A H VILLA DEL MAR
  - 61. URB LA ZONA INDUSTRIAL VILLA
  - 20. A H MARCAVILCA
  - 40. A H VILLA MERCEDES
  - 62. URB LOS LAURELES
  - 42. A H VIRGEN DEL MORRO SOLAR
  - 43. URB VILLA MARIA

**S** Zona de seguridad (espacios libres e intersecciones de vías importantes)

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo  
 Escuela de Ingeniería Geográfica

Tesis:  
**"Nivel Riesgo Sísmico en el Distrito de Chorrillos, Lima - Perú"**

Título: **NIVEL RIESGO SISMICO - Sector 3**

Elaborado: Bachiller Victoria Mercedes Gutierrez Diaz	Revisado por: Dr. Edwin Galarza Zapata	Plano N°: <b>16-C</b>
Escala: 1:30.000	Proyección: DATUM: WGS84 ZONA: 18S	Fecha: AGOSTO, 2016

## SECTOR 4

El ámbito del sector 4 tiene 5 884 unidades estructurales y tienen una población de 29 420 habitantes encontrándose distribuidos en los diferentes niveles de riesgo, el 100% estas unidades están expuestas a un nivel de riesgo, por lo que se estima que el 31% de estas unidades y población serian afectadas no solo por la intensidad del sismo, pero sobre todo por la gran cercanía a la zona de los pantanos de villa, en esta zonas el suelo es de naturaleza flexible debido al nivel freático alto que produce el efecto de licuefacción al momento de producirse el movimiento sísmico. (Ver tabla 35 y plano 16-D)

Tabla 35

*Porcentaje de lotes afectados y posible afectación de la población en el sector 4*

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>N° LOTES APROXIMADOS EXPUESTOS</b>	<b>%</b>	<b>UNIDADES AFECTABLES ESTIMADA</b>	<b>%</b>	<b>POSIBLE FALLECIDOS DE LA POBLACION</b>
<b>BAJO</b>	23	0.4	2	0.0	6
<b>MEDIO</b>	4 545	77.2	1 136	19.3	5 681
<b>ALTO</b>	1127	19.2	564	9.6	2 818
<b>MUY ALTO</b>	189	3.2	142	2.4	731
<b>TOTAL</b>	<b>5 884</b>	<b>100</b>	<b>1 844</b>	<b>31.3</b>	<b>9 236</b>

Fuente: Elaboración propia

Localidades del sector 4, la siguiente tabla 36 presenta las localidades de riesgo alto y muy alto son las siguientes:

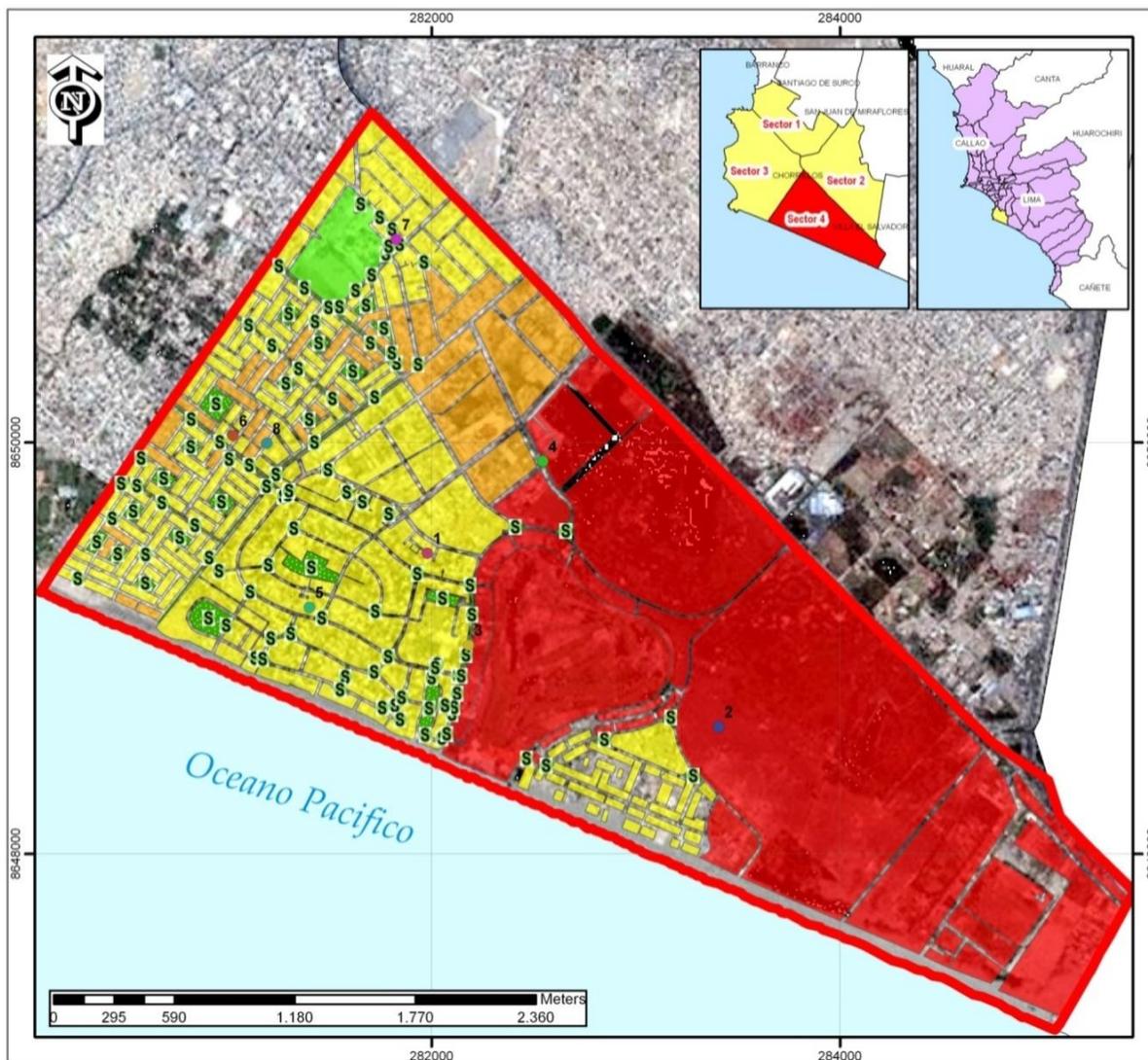
Tabla 36

*Localidades en riesgo muy alto y alto en el sector 4*

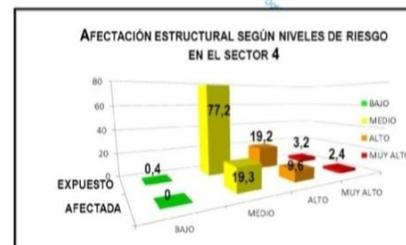
NIVEL DE RIESGO	MUY ALTO	ALTO
<b>Localidades</b>	Urb. Brisas de Villa Urb. Country Club de Villa Urb. Huertos de Villa	Urb. San Juan Bautista de Villa Urb. Los Cedros de Villa Urb. Villa del Mar

Fuente: Elaboración propia

Plano 16-D. Plano del nivel de riesgo sísmico – sector 4



	NIVEL	UNIDADES EXPUESTOS	UNIDADES AFECTADAS	PÉRDIDAS HUMANAS
RIESGO SECTOR 4	BAJO	23	2	6
	MEDIO	4 545	1 136	5 681
	ALTO	1 127	564	2 818
	MUY ALTO	189	142	731
TOTAL		5 884	1 844	9 236
		100%	31.3%	



- LOCALIDADES**
- 1, ASOC PROMOCION FAP LUZURRIAGA RICO
  - 2, URB BRISAS DE VILLA
  - 3, URB COUNTRY CLUB DE VILLA
  - 4, URB HUERTOS DE VILLA
  - 5, URB LA ENCANTADA
  - 6, URB LOS CEDROS DE VILLA
  - 7, URB SAN JUAN BAUTISTA DE VILLA
  - 8, URB VILLA DEL MAR

**S** Zona de seguridad (espacios libres e intersecciones de vías importantes)

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo  
 Escuela de Ingeniería Geográfica

Tesis:  
**"Nivel Riesgo Sísmico en el Distrito de Chorrillos, Lima - Perú"**

Título: **NIVEL RIESGO SISMICO - Sector 4**

Elaborado: Bachiller Victoria Mercedes Gutierrez Diaz	Revizado por: Dr. Edwin Galarza Zapata	Plano N°: <b>16-D</b>
Escala: 1:104.272	Proyeccion: DATUM: WGS84 ZONA: 18S	Fecha: AGOSTO, 2016

## RIESGO SÍSMICO A NIVEL DE SERVICIOS DE EMERGENCIAS, LUGARES DE CONCENTRACIÓN PÚBLICA Y LÍNEAS VITALES

- **INSTITUCIONES EDUCATIVAS**

El estudio ha ubicado las instituciones educativas, en los diferentes niveles de riesgo, por ser puntos de concentración de estudiantes que deben considerarse. Para ello, se requiere conocer el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones y nivel de peligro del tipo de suelo donde se asientan.

Las instituciones educativas en riesgo sísmico en el distrito de chorrillos, se distribuye de la siguiente forma. (Ver tabla 37, 38 y la figura 29)

Tabla 37

*Instituciones educativas en riesgo sísmico por sectores*

NIVEL DE RIESGO	INSTITUCIONES EDUCATIVAS				%
	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4	
BAJO	-	5	6	2	5.0
MEDIO	62	78	54	26	84.0
ALTO	8	-	5	7	7.6
MUY ALTO	-	-	8	1	3.4
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>83</b>	<b>73</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

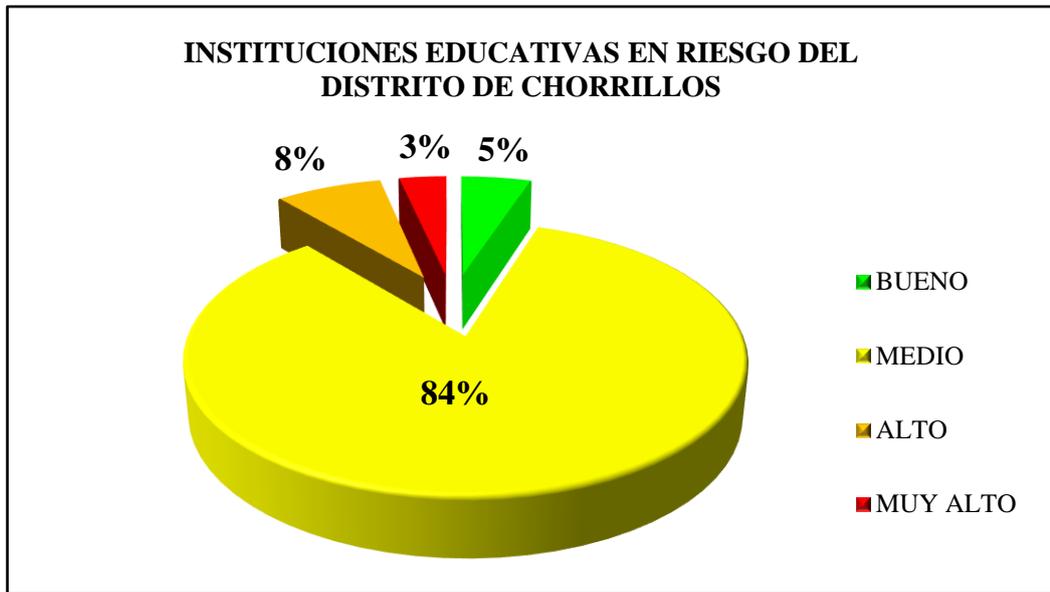


Figura 29. Instituciones educativas en riesgo sísmico del distrito de chorrillos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

*Instituciones educativas en niveles de riesgo sísmico por sectores*

	<b>MUY ALTO</b>	<b>ALTO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>BAJO</b>
<b>SECTOR 1</b>	-	.E.P. Víctor Andrés Belaunde C.E.P. Ingeniería CETPRO PILOTO José Pardo 7036 Angélica Recharte Corrales 7052 María Inmaculada 6053 Sagrado corazón	CETPRO Nuestra Señora de Santa Lucía Escuela Militar Coronel Francisco Bolognesi Escuela Técnica Del Ejército Centro de Altos Estudios Nacionales Escuela Superior de Guerra Corresponde a 62 instituciones educativas de nivel básico	-
<b>SECTOR 2</b>	-	-	Corresponde 75 instituciones educativas de educación básica Escuela de Oficiales de la Policía Nacional del Perú Instituto de Altos estudios – PNP E.S.T. 3 de Octubre I.E.S.T.P. Antenor Orrego Espinoza E.S.T. Vista Alegre de Villa	C.E. Comunal Santa Isabel de Villa 6086 Santa Isabel 6075 José María Arguedas 6097 Mateo Pumacahua C.E. Santa Isabel
<b>SECTOR 3</b>	7077 Los Reyes rojos 7038 Corazón de Jesús de Arma tambo C.E.I. Gotitas de amor C.E.I. Rayitos de Sol	C.E.I Paraíso Musical C.E. Arma tambo C.E. Sam Judas Tadeo C.E. Cristiania I.S.L. Libertador	E.S.T. José Olaya Corresponde 54 instituciones educativas de educación básica	C.E.P Cristo Redentor C.E.P San Gabriel C.E.P Sor Lucía de los Sagrados Corazones C.E.I. Carita de Ángel C.E.P Esperanza y Caridad 7034 Enrique Nerini Collazos
<b>SECTOR 4</b>	Gertrudis Hanks de Villa	C.E. Santo Domingo C.E.P. Arq. Fernando Belaunde Terry C.E. P Rey de Reyes de los Huertos de Villa C.E.P San José de los Cedros C.E.P Buen Pastor C.E.P. San Alfonso	Corresponde 27 instituciones educativas de educación básica	Universidad San Juan Bautista 6090 José Olaya Balandra

Fuente: Elaboración propia

- **ESTABLECIMIENTOS DE SALUD**

El análisis permite ver que los establecimientos de salud del distrito en estudio son edificaciones con un nivel de riesgo sísmico, la siguiente tabla 39 indica aproximadamente el 91% se encuentran en el nivel medio y el 9% en un nivel alto, basta observar la tabla en mención mostrado líneas abajo donde muchos de ellos tendrían fallas estructurales y no estructurales graves y muy graves provocando el colapso posterior de estas mismas. (Ver tabla 39 y 40)

Tabla 39

*Establecimientos de salud en riesgo por sectores*

NIVEL DE RIESGO	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD				%
	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4	
BAJO					0
MEDIO	12	12	7		91.2
ALTO	2			1	8.8
MUY ALTO					0
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

*Establecimientos de salud por horarios de atención*

<b>NIVEL RIESGO</b>	<b>ESTABLECIMIENTOS DE SALUD</b>	<b>HORARIO DE ATENCION</b>
<b>MEDIO</b>	Clínica Geriátrica del Ejercito	24 H
	Centro de Salud Gustavo Lanatta Lujan	24 H
	Centro de Salud Chorrillos II	24 H
	Puesto de Salud Arma tambo	6 H
	Centro de Salud Buenos Aires de Villa	24 H
	Centro de Salud Delicias de Villa	24 H
	Centro de Salud San Genaro de Villa	24 H
	Puesto de Salud Vista Alegre de villa	6 H
	Puesto de Salud Santa Isabel de Villa	6 H
	Centro de Salud Túpac Amaru de Villa	24 H
	Puesto de Salud San Juan de la Libertad	6 H
	Puesto de Salud Mateo Pumacahua	6 H
	Puesto de Salud Santa Teresa de Chorrillos	6 H
	Puesto de Salud Villa Venturo	6 H
	Puesto de Salud Nueva Caledonia	6 H
	Puesto de Salud Valle Sharon	6 H
	Puesto de Salud Pampas de San Juan	6 H
	Puesto de Salud Villa Solidaridad	6 H
	Clínica Ricardo Palma Sur	8 H
	Policlínico Juan José Rodríguez Lazo	24 H
	Clínica Maisón de Santé	24 H
	Complejo hospitalario de Chorrillos	8 H
	Centro de Emergencias San Pedro de Chorrillos	24 H
	Hospital de la Solidaridad Chorrillos – SISOL	9 H
	Clínica Casa de la Mujer	8 H
	Clínica Parroquial San Francisco	24 H
Clínica Santa Leonor	24 H	
<b>ALTO</b>	Puesto de salud los Incas	6 H
	Clínica Guadalupe	24 H
	Policlínico Chorrillos - PNP	24 H

Fuente: Elaboración propia

- **ESTACIONES DE BOMBEROS**

Considerando la información disponible se pudo identificar la ubicación de las estaciones de bomberos en función al nivel de riesgo sísmico, como se observa se encuentran en el nivel alto. (Ver tabla 41 y la figura 30)

Tabla 41

*Estaciones de bomberos en niveles de riesgo*

NIVEL DE RIESGO	ESTACIONES DE BOMBEROS			
	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4
BAJO				
MEDIO				
ALTO	1		1	
MUY ALTO				

Fuente: Elaboración propia

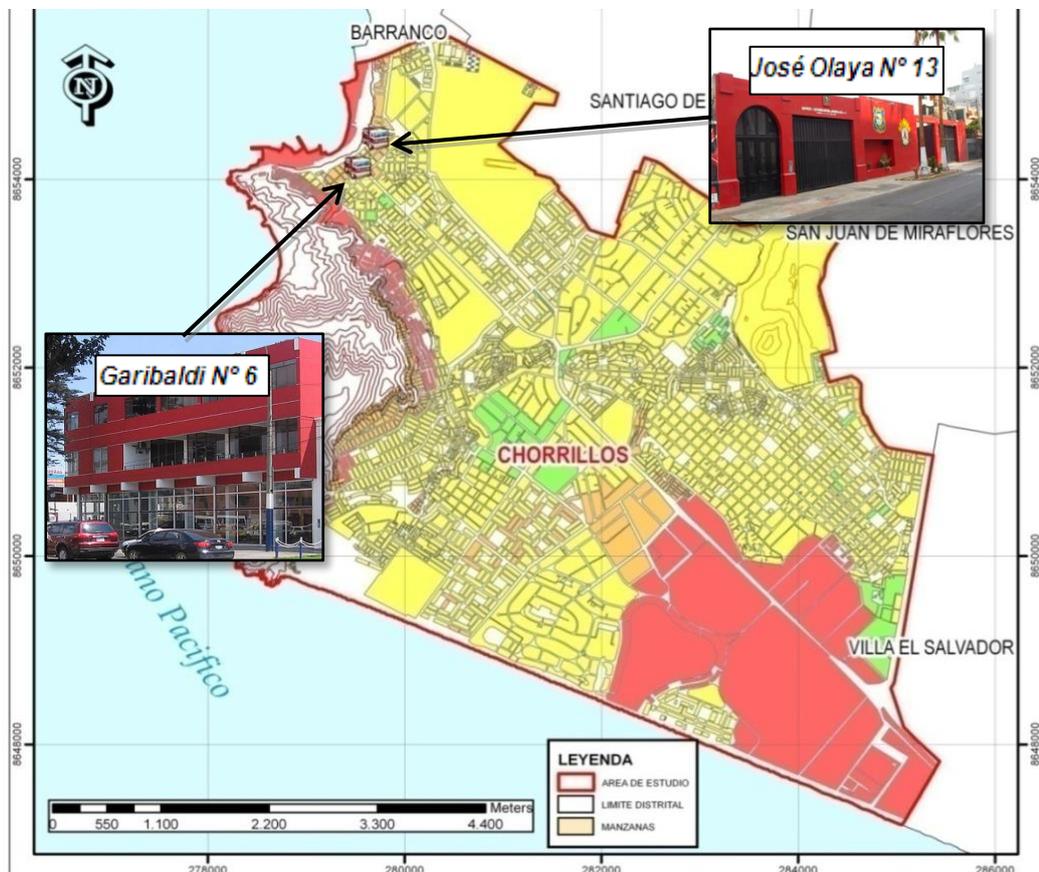


Figura 30. Estaciones de bomberos del distrito de chorrillos. Elaboración propia

- **COMISARIAS**

La información disponible se pudo identificar la ubicación de 4 comisarías en el distrito de chorrillos en función al nivel de riesgo sísmico, como se observa se encuentran en el nivel medio. (Ver la figura 31)

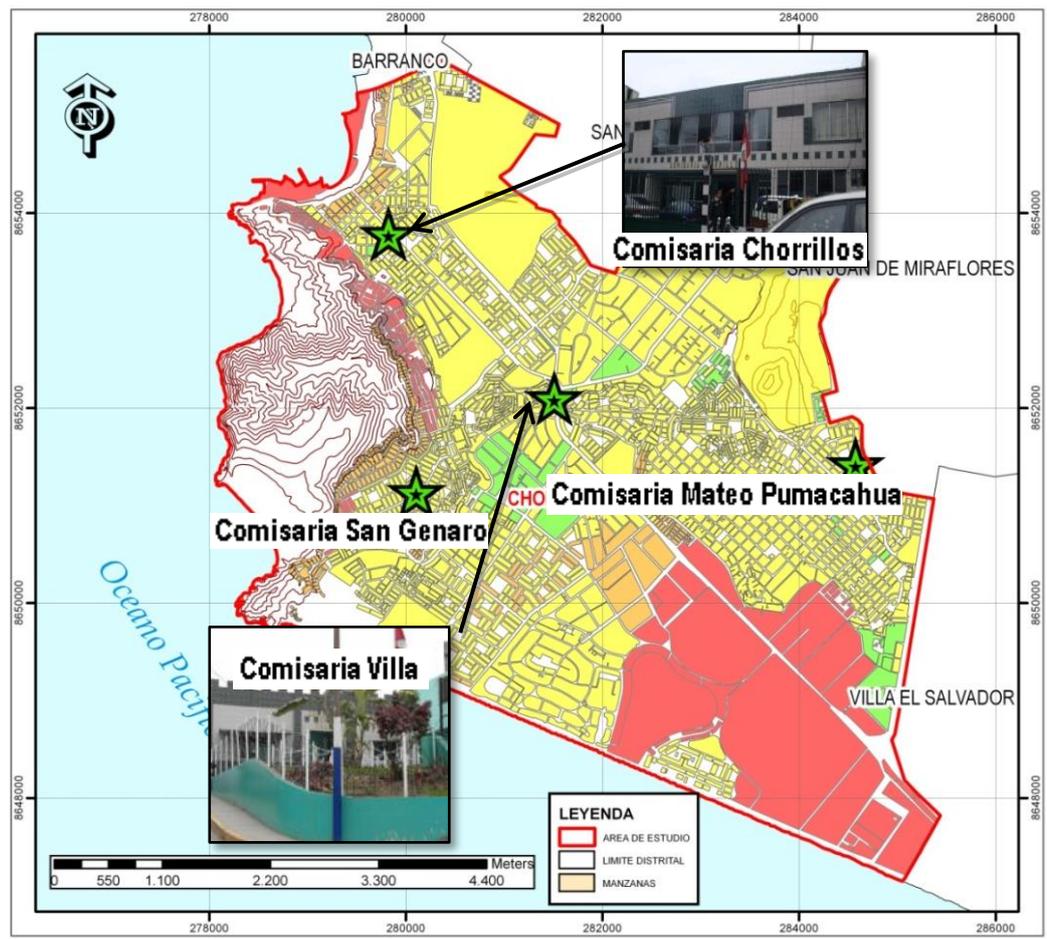
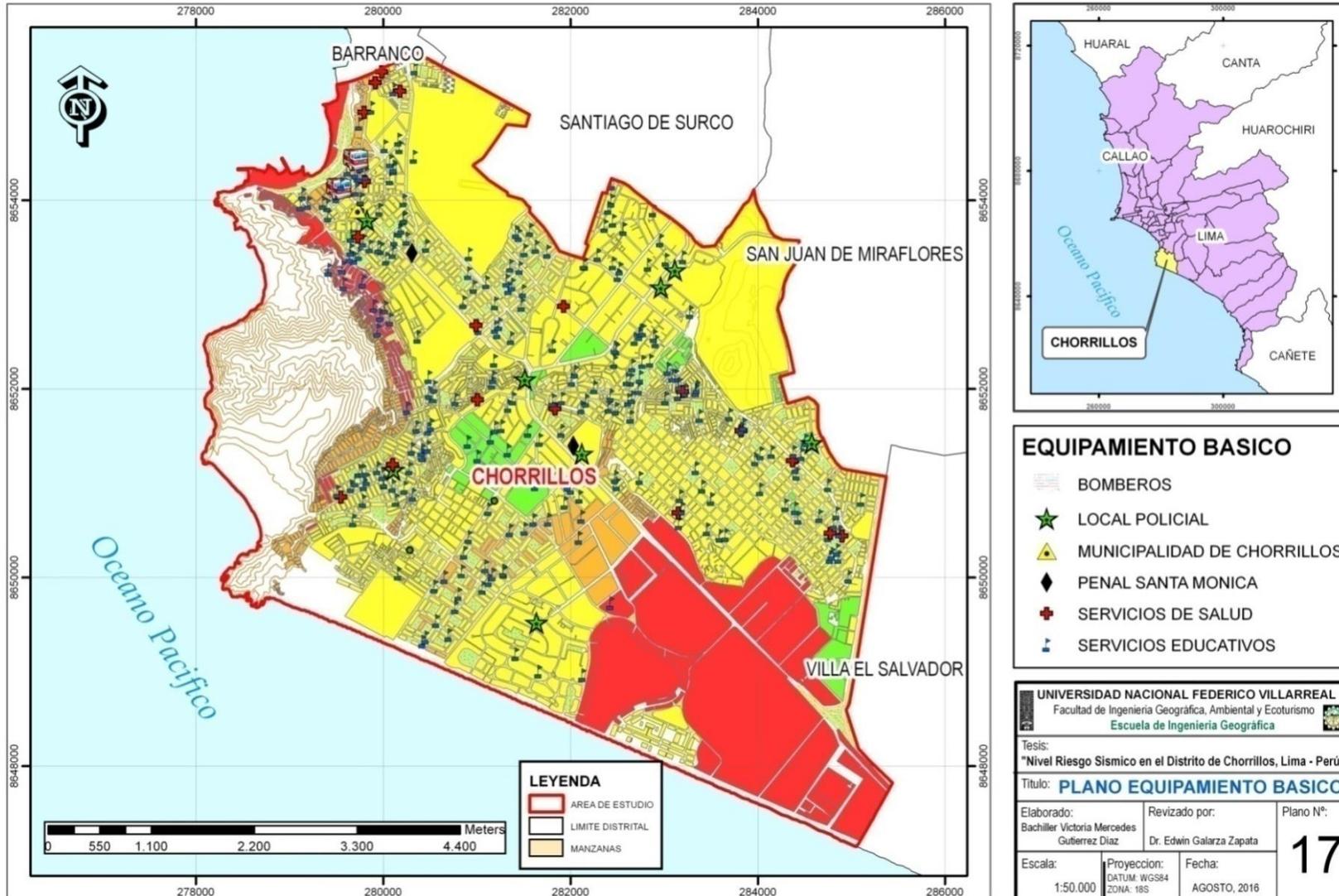


Figura 31. Comisarías del distrito de chorrillos.

Fuente: Elaboración propia

Plano 17. Plano de equipamiento básico



## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Del análisis del peligro sísmico realizado por el estudio de microzonificación sísmica de chorrillos elaborado por CISMID – UNI Y EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO (2010), se muestra diferentes tipos de suelos que ha permitido subdividir el distrito de chorrillos cuatro zonas según el comportamiento dinámico del suelo y según figura 22 y la tabla 13 nos muestra que a nivel de manzanas el 45% tiene un nivel medio, 15% tiene un nivel alto, 19% tiene nivel muy alto lo cual nos permitirá identificar de las zonas de alto peligro sísmico tales como: el acantilado de la costa verde, laderas del cerro de marcavilca, morro solar y los terrenos pantanosos conocido como los pantanos de villa. Esto demostraría que chorrillos tiene zonas de alta peligrosidad y están siendo ocupadas residencialmente por la población de bajos recursos económicos, a esto agregarle la ubicación dentro del denominado cinturón de fuego, las características del suelo y el crecimiento de la población, desencadenaría un desastre por las habitantes que ocupan esas zonas de alto peligro sísmico.
2. En el análisis de la vulnerabilidad del área de estudio se evaluó en base a variables tales como: densidad poblacional, número de pisos material de construcción, estado de conservación, año de construcción y emplazamiento y usando la metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo”, elaborado por la Arq. Olga Lozano Cortijo. Esta metodología se utilizó en el “Componente de gestión del riesgo de desastres para el ordenamiento territorial de la ciudad de Calca, distrito de Calca, región Cusco, Perú” como parte del proyecto participativo de gestión local del riesgo de desastres del distrito de Calca, región Cusco, ejecutado por PREDES. Esta metodología se presenta a

su vez dos tipos dentro de ella uno cualitativo y el otro heurístico porque se le asigna una ponderación, de acuerdo a su incidencia ante sismo: A mayor peso, mayor incidencia es fácil de aplicar mediante el SIG. A comparación del estudio de microzonificación sísmica y de vulnerabilidad en el distrito de chorrillos a través del programa de gestión territorial – 2011 donde utilizo para la evaluación de la vulnerabilidad el método por criterio el cual se basa a parámetros estructurales tales como número de pisos, material de construcción, uso de suelo, sistema estructural y estado de conservación para finalmente uso del SIG procede a interpolar y obtener los mapas.

A comparación de las dos metodologías utilizadas, PREDES propone mediante la Arq. Lozano una metodología sencilla y fácil de aplicar. Donde el resultado indica el 55% de las manzanas se encuentra muy alto a alto y un 44% en un nivel medio y esto explica lo cuán importante es obtener datos reales y concretos.

3. Para determinar el nivel de riesgo en el distrito de chorrillos se basó en la matriz de riesgos de INDECI, analizaremos el resultado obtenido que nos muestra que el distrito de estudio comprende en total 2433 manzanas de las cuales 234 manzanas corresponden a un nivel de riesgo muy alto y 400 corresponde a un nivel alto y 1731 a un nivel medio por lo que tenemos un resultado completo y no parcial como nos indica el resultado del estudio de microzonificación sísmica y de vulnerabilidad en el distrito de chorrillos a través del programa de gestión territorial – 2011 donde se comprende solo 441 manzanas de las cuales 142 en un nivel muy alto, 48 en un nivel alto y 152 en un nivel medio. Donde podemos comparar ambos resultados y notar la diferencia a

nivel de manzanas y esto nos permite adoptar medidas para contrarrestar el riesgo sísmico en las zonas de mayor nivel de riesgo del distrito de chorrillos.

## **VII. CONCLUSIONES**

### **7.1 CONCLUSIÓN SOBRE EL PELIGRO SÍSMICO**

- Se ha identificado en el distrito de chorrillos, zonas de alto peligro tales como: el acantilado de la costa verde, laderas del cerro de marcavilca, morro solar y los terrenos pantanosos conocido como los pantanos de villa y zonas aledañas del mismo.
- El nivel de peligro sísmico en el distrito le corresponde el 80% desde el nivel medio a muy alto y las razones por las cuales el distrito de chorrillos se encuentra en peligro sísmico es principalmente por el tipo de suelo arenoso, pantanoso, acantilados y taludes que conforman el distrito.
- Agregarle que el distrito de chorrillos está expuesto a otros tipos de peligros tal como tsunami por su cercanía al mar peruano y otros peligros antrópicos originados por el hombre.

### **7.2 CONCLUSIÓN SOBRE LA VULNERABILIDAD**

- Se determinó que las áreas más vulnerables del distrito de chorrillos se encuentran en la parte céntrica y periférica del distrito además se ubicó los puntos más críticos tales como: los acantilados de la costa verde, zonas elevadas y zonas cercanas a los pantanos de villa, representando el 55% del

total de manzanas de acuerdo a un nivel alto y muy alto y agregarle el 45% de las manzanas en un nivel medio.

- Otro elemento que aumenta la propia vulnerabilidad de las viviendas durante su proceso de consolidación acelerado, es la manera antitécnica sin ninguna dirección de profesionales el cual disminuye su resistencia ante un futuro sismo.

### **7.3 CONCLUSIÓN SOBRE EL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO**

- El nivel de riesgo sísmico del distrito de chorrillos le corresponde 78% a un nivel medio y 20% a un nivel alto y muy alto, causando estimadamente una afectación de 13 830 viviendas afectadas por un evento sísmico de gran magnitud.
- Además se estimó que la población de fallecidos es 69 157 personas, no solo por la intensidad del sismo sino por la gran precariedad de las construcciones existentes.
- El 90% de los servicios de salud tienen un nivel de riesgo medio y el 9% un nivel alto lo cual este porcentaje no estaría en condiciones de otorgar apoyo en caso de un desastre.

- El 84% de las instituciones educativas tienen un nivel medio y 11% un nivel alto muy alto lo cual implicaría el colapso de las edificaciones ante un evento sísmico de gran magnitud.
- Las 2 estaciones de bomberos se ubican un nivel de riesgo alto lo cual indicaría que no se encontraría en condiciones de prestar ayuda en caso de un desastre.

## VIII. RECOMENDACIONES

### 8.1 RECOMENDACIONES REFERENTES AL PELIGRO SÍSMICO

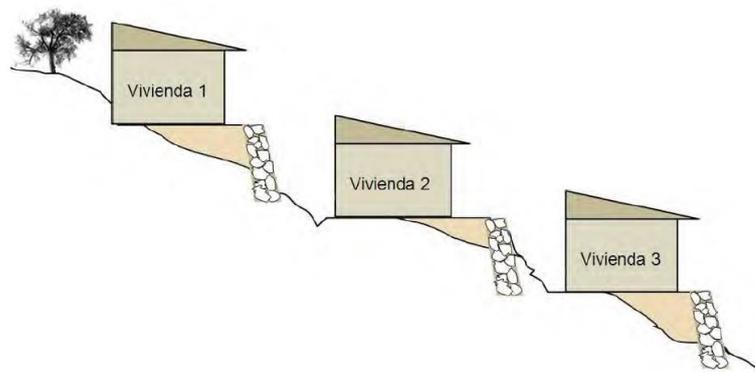
- No permitir la ocupación urbana con fines de uso residencial en las áreas calificadas como peligro muy alto.
- El municipio de Chorrillos no debe permitir la ejecución de obras de construcción nuevas en las áreas calificadas como peligro muy alto.
- En la zona de los acantilados (sector 1 y 3), se debería solucionar la inestabilidad del talud con proyectos de ingeniería.
- Chorrillos es vulnerable ante un tsunami, las siguientes recomendaciones para saber cómo actuar cuando se presenta este fenómeno son las siguientes:
  - Entregar cartillas informativas a los veraneantes con personal de defensa civil y sereno de la municipalidad de Chorrillos.
  - Señalizar las rutas de escape en diversas zonas del litoral del distrito a fin que las personas puedan evacuar lo más pronto posible a zonas altas y seguras.
  - Dar mantenimiento adecuado a las escaleras de salida ya existentes y construir más escaleras de evacuación en caso de ocurrir un tsunami.

- Instalar cámaras de video-vigilancia donde la municipalidad de chorrillos monitorea el comportamiento del mar a fin de estar siempre alertas ante un probable tsunami.
  - Instalar megáfonos mediante los cuales, en situaciones de emergencia, se podrá orientar a las personas para su inmediata evacuación peatonal.
  - Construir muros de contención (concreto) en las zonas cercanas al mar para minimizar la afectación de las olas de mar.
- Es recomendable que las autoridades del distrito, provincia y departamento organicen planes de contingencia ante cualquier eventualidad sísmica. Ya que chorrillos es altamente sísmico, se debería iniciar una labor de concienciación, adiestramiento y organización a la población, para saber que hacer antes, durante y después de un evento sísmico.

## **8.2 RECOMENDACIONES REFERENTES A LA VULNERABILIDAD**

- Las autoridades locales deben lograr un control urbano más eficaz en cuanto a densidades, altura de edificación, el estado de conservación, el año de las construcciones, el material que emplean en sus construcciones y la ubicación de sus viviendas (Vigilancia más estricta del cumplimiento de la norma sismo resistente E.30). Se debe priorizar los sectores que sufrirán más daños, dado que su riesgo de impacto es mayor.
- Realizar inspecciones técnicas en sus estructuras de los establecimientos educativos, de salud y de interés que permitan reforzar su sistema constructivo.

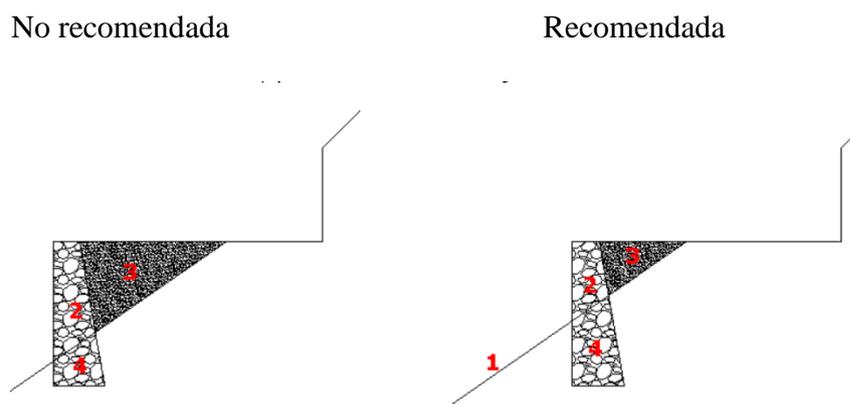
- Se recomienda asesoramiento técnico en construcción, demostrando in situ viviendas de la zona que están realizando una buena cimentación de sus viviendas.
- Promover el uso de procedimientos constructivos antisísmicos adecuados y con la asesoría de profesionales especializados en concordancia con el reglamento nacional de edificaciones.
- Promover la construcción de pircas como muros de contención de cada vivienda, difundiendo en los asentamientos humanos la técnica adecuada de su confección en pendiente, la siguiente ilustración muestra la idea básica de la obra demostrativa, la habilitación técnicamente adecuada de una ladera de pendiente moderada.



Fuente: Equipo de Predes

- Las pircas asentadas con mortero de concreto, es técnicamente más resistente y a mayor profundidad del cimiento en la base de la pircas, mayor será su resistencia a ser desplazada cuesta abajo.

- Involucrar de la población en el proceso de diseño y construcción del muro de contención; a través de las juntas directivas.
- Construcción plataformas para viviendas donde predomine el corte de los cerros (que es un suelo más estable) y se minimice el relleno para nivelar dicha plataforma (los rellenos son suelos inestables al no estar adecuadamente compactados durante el proceso constructivo). A la izquierda del grafico se puede apreciar una plataforma que no es recomendada y a la derecha una mejor construida.



Fuente: Equipo de Predes

1 Corte, 2 Muro de pirca, 3 Relleno y 4 Cimiento

- Construcción de muros de contención en las partes donde tienen una pendiente más pronunciada y con un riesgo alto a densificarse. Las recomendaciones para el diseño y construcción de los muros de contención están bien contempladas en el

reglamento nacional de edificaciones E.060 “Concreto armado”, 15.5 Muros de contención.

- Construir escaleras de concreto con pasamanos en toda su extensión, con dimensiones que permitan la evacuación masiva de los pobladores. Tener en cuenta que muchas de las escaleras construidas, no cumplen con esta condición y realizar una evaluación estructural del conjunto de escaleras.
- Implementar la señalización, iluminación y avisos que garanticen la seguridad de los peatones y pobladores, teniendo en cuenta que estamos en zonas de ladera.
- Identificar y señalar las rutas de evacuación en las viviendas unifamiliares y complejos multifamiliares que presentan condiciones seguras ante un sismo.

### **8.3 RECOMENDACIONES REFERENTES AL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO**

- La municipalidad de chorrillos, deberá efectuar las siguientes acciones necesarias e inmediatas para demoler, reconstruir o reparar las edificaciones calificadas en riesgo muy alto y alto, a fin de prevenir derrumbes originados por sismos que pudieran poner en riesgo la salud y la vida de la población. Estas acciones, deberán realizarse de manera coordinada con organismos públicos competentes, así como entidades privadas y población en general para dar solución a la problemática.

- Prohibir la ocupación urbana con fines residenciales en las áreas calificadas como riesgo muy alto y alto. (Acantilados de la costa verde, los pantanos de villa y alrededores del cerro marcavilca).
- Implementar programa de control urbano a fin de evitar la ocupación informal en zonas de muy alto y alto riesgo.
- No autorizar ni permitir la ejecución de obras de construcciones nuevas ni la ampliación de las existentes en las áreas calificadas en riesgo muy alto.
- En las zonas cercanas a los pantanos de villa (sector 2 y 4) realizar compactación dinámica a los suelos rellenados.
- Se recomienda tener acceso libre a las áreas verdes ya que deberían ser consideradas como zonas de reunión en caso de un evento sísmico.
- Identificar las zonas de refugio en caso de sismos.
- Habilitación de espacios públicos como lugares de reunión y zonas seguras, en la parte baja y alta de los asentamientos humanos.
- Es muy conveniente involucrar a los organismos públicos y privados en la evaluación del riesgo sísmico para obtener su interés y complicidad en la obtención de datos necesarios para este tipo de estudios.

- Está claro que el estudio aquí realizado es parcial. Es necesario avanzar en esta línea para incorporar información que permita el análisis de los otros aspectos fundamentales del riesgo sísmico como las diferentes líneas vitales, edificios esenciales, entre otros.
- Los resultados de riesgo sísmico deben servir para tomar conciencia del entorno en el cual se asienta el distrito, y encontrar la mejor solución para enfrentar el riesgo en caso se presente, la toma de decisiones es fundamental para este fin.

## IX. REFERENCIAS

- Ayquipa, C. (1995). *Microzonificación Sísmica de Chorrillos y Barranco*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil.
- Centro de estudios y prevención de desastres (abril 2009). *Diseño de escenario sobre el impacto de un sismo de gran magnitud en Lima metropolitana y callao*.
- Centro de estudios y prevención de desastres (setiembre 2011). *Guía metodológica para incorporar la gestión del riesgo de desastres en la planificación de desarrollo*.
- Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (2005). *Estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico en Lima y Callao – distrito de Comas*.
- Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres y la universidad nacional de ingeniería (julio 2010). Convenio específico de cooperación interinstitucional entre el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y la universidad nacional de ingeniería. *Estudio de Microzonificación sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima*. Informe: Microzonificación Sísmica del distrito de Chorrillos.
- Chijcheapaza, J. (2016). *Análisis de vulnerabilidad y riesgos, ante un sismo-tsunamigénico, en las edificaciones del Cercado del Callao*. Tesis de grado. Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ingeniería Geográfica.
- Cuya, Á. (2017). *Escenario de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica*. Tesis de grado. Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ingeniería Geográfica.
- Escobedo, L. (2016). *Gestión del riesgo de desastre: Estimación de la vulnerabilidad del AA.HH. Víctor Raúl Haya de la Torre ante la probabilidad de ocurrencia de tsunami de gran magnitud, distrito de ventanilla, provincia constitucional del Callao*. Tesis de grado. Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ingeniería Geográfica.
- Fernández, F. (1977). *Estudio sobre el sismo del 3 de octubre de 1974 en Lima Metropolitana*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil.

- Giesecke, A. Silgado, E. (1981). *Terremotos en el Perú*. Editorial. Rikchay.
- Instituto nacional de defensa civil (2003). Dirección Nacional de Prevención. Informe Técnico. *Estudio de Vulnerabilidad y Determinación de Riesgo - Distrito de Chorrillos*.
- Instituto nacional de defensa civil (2006). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*.
- Instituto nacional de defensa civil (2010). Plan de Prevención por Sismo 2010 - distrito de Chorrillos. *Estudio para Determinar el Nivel de Vulnerabilidad Física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud*.
- Ministerio de vivienda construcción y saneamiento (julio 2010). Programa de apoyo a la gestión integral del riesgo de desastres naturales a nivel urbano. *Estudio de Microzonificación sísmica y vulnerabilidad en el distrito de Chorrillos*.
- Palomino, C. (2016). *Determinación de escenarios de vulnerabilidad, riesgo físico y propuesta de gestión de riesgos en el centro poblado rural huertos de Manchay*. Tesis de grado. Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ingeniería Civil.
- Silgado, E. (1978). *Historia sísmica de los sismos más notables del Perú*.
- Vilela, K. (2009). *Propuesta de desarrollo en el casco urbano de Matucana – Huarochirí*. Tesis de grado. Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ingeniería Geográfica.
- Villanueva, A. (1975). *Estudio de Amplificación de ondas sísmicas en los suelos de Chorrillos*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil.

## **PÁGINA WEB**

Instituto Nacional de Defensa civil. (2017). Consultado el 25 de marzo del 2017, de

<https://www.indeci.gob.pe/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Consultado el 12 de abril del 2017, de

<https://www.inei.gob.pe/>

Instituto Geofísico del Perú. (2017). Consultado el 04 de mayo del 2017, de

<https://www.igp.gob.pe>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (201). Consultado el 16 de mayo del

2017, de <https://www.gob.pe/vivienda>

## X. ANEXOS

### PROCEDIMIENTO DE LA METODOLOGÍA

Microzonificación sísmica											
FID	Shape	NOMBDIS	NOMBPROV	NOMBDEP	NOM CAP	Código dep	Código	Código d	SIMBOLOGI	CONCEPTO	Peligro
3	Polygon	CHORRILLO	LIMA	LIMA	CHORRILLO	15	1501	150108	ZONA II	ARENAS EOLICAS MAYORES A 10 m, SUELTA A MEDIA DENSA. NIVEL FREATICO MENOR A 4 m. PERIODO DE SUELO DE 0.2 s A 0.4 s.	ALTO
4	Polygon	CHORRILLO	LIMA	LIMA	CHORRILLO	15	1501	150108	ZONA I	GRAVA DE ORIGEN ALUVIAL CON ARENAS SUPERFICIALES, AFLORAMIENTOS ROCOSOS. PERIODO DE SUELO 0.1 s A 0.2 s.	BAJO
0	Polygon	CHORRILLO	LIMA	LIMA	CHORRILLO	15	1501	150108	ZONA IA	SUELOS ARENOSOS INTERCALADOS CON ESTRATOS DE ARCILLA, ESPESOR MENOR A 10m. PERIODOS DE SUELO DE 0.2 s A 0.3 s.	MEDIO
5	Polygon	CHORRILLO	LIMA	LIMA	CHORRILLO	15	1501	150108	ZONA IB	ARENAS EOLICAS DE ESPESORES VARIABLES, COMPACTAD MEDIA DENSA A DENSA. PERIODOS DE SUELO DE 0.2 s A 0.4 s.	MEDIO
1	Polygon	CHORRILLO	LIMA	LIMA	CHORRILLO	15	1501	150108	ZONA IV A	ACANTILADOS Y TALUDES. PERIODO DE SUELO DE 0.1 s A 0.2 s.	MUY ALTO
2	Polygon	CHORRILLO	LIMA	LIMA	CHORRILLO	15	1501	150108	ZONA IV B	SUELOS PANTANOSOS. PERIODO DE SUELO DE 0.3 s A 0.4 s.	MUY ALTO

Attributes of PELIGRO												
FID	AREA	Shape	SHAPE Area	SHAPE Leng	NOM DIST	NOM LOCAL	COD MZHA	MZHA	MUN	PERIMETRO	COD UBI	NIVEL PELI
2427	0,000	Polygon	0,000005	0,013235	CHORRILLOS	URB BRISAS DE VILLA	0091624			0,013235	150108	MUY ALTO
2428	0,000	Polygon	0,000055	0,032799	CHORRILLOS	URB BRISAS DE VILLA	0091625			0,032799	150108	MUY ALTO
2429	0,000	Polygon	0,000128	0,045505	CHORRILLOS	URB BRISAS DE VILLA	0091671			0,045505	150108	MUY ALTO
2430	0,000	Polygon	0,000053	0,027948	CHORRILLOS	URB HUERTOS DE VILLA	0091672	Y2		0,027948	150108	MUY ALTO
2431	0,000	Polygon	0,000013	0,019209	CHORRILLOS	PANTANOS DE VILLA	0092153	2153		0,019209	150108	MUY ALTO
1	0	Polygon	0	0,003352	CHORRILLOS	CERCADO	0090001			0,003352	150108	MEDIO
2	0	Polygon	0	0,001097	CHORRILLOS	CERCADO	0090002			0,001097	150108	MEDIO
3	0	Polygon	0	0,001285	CHORRILLOS	CERCADO	0090004			0,001285	150108	MEDIO
4	0,000	Polygon	0,000001	0,003803	CHORRILLOS	CERCADO	0090005			0,003803	150108	MEDIO
5	0	Polygon	0	0,001927	CHORRILLOS	CERCADO	0090008			0,001927	150108	MEDIO
6	0	Polygon	0	0,001711	CHORRILLOS	CERCADO	0090009			0,001711	150108	MEDIO
7	0	Polygon	0	0,001097	CHORRILLOS	CERCADO	0090011			0,001097	150108	MEDIO
8	0	Polygon	0	0,002614	CHORRILLOS	CERCADO	0090012			0,002614	150108	MEDIO
9	0,000	Polygon	0,000001	0,003688	CHORRILLOS	CERCADO	0090013			0,003688	150108	MEDIO
10	0	Polygon	0	0,002899	CHORRILLOS	CERCADO	0090015			0,002899	150108	MEDIO
11	0,000	Polygon	0,000002	0,010479	CHORRILLOS	CERCADO	0090016			0,010479	150108	MEDIO
12	0,000	Polygon	0,000001	0,004551	CHORRILLOS	CERCADO	0090020			0,004551	150108	MEDIO
13	0,000	Polygon	0,000016	0,017309	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090028			0,017309	150108	MEDIO
14	0	Polygon	0	0,002746	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090029			0,002746	150108	MEDIO
15	0	Polygon	0	0,002208	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090040			0,002208	150108	MEDIO
16	0	Polygon	0	0,002271	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090041			0,002271	150108	MEDIO
17	0	Polygon	0	0,001822	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090049			0,001822	150108	MEDIO
18	0	Polygon	0	0,001689	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090056			0,001689	150108	MEDIO
19	0	Polygon	0	0,002058	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090062			0,002058	150108	MEDIO
20	0	Polygon	0	0,002286	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090063			0,002286	150108	MEDIO
21	0	Polygon	0	0,002447	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090064			0,002447	150108	MEDIO
22	0	Polygon	0	0,002463	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090065			0,002463	150108	MEDIO
23	0	Polygon	0	0,003783	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090066			0,003783	150108	MEDIO
24	0	Polygon	0	0,002436	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090067			0,002436	150108	MEDIO
25	0	Polygon	0	0,002445	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090068			0,002445	150108	MEDIO
26	0	Polygon	0	0,002288	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090069			0,002288	150108	MEDIO
27	0,000	Polygon	0,000002	0,012851	CHORRILLOS	CERCADO	0090071			0,012851	150108	MEDIO
28	0	Polygon	0	0,001403	CHORRILLOS	CERCADO	0090072			0,001403	150108	MEDIO
29	0	Polygon	0	0,001574	CHORRILLOS	CERCADO	0090073			0,001574	150108	MEDIO
30	0	Polygon	0	0,002184	CHORRILLOS	CERCADO	0090074			0,002184	150108	MEDIO
31	0	Polygon	0	0,001171	CHORRILLOS	CERCADO	0090075			0,001171	150108	MEDIO
32	0	Polygon	0	0,000078	CHORRILLOS	CERCADO	0090076			0,000078	150108	MEDIO
33	0	Polygon	0	0,001142	CHORRILLOS	CERCADO	0090077			0,001142	150108	MEDIO
34	0	Polygon	0	0,001149	CHORRILLOS	CERCADO	0090078			0,001149	150108	MEDIO
35	0	Polygon	0	0,002717	CHORRILLOS	CERCADO	0090079			0,002717	150108	MEDIO
36	0	Polygon	0	0,002109	CHORRILLOS	C.H CIMP JACE LAS PALMAS	0090080			0,002109	150108	MEDIO

Figura 32. Clasificación de los niveles de peligro en el distrito de chorrillos.

Fuente: Elaboración propia



COD_UBI	NOM_DIST	NOM_LOCAL	COD_MZNA	MZNA_MUN	PELIGRO	VULNERABIL	RIESGO
150108	CHORRILLOS	URB COUNTRY CLUB DE VILLA	0091620		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092371	A	MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092372		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H PACIFICO DE VILLA	0092674	0	ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H NUEVA CALEDONIA	0092764	C	MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAN GENARO II	0091049		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAN GENARO II	0091055	F3	MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H NUEVA CALEDONIA	0091070		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H NUEVA CALEDONIA	0091071		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAN JOSÉ II	0092903	O	MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAN JOSÉ II	0092904	N	MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H HEROES DEL PACIFICO	0090901		MUY ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	URB HUERTOS DE VILLA	0091681	0	ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	URB HUERTOS DE VILLA	0091687	SUB	ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H INDUAMERICA	0092133		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H INDUAMERICA	0092134		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H INDUAMERICA	0092135		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H INDUAMERICA	0092136		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H INDUAMERICA	0092137		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H INDUAMERICA	0092139		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H INDUAMERICA	0092140		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H INDUAMERICA	0092141	N	ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H INDUAMERICA	0092142		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAGRADA FAMILIA	0092143		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAGRADA FAMILIA	0092144		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAGRADA FAMILIA	0092145		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAGRADA FAMILIA	0092146		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAGRADA FAMILIA	0092147		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAGRADA FAMILIA	0092148		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAGRADA FAMILIA	0092149		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAGRADA FAMILIA	0092151		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H SAGRADA FAMILIA	0092152		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H LAS GARZAS DE VILLA	0092154		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H LAS GARZAS DE VILLA	0092155		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H LAS GARZAS DE VILLA	0092156		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H LAS GARZAS DE VILLA	0092157		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H LAS GARZAS DE VILLA	0092158		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H LAS GARZAS DE VILLA	0092159		ALTO	ALTO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092358		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092359		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092360		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092361		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092362		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092363		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092365		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092366		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092367		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	ASOC LAS TERRAZAS DE VILLA	0092368		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H GRAL MIGUEL IGLESIAS	0090545		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H GRAL MIGUEL IGLESIAS	0090546		MUY ALTO	MEDIO	ALTO
150108	CHORRILLOS	A.H GRAL MIGUEL IGLESIAS	0090548		MUY ALTO	MEDIO	ALTO

Figura 34. En base a la matriz de zonificación de riesgos, la cual se aplica a cada manzana mediante el sistema de información geográfica, con el fin de identificar los sectores de riesgo.

Fuente: Elaboración propia

## FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Tabla 42

*Ficha de levantamiento de información catastral*

<b>FECHA:</b>		<b>HORA:</b>		<b>URBANIZACION:</b>	
<b>OPERADOR:</b>					
<b>CODIGO DE URBANIZACION:</b>			<b>CODIGO DE MANZANA:</b>		
<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
<b>DENSIDAD POBLACIONAL:</b>	Muy baja	Baja	Media	Alta	
<b>NUMERO DE PISOS:</b>	1 piso	2 pisos	3 pisos	4 pisos a mas	
<b>MATERIAL DE CONSTRUCCION:</b>	Madera	Concreto	Mampostería	Adobe	
<b>ESTADO DE CONSERVACION:</b>	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	
<b>AÑO DE CONSTRUCCION</b>	Posterior a 1981	Desde 1972 a 1980	Desde 1961 a 1971	Anterior a 1960	
<b>EMPLAZAMIENTO:</b>	Llano	Ladera	Próximo acantilado al	Próximo a nivel freático alto	
<b>CROQUIS DE LA MANZANA:</b>					
<b>Observaciones:</b>					

Fuente: Elaboración propia

## SISMICIDAD DE LIMA Y CHORRILLOS

El distrito de chorrillos y la ciudad de Lima en general, está expuesto a un alto nivel de peligro sísmico, producto de la alta actividad sísmica que genera la subducción de la placa de nazca debajo de la placa sudamericana, cuyos bordes convergen a pocos kilómetros del litoral peruano – chileno.

De acuerdo a ello, el distrito en mención ha sufrido severos daños en sus edificaciones en los diversos sismos que han afectado a la ciudad de Lima, las intensidades sísmicas determinadas para este distrito han sido mayores en comparación con otros distritos de Lima, esto debido a las características de sitio que se encuentran en el distrito y que influyen en su respuesta sísmica. A continuación describiremos los siguientes.

**Sismo del 15 de noviembre de 1555**, ocurrió el temblor más fuerte desde la fundación de Lima, que causo muchos desperfectos en las edificaciones. Intensidad: VII (MM) en Lima.

**Sismo del 9 de julio de 1586**, a las 19:00 horas, terremoto que destruyó Lima, con 14 a 22 víctimas. Tsunamis en Callao y otros lugares: Fue sentido desde Trujillo hasta Caravelí, también fue sentido en Huánuco y Cuzco; y posiblemente en lugares intermedios. Por 60 días se dejaron sentir las réplicas. Intensidades de IX (MMI) en Lima y VI MMI en Ica y Trujillo III (MMI).

**Sismo del 19 de Octubre de 1609**, a las 20:00 horas, violento temblor en Lima que derribo muchas edificaciones. Intensidad: VII (MMI) en Lima.

**Sismo del 14 de Febrero de 1619**, a las 11:30 horas, terremoto que destruyó a la Ciudad de Trujillo; fue sentido a 200 km al norte y a más de 600 km al sur. La destrucción se extendió a las poblaciones de Zaña y Santa. Murieron 350 personas. Licuación y agrietamiento de suelos. En la Ciudad de Lima se sintió como fuerte temblor que causo la salida de la gente de sus casas. Con intensidades: Trujillo IX (MMI), Chicama y Santa VIII (MMI), Barranca y Zaña VII (MMI), y Lima V (MMI).

**Sismo del 27 de Noviembre de 1630**, a las 11:30 horas, averió casas e iglesias. Varios muertos y contusos en Lima. Intensidad: VII (MMI) en Lima.

**Sismo del 13 noviembre de 1655**, a las 14:38 horas, fuerte sismo que derrumbo muchas casas y edificios en Lima. Graves daños en el presidio de la isla san Lorenzoun muerto. San Lorenzo y Callao IX (MMI) y Lima VIII (MMI).

**Sismo del 12 de mayo de 1664**, con intensidades de X MMI en Ica, VIII MMI en Pisco y IV MMI en Lima.

**Sismo del 20 de octubre de 1687**, con intensidades de VII MM en Lima y IX en Cañete.

**El Sismo del 10 de febrero de 1716**, con intensidades de IX MMI en Pisco y V MMI en Lima.

**El Sismo del 28 de octubre de 1746**, a las 22:30 horas: destrucción de casi la totalidad de casas y edificios en Lima y Callao, con intensidades de X MM en Chancay y Huaura, IX – X MM en Lima y VIII en la Cordillera Negra.

**El Sismo del 30 de marzo de 1828**, con intensidades VII MM en Lima.

**El Sismo del 4 de marzo de 1904**, con intensidades de VII - VIII MM en Lima.

**El Sismo del 24 de mayo de 1940**, a horas 11:34 de la mañana, mientras la ciudad se desenvolvía en intensa actividad, un violento temblor sacudió, la ciudad de Lima. Por su violencia pertenece a la clase de temblores de origen tectónico. Por la distribución las líneas isosistas, parece que el foco del movimiento se encuentra en el fondo del mar, de ahí su propagación en ondas. La primera onda sísmica fuerte al estrellarse contra la costa, cogió de lleno al callao y chorrillos, estimándose que en estas poblaciones, la intensidad del temblor alcanzó el grado VIII en la escala de mercalli modificada.

El distrito del Rímac, se sintió con una intensidad entre VII y VIII MM, en la zona central de la capital fue de grado VII, apreciada por sus efectos sobre las construcciones urbanas, mientras que en miraflores, san Isidro y orrantía se estimó en grado VI de la escala. Ocasiono la destrucción de muchas edificaciones en los distritos de cercado, callao, chorrillos y barranco, efecto que se acentuó en las construcciones de fábricas antiguas y en las de estado semiruinoso.

Sufrieron averías varios templos, entre ellos la catedral y desperfectos algunos edificios modernos con esqueleto estructural. Las estadísticas oficiales consignaban que sufrieron daños las siguientes viviendas un 38% viviendas de quincha, 23% viviendas de adobe, 20% viviendas de ladrillos, 9% viviendas de cemento, 10% viviendas construidas de diversos materiales.

Se constató que en algunos lugares no solo sufrieron las construcciones antiguas, sino también las modernas, atribuyéndose este hecho a la construcción del terreno.

El puerto de Callao que sufrió una ruina considerable, está edificado sobre terreno arenoso saturado de agua, y el balneario de chorrillos está situado en una zona próxima a barrancos de terreno aluvial incoherente.

Las construcciones cercanas a los cerros que bordean el abanico fluvial del valle, también fueron afectados, entre ellos la nueva edificación de ladrillo de la escuela nacional de agricultura, que sufrió daños de consideración.

Por la opinión de algunos expertos en la materia, se cree que esta distribución irregular de las intensidades no corresponde únicamente a la distancia del epicentro, son más bien a la diferencia en las condiciones geológicas del subsuelo de Lima.

En chorrillos, los efectos del movimiento sísmico, quizás fueron mayores, debido a una doble condición especial de su fundación, el haberse constituido precisamente al borde de los barrancos y el haberse desarrollado hacia una zona de contacto, como lo son las estribaciones del morro solar.

Una observación muy interesante es quizás la que obtiene el Ing. C. Alcedán; a través del análisis de los sismogramas registrados por el observatorio de Buenos aires, en la que se pone en manifiesto que la mayor violencia en las sacudidas de la tierra, es de sur a norte, lo que parece comprobar las observaciones realizadas en Lima, de que el sismo se propago en este sentido.

**El Sismo del 31 de Enero de 1951**, a las 11:39 horas del 31 de enero de 1951, el distrito de chorrillos, así como la capital, fue sacudida por un fuerte temblor de tierra, que duro unos 5 a 10 segundos ha sido uno de los más intensos después del terremoto de 1940.

El fenómeno fue local, pues se originó a unos 222km, en la dirección 82° NW del observatorio geofísico de Huancayo. Este lugar quedaría ubicado a unos 20 km del litoral frente da Ancón.

Dentro de los daños a la propiedad, provoco leve fisuración en los edificios ligeros agrietamientos en las paredes de otras construcciones y algunos desprendimientos de revoques y roturas de vidrios.

En chorrillos, algunos objetos ligeros vibraron y cambiaron de lugar. También se produjeron deslizamientos de tierra en los barrancos de Magdalena, levantando polvo a una altura de 30mt sobre el nivel del suelo.

**El Sismo del 17 de Octubre de 1966**, en las zonas de callao, del cercado y del distrito del Rímac, así como en el área de chorrillos, se registraron porcentaje de daños que los ubican en el grado VII de escala de MSK de intensidades. Debido a fenómenos geológicos (zona de contacto), las casuarinas y parte de la Molina presentan en mismo grado.

Los distritos de Miraflores, San Isidro, Lima, Breña y Magdalena presentan daños de intensidad VI. Estos distritos se hallan ubicados en zonas de conglomerados de gran potencia.

Es de notar que los barrios marginales, a pesar de están ubicados en zonas de contacto y tienen construcción de no muy buena calidad, como Comas y El Agustino, no presentan en general daños de intensidades mayor el grado VI.

En el Sector de los acantilados de Barranco y en uno que otro tramo del litoral ocurrieron pequeños deslizamientos que si bien no produjeron consecuencias, dejan ver la necesidad de establecer una faja de seguridad que limite las construcciones.

Según la dirección de hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú, se produjo un Tsunami en la Punta a las 17:32 hora local (22:32 GMT), con un periodo de oscilación de 15 mm y amplitud máxima (máximo a mínimo de 4.6m).



*Figura 35.* Después del terremoto de 1966 y hasta la actualidad el colegio sagrado corazón tiene un solo nivel en su fachada y anterior 1966 tenía tres niveles.

Fuente: Trabajo de campo

**El Sismo de 3 de Octubre de 1974**, la mayor parte de las estructuras que sufrieron daños severos, fueron construcciones de 3 a más pisos y construcciones tipo adobe y quincha de 1 a 2 pisos.

La intensidad más alta en la escala de Mercalli modificada en Lima fue IX. Esta intensidad fue observada en los distritos de Callao, Barranco, La Molina y Lima. La distribución de intensidades en estos distritos es muy diversificada, esto puede deberse en parte a los diferentes tipos de estructuras y a posibles efectos localizados de amplificación de suelos, asentamientos diferenciales, licuación de suelos, etc.

En Chorrillos y Barranco básicamente se reportaron derrumbes y deslizamientos a lo largo de los acantilados, notándose mayores efectos en las zonas de contacto, cercanas al morro solar. Algunas construcciones se vieron seriamente dañadas y otras colapsaron, como es el caso de las instalaciones de la escuela de policía y de otras cercanas a los cedros de villa, atribuibles a fenómenos de amplificación de suelos.

Desde el año 1974, no se ha producido otro nuevo sismo que afecte la Ciudad de Lima y por el contrario, se ha observado un incremento poblacional y comercial. El incremento de la población ha llevado a que se produzca una expansión urbana desmesurada, siendo una zona de alta actividad sísmica es inevitable que otro terremoto fuerte ocurra en Lima.

## **EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES DE CHORRILLOS**

### **ESCUELA DE LA POLICÍA – GUARDIA CIVIL**

El Centro de instrucción de Benemérita - Guardia Civil del Perú (CIBGC), se encuentra ubicado en la zona de la campiña, distrito de Chorrillos, que como ya hemos explicado, es una zona crítica sísmica.

En el área del CIBGC, en el extremo N – E se aprecian en la superficie gravas arcillosas; el río surco corría en dirección N – S erosionando las lutitas y depositaba la grava. La superficie del terreno está formada, en su mayor parte, por gravas súper yaciendo en las lutitas. Esta zona era pantanosa hasta no hace muchos años y con el proceso urbanizadorio y los bombeos de los alrededores, el nivel freático se deprimió. Las diferentes edificaciones que comprenden dicho Centro de Instrucción, sufrieron graves daños estructurales, especialmente el pabellón de oficiales (de 3 pisos), que colapso parcialmente, de tal manera que parte de ella tuvo que ser demolida.

El área del edificio colapsada corresponde al desagüe final de la parte pantanosa y en especial el extremo sur, el drenaje final del pantano es hacia el S-E. Este edificio ha tenido problemas de estructuras suelos, estos son: asimetría, zonas más rígidas que otras, etc. Los problemas de colapso de esta estructura, además de lo anteriormente citado, se deben en términos generales al terreno de cimentación. Cuando estuvieron construyendo se encontraron con terrenos malos, el que empeoraba de este hacia oeste; de tal manera que las cimentaciones (las independientes y no las arriestrados o conectados), seguidamente previa consulta, fueron modificando las profundidades, de manera que se puede resumir que los pórticos transversales al eje mayor de extremo. Este fueron cimentados a 1.50 metros de profundidad, los pórticos del centro a 2.00 metros y los del extremo. En el sector que hemos definido como malo se encuentra un material de pésima calidad, prácticamente de densidad menor que el agua (turbosa gris).

Comportamiento dinámico de conjunto ha sido tal que la mitad este prácticamente no se asentó o fue pequeña y que la mitad oeste ha tenido asentamientos importantes por la densificación de las arenas naturales. En definitiva, ha habido asentamientos totales y

diferenciales, tal como se comprobaría por las altas densidades relativas obtenidas en ensayos realizados después del sismo. El daño observado sugiere la presencia de efectos de amplificación de suelos.

El edificio de viviendas de guardias (de 3 pisos) también sufrió daños considerables. En los ejes transversales se presentan fisuras, grietas (en algunos casos con el refuerzo al descubierto) y caída de revestimiento se apreciación en columnas, vigas, nudos y muros en los 3 niveles. En algunos casos hay fracturas de muros en forma diagonal. En los ejes longitudinales hay fisuras en vigas, grietas en nudos y pequeñas caídas de revestimientos. En las escaleras, se observara grietas en descansos y pasos, en algunos casos con aparición de refuerzos.

En el edificio de aula se presentaron grietas en muros, fisuras en vigas y columnas (en forma diagonal o transversal). También hay fisuras en algunos nudos. En otros casos se produjo a reparación muro – pórtico.

El edificio de viviendas de cadetes (3 pisos) y cocina comedor (2 pisos), se presentaron en general fisuras en vigas y columnas de igual modo que las grietas. En la vivienda de cadetes el mayor daño se observó en los dos pisos superiores, fisuras en los muros de ladrillos en forma diagonal y en aspa. También hay fracturas en columnas, diversos muros del primer, segundo y tercer piso.

## **CONSTRUCCIONES EN CHORRILLOS**

Por considerarlo de interés, se incluye algunos efectos del sismo, observadas en la zona de chorrillos, especialmente al borde de los acantilados que, como hemos anotado anteriormente, es una zona crítica sísmica.

Observaciones importantes constituyen los realizados en el colegio chalet, ubicado en el suburbio de chorrillos, donde tuvieron lugar pequeños desprendimientos de tierras, y un conjunto de estructuras de concreto armado tuvieron extensos daños. Este colegio está localizado en el borde de un acantilado en chorrillos. Esta terraza (acantilado) está casi 45 metros encima de la playa y esta bordeados por un escarpado excesivo.

**El Sismo del 18 de abril de 1993**, con intensidades de VI MMI en Lima y V MMI en Cañete y Chimbote.

**El Sismo del 15 de agosto del 2007**, ocurrió un sismo 18:40 minutos, hora local, con origen en la zona de convergencia de las placas, el cual fue denominado como “el sismo de Pisco” debido a que su epicentro fue ubicado a 60 km al Oeste de la ciudad de Pisco. Este sismo tuvo una magnitud de 7.0 en la escala de Richter (ML) y de 7.9 en la escala de magnitud momento (Mw), de acuerdo al Instituto geofísico del Perú y de 8.0 según el National Earthquake Center (NEIC). El sismo produjo daños importantes en un gran número de viviendas de la ciudad de Pisco (aproximadamente el 80%) y menor en las localidades aledañas, llegándose a evaluar una intensidad del orden de VIII en la escala de mercalli modificada (MM) en la localidades de Pisco, Chincha y Cañete, V y VI en la ciudad de Lima. VI en las localidades de Yauyos (Lima), Huaytará (Huancavelica), IV en las ciudades de Huaraz y localidades de Canta, Puquio, Chala. Este sismo produjo un tsunamis que se originó

frente a las localidades ubicadas al sur de la península de Paracas, y una licuación generalizada en una área de más de 3km de longitud por 1.0 km de ancho en las zonas de Canchamaná y Tambo de Mora en Chincha. A la fecha, el Instituto de Defensa Civil (INDECI) y el Instituto nacional de estadística e informática (INEI) han informado que el sismo deja en la región 32,000 personas afectadas; 595 muertos, daños severos en 12 localidades con más de 230,000 viviendas dañadas; y 52,150 totalmente destruidas por problemas estructurales.

## **PROYECTO SIRAD: SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE RECURSOS PARA ATENCIÓN DE DESASTRES - INVESTIGACIÓN SOBRE EL PELIGRO DE TSUNAMI EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO, OCTUBRE 2010**

Tsunami: “Nombre japonés que significa, ola de puerto”.

Por su ubicación geográfica, Lima metropolitana y callao (por ende chorrillos) se ha visto atacada por un gran cantidad de sismo de gran intensidad y muchos de ellos han generado la ocurrencia de tsunamis. En las costas peruanas se tiene un registro de tsunamis desde más de 500 años, con 117 tsunamis generados por sismos (Silgado, 1978) los cuales se pueden volver a repetir si las condiciones de mecanismos sísmico lo permiten.

La Dirección de hidrografía y navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú, ha desarrollado Cartas de Inundación para las zonas costeras a lo largo de todo el litoral peruano. Para la determinación del límite de máxima inundación en caso de tsunamis, se consideraron aspectos oceanográficos, así como la información de las características geomorfológicas, pendiente y taquimetría de las zonas de playa anterior y posterior. Esta información proviene del departamento de Oceanografía que es complementada con datos catastrales que proporcionan las municipalidades. Para la simulación y la posterior elaboración de las cartas de inundación se considera un sismo aproximado de 8 grados en la escala de Richter frente a la costa peruana.

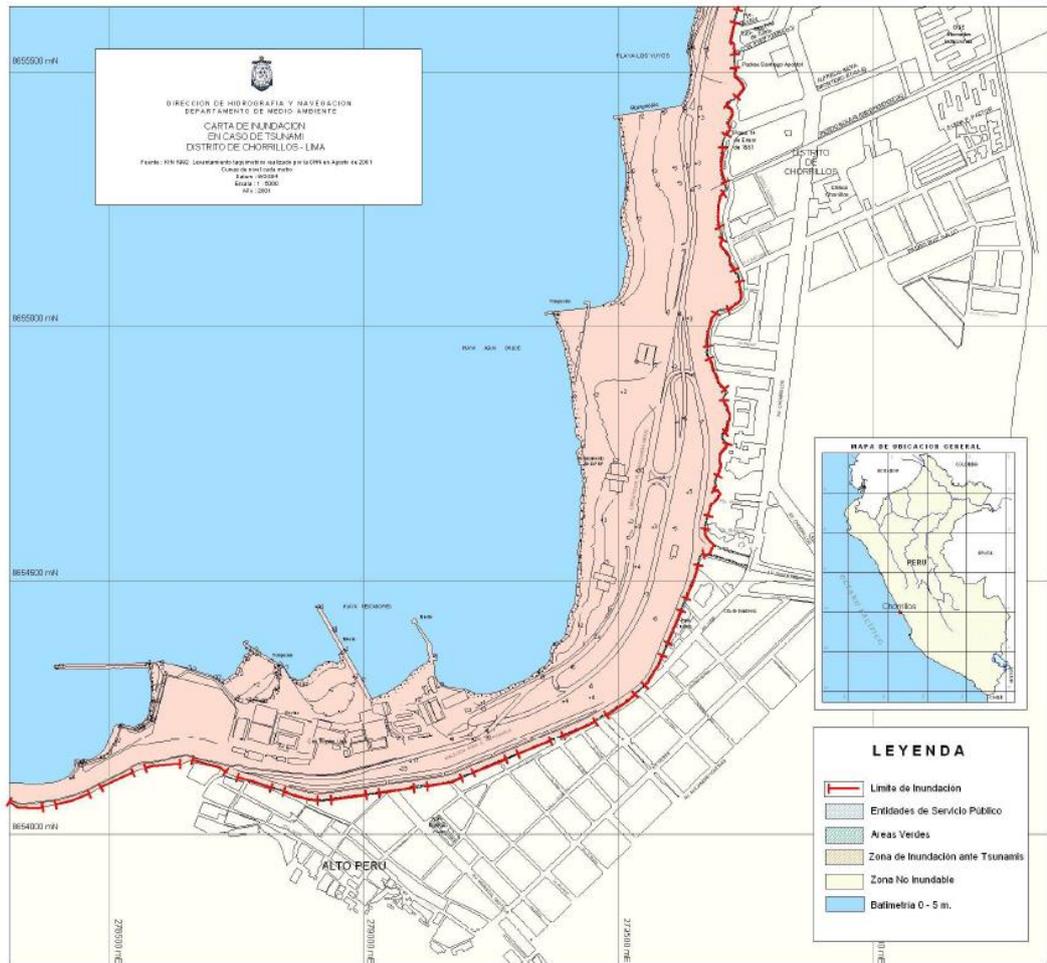


Figura 36. Carta de inundación en caso de tsunami en el distrito de chorrillos, zona de la costa.

Fuente: La dirección de hidrografía y navegación de la marina de guerra del Perú.



Figura 37. Carta de inundación en caso de tsunami en el distrito de chorrillos, zona villa.

Fuente: La dirección de hidrografía y navegación de la marina de guerra del Perú

En el 2010, se publicó el proyecto SIRAD (Sistema de información sobre recursos para atención de desastres), fue una elaboración de un Sistema de información geográfico y análisis de recursos esenciales para la respuesta y recuperación temprana ante la ocurrencia de un sismo y/o tsunami en el Área Metropolitana de Lima y Callao PNUD/SDP-052/2009.

Este informe, se trata de determinar el peligro relacionado con la ocurrencia de un tsunami o maremoto relacionado con un sismo de gran magnitud. La metodología empleada consistió utilizar el modelo numérico TIME (Tsunami Inundation Modelling Exchange).

Los resultados del estudio determinaron que las zonas de alta vulnerabilidad son: ventanilla, callao, villa – chorrillos y lurín, el tiempo de arribo de la primera ola sería de alrededor de 20 minutos.



*Figura 38.* Línea de inundación para la zona de villa chorrillos, Mw = 8.5 en rojo y Mw = 9.0 en morado.

Fuente: Investigación sobre el peligro de tsunami en el área metropolitana de lima y callao, 2010.

# CARTILLA DE SEGURIDAD DE LA MUNICIPALIDAD DE CHORRILLOS

## ¿Qué hacer cuando ocurre un Tsunami?

- ❑ SI TE ENCUENTRAS CERCA DEL MAR y el sismo no te permite mantenerte de pie y/o el mar se retira de la playa, aléjate de la costa y dirígete de inmediato a zonas altas o edificios seguros (evacuación vertical), sin esperar la alerta de TSUNAMI.
- ❑ Evacua hacia zonas altas y seguras COLABORA CON LA EVACUACIÓN DE LOS ADULTOS MAYORES, PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y NIÑOS.
- ❑ POR NINGÚN MOTIVO REGRESÉS A LA PLAYA O VIVIENDA QUE ESTE CERCA A ELLA, hazlo solo cuando las autoridades de la oficina de defensa civil de tu municipalidad lo indiquen.

## ¿Qué hacer después de un Tsunami?

- ❑ EVALÚA tu estado de salud, el de tu familia y/o de las personas que te acompañan.
- ❑ EVITA REGRESAR a las zonas inundadas y dañadas hasta que las autoridades lo dispongan.
- ❑ MANTENTE informado por RADIO y atiende las recomendaciones de las autoridades.
- ❑ MANTENTE PENDIENTE Y PREPARADO EN LAS HORAS SIGUIENTES.
- ❑ ATIENDE LAS RECOMENDACIONES de las autoridades y si estás capacitado ayuda.

**Recuerda:**

- Utiliza el teléfono solo para llamadas breves y necesarias; colabora en mantener las líneas telefónicas des congestionadas.
- Es preferible utilizar mensajes de texto o de internet para comunicarte con tus familiares.
- Los números de emergencia son gratuitos y se pueden marcar desde cualquier teléfono.



116 BOMBEROS



105 POLICIA



2517001 SERENAZGO



INDECI

Visita : [www.munichorrillos.gob.pe](http://www.munichorrillos.gob.pe) o Escribe nos a : [insagen@munichorrillos.gob.pe](mailto:insagen@munichorrillos.gob.pe)  
 Llamanos : 4670814 - 4675553 - 2517001  
 Oficina de Imagen Institucional - Oficina de Defensa Civil-MDCH



## MUNICIPALIDAD DE CHORRILLOS

### CARTILLA DE SEGURIDAD



## COMO ACTUAR ANTES, DURANTE Y DESPUES DE UN SISMO Y TSUNAMI



Debemos estar preparados para afrontar un sismo o tsunami tomando las medidas de prevención que permitan proteger nuestra vida y la de nuestra familia, la municipalidad de Chorrillos en su rol de Defensa Civil bajo la dirección del Ing. Augusto Miyashiro; pensando en la seguridad de todos los vecinos te alcanza la cartilla de información para compartir con tu familia, amigos y vecinos, a fin de estar preparados para afrontar un sismo o tsunami, para ponerlo en práctica.

"Defensa Civil Tarea de Todos"

## ¿Qué hacer antes de un sismo?

- ❑ IDENTIFICA en la casa, escuela u oficina los lugares de riesgo como: ventanas, barandales, muebles y objetos que puedan caer por el movimiento del temblor.
- ❑ CONOCER LAS SALIDAS DE EMERGENCIA y las rutas de evacuación (salida), asegúrate que estén libres de cualquier objeto que obstruya el paso.
- ❑ IDENTIFICA y señala los LUGARES DE MENOR RIESGO como pilares, columnas, vigas y muros de carga.
- ❑ IDENTIFICA EN LA CALLE LOS LUGARES DE RIESGO como anuncios espectaculares, tapias en mal estado, postes, marquesinas, lámparas y macetas colgantes, entre otros.
- ❑ LOS SITIOS DE MENOR RIESGO EN LA CALLE son los lugares abiertos, alejados de los muros, postes, ventanas y cables entre otros, como PARQUES Y PLAZAS.
- ❑ IDENTIFICA Y ACUERDA CON TU FAMILIA UN LUGAR DE REUNIÓN fuera de casa y a que teléfonos deben reportarse después de un sismo de gran intensidad.
- ❑ MANTÉN A LA MANO dentro de la casa o trabajo los DOCUMENTOS IMPORTANTES.
- ❑ MANTÉN A LA MANO UN RADIO PORTÁTIL DE PILAS, UNA LINTERNA Y UN BOTIQUÍN con desinfectante para heridas, algodón, jabón, vendas elásticas, tela adhesiva y pastillas de cloro para desinfectar el agua y si tienes una carpa de campaña ubícala en un lugar seguro.
- ❑ ANOTA EN UNA TARIETA TIPOS DE SANGRE, alergias, medicamentos especiales de toda la familia y guárdala en un botiquín.
- ❑ ASEGÚRATE DE REVISAR Y DAR MANTENIMIENTO dos veces por año, a las instalaciones eléctricas y de gas, para detectar fallas o fugas.

## ¿Qué hacer durante el sismo?

- ❑ SUSPENDER LA ACTIVIDAD QUE ESTÁS REALIZANDO Y SI PUEDES CIERRA LA LLAVE DE GAS, DEL AGUA Y EL INTERRUPTOR DE LA LUZ, avisa a los demás.
- ❑ Recuerda ACTUAR CON SERENIDAD y aplicar las medidas de auto-protección.
- ❑ NO UTILICES LOS ELEVADORES Y NO USES LAS ESCALERAS a menos que personal capacitado te lo indique, UBICÁTE EN LOS SITIOS DE MENOR RIESGO y si puedes ayuda a tus familiares o compañeros.
- ❑ Si no puedes salir del lugar donde estás, aplica la técnica del TRIANGULO DE LA VIDA, es decir colócate en posición fetal al lado de algún objeto pesado (refrigerador o escritorio), que en caso de ser colapsado forme un hueco que pueda salvarte la vida.

- ❑ ALEJATE DE OBJETOS QUE PUEDAN ROMPERSE como: ventanas, espejos y de aquellos que puedan volcarse como libreros.
- ❑ DIRIGIRSE A LA ZONA DE MENOR RIESGO que se haya elegido previamente, permanece en ella hasta que termine el sismo y regresa al lugar solo si las autoridades te lo permitan.
- ❑ Si tienes que evacuar el inmueble donde te encuentras, LLEVA CONTIGO EL BOTIQUÍN y tus documentos importantes.
- ❑ CONSERVE LA CALMA, no permita que el pánico se apodere de usted.
- ❑ TRANQUILIZA A LAS PERSONAS QUE ESTÁN EN TU ALREDEDOR. ejecuta las acciones previstas en tu plan familiar.
- ❑ DIRIJASE A LOS LUGARES SEGUROS previamente establecidos, cúbrase la cabeza con ambas manos, colocándose junto a las rodillas.
- ❑ NO SE APRESURE A SALIR, el sismo dura solo unos segundos y es posible que termine antes que usted lo haya logrado.
- ❑ De ser posible CIERRE LAS LLAVES DEL GAS, baje el switch principal de la alimentación eléctrica y evite prender cerillos o cualquier fuente de incendio.

## ¿Qué hacer después del sismo?

- ❑ Si hay olor a gas o percibes humo o fuego, CIERRA LAS LLAVES DEL GAS, y desconecta la energía eléctrica, llama a los servicios de emergencia.
- ❑ REvisa SI HAY DAÑOS O RIESGOS VISIBLES y avisa a las autoridades para que verifiquen daños estructurales.
- ❑ MANTENTE INFORMADO a través de los medios de comunicación.
- ❑ REPORTATE A TUS FAMILIARES más cercanos para tranquilizarlos.
- ❑ NO DESPERDICIES EL AGUA, hierve o desinfecta con pastillas o gotas de cloro, el agua que utilices para beber.
- ❑ NO CONSUMAS ALIMENTOS Y BEBIDAS que hayan podido estar en contacto con vidrios rotos o alguna sustancia contaminante.
- ❑ Recuerda que después de un sismo hay réplicas que pueden causar mayores daños en los inmuebles que fueron afectados por el movimiento.

Defensa Civil, Tarea de Todos

[www.munichorrillos.gob.pe](http://www.munichorrillos.gob.pe)

Figura 39. Cartilla de seguridad de la municipalidad de chorrillos.

<b>Fotografía N° 01</b>	
<b>Urb. Huertos de villa</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>Existen viviendas donde los elementos estructurales presentan humedad haciéndolas menos resistentes ante un evento sísmico de gran magnitud y mayormente se ubican a las cercanías de los pantanos de villa.</p>	
	

<b>Fotografía N° 02</b>	
<b>Urb. Huertos de villa</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>El suelo cercano a los pantanos de villa presenta afloración de agua subterránea por ello como se observa en la fotografía esparcimiento de desmorte sobre el terreno para evitar la infiltración.</p>	
	

<b>Fotografía N° 03</b>	
<b>Asoc. Las Terrazas de villa</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>Las construcciones de viviendas se han visto seriamente afectadas por el afloramiento de la capa freática.</p>	

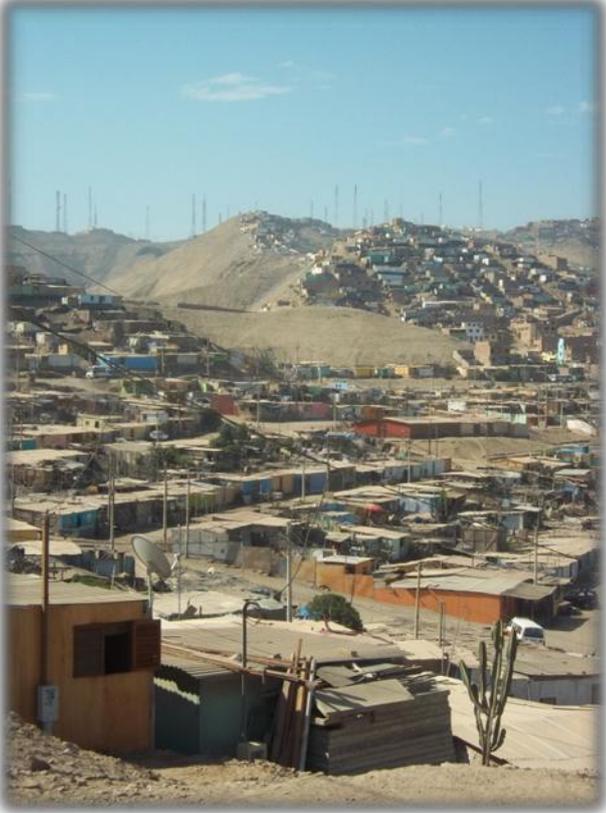


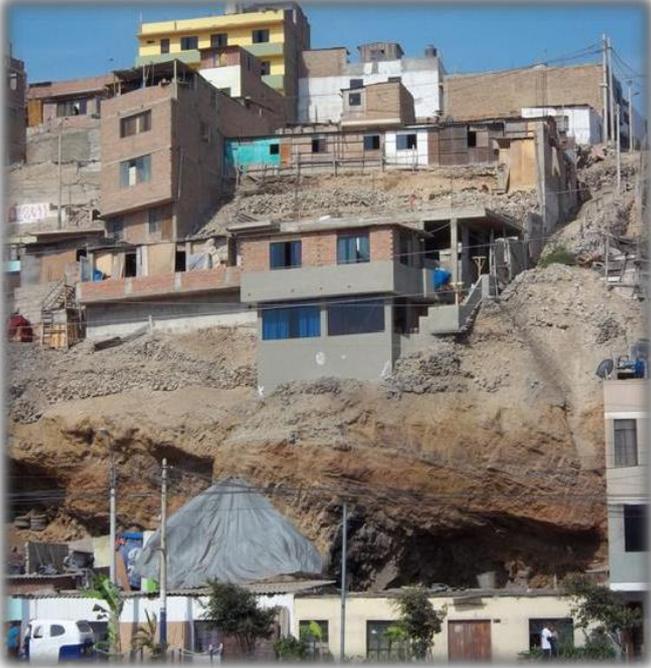
<b>Fotografía N° 04</b>	
<b>Asoc. Las Terrazas de villa</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>Se observa las paredes afectadas a causa de la infiltración de la humedad y a pocos metros el afloramiento de la capa freática generando suelos de consistencia blanda u muy húmeda.</p>	



<b>Fotografía N° 05</b>	
<b>A.H. Luis Felipe de las Casas</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>Se observa que en la mayoría de las viviendas se asientan en pircas que no tienen ningún tipo de criterio profesional. También observamos viviendas de ladrillo sin columnas y sin vigas. Además los techos inestables apoyados a las estructuras representan un riesgo para la población que sea sienta en el lugar</p>	
	

<b>Fotografía N° 06</b>	
<b>A.H. Luis Felipe de las casas</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>Se observó en las viviendas que no cuentan con asesoría técnica profesional en su construcción implicando un alto riesgo ante un evento sísmico de gran magnitud.</p>	
	

<b>Fotografía N° 07</b>	
<b>A.H. Pacífico de villa</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>La mayoría de los asentamientos humanos presenta viviendas precarias de material ligero ocupado y sin conocimiento de los riesgos potenciales que tiene la zona.</p>	
	

<b>Fotografía N° 08</b>		
<b>A.H. Buenos aires de villa</b>		
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos	
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017	
<p>y agregarle la falta de asesoría técnica profesional en sus construcciones. Esta situación representa las condiciones de vulnerabilidad de sus viviendas ante un evento de gran magnitud.</p>		

<b>Fotografía N° 09</b>	
<b>P.J Alto Perú</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>Se observa en la fotografía la existencia de construcciones antiguas con falta de mantenimiento en mal estado de conservación, también se observa problemas de estabilidad de la ladera, además el desordenado crecimiento de las viviendas sin un criterio técnico. Todo ello representa un riesgo para los habitantes del lugar.</p>	
	

<b>Fotografía N° 10</b>	
<b>Urb. Matellini</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>La problemática situación de la circulación vial en las principales arterias del distrito como principales vías de evacuación ante un evento sísmico.</p>	
	

<b>Fotografía N° 11</b>	
<b>Urb. Mártir José Olaya</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>La inseguridad ciudadana está en aumento por falta de acción de sus autoridades por ello los vecinos de Chorrillos han optado por asegurar sus viviendas colocando rejas en sus calles ocasionando la restricción del paso vehicular y peatonal todo ello ocasiona dificultad para evacuar o pedir auxilio.</p>	
	

<b>Fotografía N° 12</b>	
<b>Urb. Chorrillos</b>	
Provincia: Lima	Distrito: Chorrillos
Fuente: Elaboración propia	Año: 2017
<p>Se observó lugares ocupados por vendedores ambulantes (Mercado la paradita) la ocupación abarca veredas y pistas lo cual dificulta la circulación vehicular y peatonal dichas calles para evacuar o recibir auxilio rápidamente.</p>	
	