

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA,  
METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA**

**E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA**

**Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales  
y antrópicos del área urbana del distrito de Punta  
Hermosa**

**TESIS**

**Para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo**

**AUTOR**

**Rubén Castro Mendoza**

**Lima-Perú**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y  
GEOGRÁFICA**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica**

**“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS  
NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO  
DE PUNTA HERMOSA”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO GEÓGRAFO**

Bachiller:

**Rubén Castro Mendoza**

Ing. José A. Sandoval Casas

Presidente del Jurado

Ing. Máximo Ayala Gutiérrez

Miembro

Ing. Manuel G. Arias Espichan

Miembro

**ASESORES**

Dr. Hernando Tavera Huarache

Ing. Dante Loayza Alatriza

Lima-Perú

2014

***Dedicatoria:***

*Primero quiero agradecer a Dios, por su protección, la inteligencia y sabiduría que da al ser humano para seguir avanzando cada día.*

*A mis padres Fabián y Angélica por darme constante apoyo durante mi formación profesional, y a mis hermanos Martha, Fernando y Gerson.*

*A mi abuelito, Zenón aunque ya no está conmigo, pero sus buenos consejos siempre perdurarán.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Instituto Geofísico del Perú (IGP) por la oportunidad que me dio para hacer este estudio en sus instalaciones y la asesoría constante de sus profesionales.

Dr. Hernando Tavera Huarache, Director de sismología del Instituto Geofísico del Perú, por su comprensión, orientación y sugerencias para desarrollar el presente estudio.

Dra. Yamina Silva Vidal, Directora de la Dirección de Asuntos Académicos del Instituto Geofísico del Perú, por su comprensión y sugerencias.

Ing. Julio César Martínez Herrera, por su apoyo en el modelado numérico de tsunami para el distrito de Punta Hermosa.

Ing. Lourdes G. Gómez Bolívar de la Sub Dirección de Información de Escenarios de Riesgos - Dirección de Preparación del Instituto Nacional de Defensa Civil, por la información brindada para ponderación de variables.

Jorge Choy Baldeón, Coordinador Técnico en ProgettoMondo.MLAL, por la información brindada y valiosa sugerencia en la ponderación de variables.

Ing. Dante Loayza, profesor de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica por su asesoramiento, apoyo, orientación y amistad en la elaboración del presente proyecto de investigación.

A mis compañeros de estudio, a mis profesores, y a todas las personas que de una u otra forma me acompañaron durante mi formación profesional.

A la población de Punta Hermosa que participó brindando información fundamental para el desarrollo del presente estudio.

# ÍNDICE

<b>I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	23
<b>1.1. Antecedentes</b> .....	23
<b>1.2. Planteamiento del Problema</b> .....	24
<b>1.3. Formulación del Problema</b> .....	25
<b>1.4. Objetivos</b> .....	25
<b>1.5. Hipótesis</b> .....	26
<b>1.6. Justificación</b> .....	26
<b>1.7. Finalidad e Importancia</b> .....	27
<b>1.8. Metodología</b> .....	28
<b>II. BASES DE ESTUDIO</b> .....	30
<b>2.1 Marco Normativo</b> .....	30
<b>2.1.1 Nacional</b> .....	30
<b>2.1.2 Internacional</b> .....	31
<b>III. ASPECTOS TEÓRICOS CONCEPTUALES</b> .....	33
<b>3.1. Desastre</b> .....	33
<b>3.1.1 Riesgo de Desastre</b> .....	34
<b>3.2. Gestión de los Desastres</b> .....	34
<b>3.2.1 Fases de la Gestión del Riesgo</b> .....	35
<b>3.3. Estimación del Riesgo</b> .....	35
<b>3.4. Peligro</b> .....	36
<b>3.4.1 Clasificación del Peligro</b> .....	37
<b>3.4.2 Definición de Algunos de los Principales Peligros</b> .....	38
<b>3.5. Vulnerabilidad</b> .....	44
<b>3.5.1 Tipos de Vulnerabilidad</b> .....	45
<b>3.5.2 Análisis de Vulnerabilidad</b> .....	47
<b>3.6. Otros Términos Básicos</b> .....	48
<b>IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	49
<b>4.1 Localización</b> .....	49

4.1.1	Ubicación Geográfica y Política .....	49
4.1.2	Accesibilidad.....	51
4.2	Aspectos Físicos .....	51
4.2.1	Clima.....	51
4.2.2	Hidrografía .....	51
4.2.3	Geología Local.....	53
4.2.4	Geomorfología y Fisiografía.....	55
4.2.5	Suelos.....	57
4.3	Aspectos Sociales .....	58
4.3.1	Demografía .....	58
4.3.2	Zonas Urbanas .....	58
4.3.3	Vivienda.....	60
4.3.4	Educación .....	61
4.3.5	Salud.....	61
4.3.6	Servicios Básicos.....	63
4.3.7	Actividades Económicas .....	65
4.3.8	Atractivo Turístico .....	66
V.	FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	67
5.1	Trabajo de Gabinete .....	67
5.1.1	Estudios de Suelos .....	67
5.1.2	Comportamiento Dinámico del Suelo (CDS).....	67
5.1.3	Aspectos Geotécnicos .....	68
5.1.4	Zonificación Sísmica Geotécnica.....	71
5.2	Trabajo de Campo .....	74
5.2.1	Estadística de Resultados del Análisis Estructural.....	75
5.2.1.1	Tipo de Edificación .....	76
5.2.1.2	Material Predominante de la Edificación .....	79
5.2.1.3	Configuración Geométrica.....	80
5.2.1.4	Estado de Conservación .....	82
5.2.1.5	Tipo de Uso.....	83
5.2.1.6	Daño Estructural Producido por Sismos Anteriores.....	85

5.2.1.7	Antigüedad de la Vivienda.....	86
5.2.1.8	Material del Techo.....	87
5.2.1.9	Techo Exterior y Material.....	87
5.2.1.10	Tenencia de Alero.....	90
5.2.1.11	Número de Niveles.....	91
5.2.1.12	Pendiente del Terreno.....	91
5.2.1.13	Tipo de Suelo.....	92
5.2.1.14	Diseño y Construcción.....	93
5.2.2	Otras Observaciones Hecha en Campo.....	95
5.2.2.1	Cargas Vivas Inestables en la Edificación.....	95
5.2.2.2	Recorte de espacios destinados a áreas verdes.....	96
5.2.2.3	Salida de la Playa Sur.....	97
5.2.2.4	Grado de Preparación de la Población.....	99
5.3	Ponderación de INDECI y Aplicación de la Metodología AHP.....	101
5.3.1	Aplicación de la Metodología AHP.....	102
<b>VI.</b>	<b>SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y APLICACIÓN EN LA</b>	
	<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO.....</b>	<b>110</b>
6.1	Sistema de Información Geográfica (SIG).....	110
6.1.1	Definición.....	110
6.1.2	Componentes de un SIG.....	110
6.2	Proceso de Automatización de Datos Para Obtener el Nivel de Riesgo	
	en el Distrito de Punta Hermosa.....	114
6.2.1	Fase Pre Operativa del Proceso.....	114
6.2.2	Fase Operativa del Proceso.....	115
<b>VII.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.....</b>	<b>121</b>
7.1	Peligros Naturales.....	121
7.1.1	Peligro Sísmico.....	121
7.1.2	Peligro de Inundación por Tsunami.....	124
7.1.2.1	Modelado Numérico del Tsunami.....	126
7.1.3	Peligro de Erosión Marina.....	131
7.1.4	Peligro de Movimiento en Masas en Laderas.....	133
7.1.4.1	Determinación del Nivel o Grado de Peligrosidad.....	135

7.1.5	<b>Peligro a la Exposición Solar (radiación ultravioleta)</b> .....	141
7.1.6	<b>Peligro de Inundación por Activación de Quebradas Secas</b> .....	144
7.2	<b>Peligros Antrópicos</b> .....	146
7.2.1	<b>Peligro de Colapso de Antenas de Telefonía e Inadecuado Mantenimiento de Infraestructura Educativa</b> .....	146
7.2.2	<b>Peligro en Centros de Diversión Nocturna</b> .....	148
7.2.3	<b>Contaminación Ambiental</b> .....	150
7.2.4	<b>Peligro de Explosión e Incendios</b> .....	151
VIII.	<b>ANÁLISIS ESPACIAL Y MODELAMIENTO DE DATOS</b> .....	154
8.1	<b>Análisis de la Vulnerabilidad</b> .....	154
8.1.1	<b>Ponderación de los factores de vulnerabilidad: Exposición fragilidad y resiliencia según la metodología AHP</b> .....	156
8.1.2	<b>Análisis de la vulnerabilidad en función a la exposición</b> .....	160
8.1.2.1	<b>Vulnerabilidad por Tipo de Suelo</b> .....	161
8.1.3	<b>Ponderación de los Criterios de Vulnerabilidad por el Factor de Fragilidad</b> .....	167
8.1.4	<b>Análisis de la Vulnerabilidad en Función a la Fragilidad de las Edificaciones</b> .....	175
8.1.4.1	<b>Vulnerabilidad por el Tipo de Edificación</b> .....	176
8.1.5	<b>Análisis de la Vulnerabilidad en Función a la Resiliencia</b> .....	184
8.2	<b>Análisis del Peligro</b> .....	185
8.2.1	<b>Ponderación del Peligro Natural</b> .....	185
8.2.1.1	<b>Nivel del Peligro Sísmico</b> .....	191
8.2.2	<b>Ponderación del Peligro Antrópico</b> .....	194
8.3	<b>Análisis del Riesgo</b> .....	195
IX.	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	197
9.1	<b>Vulnerabilidad Física</b> .....	197
9.2	<b>Vulnerabilidad Social</b> .....	198
9.3	<b>Peligros Naturales</b> .....	199
9.4	<b>Peligros Antrópicos</b> .....	200
X.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	202
10.1	<b>Conclusiones</b> .....	202



<b>10.2</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	205
	<b>Anexo I. Panel Fotográfico</b> .....	213
	<b>Anexo II. Fichas de Análisis Geotécnico de calicatas</b> .....	225
	<b>Anexo III. Planos</b> .....	240

## **LISTA DE CUADROS**

Cuadro 4.1 Población ocupada de 14 y más años de edad, por ocupación principal y rama de actividad económica, 2007.

Cuadro 5.1 Símbolos del grupo SUCS.

Cuadro 5.2 Capacidad portante del suelo según el análisis geotécnico.

Cuadro 5.3 Clasificación de principales usos de las edificaciones, noviembre, 2007.

Cuadro 5.4 Cuestionario y repuestas para la evaluación del nivel de resiliencia, noviembre- 2007.

Cuadro 5.5 Escala propuesta por Thomas Saaty.

Cuadro 7.1 Niveles de ponderación del peligro, según zonas sísmicas.

Cuadro 7.2 Valores de ponderación del peligro según el área de inundación.

Cuadro 7.3 Valores de ponderación por peligro de erosión marina.

Cuadro 7.4 Niveles de intensidad por caída de bloques de roca o suelo.

Cuadro 7.5 Niveles de riesgo de quemaduras por radiación ultravioleta.

Cuadro 7.6 Rango de seguridad de acuerdo a peligros tecnológicos establecidos por CANUTEC- ERGO 2012.

Cuadro 8.1 Puntuación del factor de ponderación.

Cuadro 8.2 Clasificación de suelos para la práctica de ingeniería.

Cuadro 8.3 Valores de ponderación y nivel de vulnerabilidad por tipo de suelo.

Cuadro 8.4 Valores de ponderación y nivel de vulnerabilidad por pendiente.

Cuadro 8.5 Valores de ponderación de vulnerabilidad física por el grado de exposición.

Cuadro 8.6 Valores de ponderación de vulnerabilidad física por fragilidad.

Cuadro 8.7 Ponderación de vulnerabilidad física por tipo de edificación.

Cuadro 8.8 Valores de ponderación de vulnerabilidad según el material predominante.

Cuadro 8.9 Niveles de vulnerabilidad según la configuración geométrica.

Cuadro 8.10 Valores de ponderación de vulnerabilidad según la configuración geométrica.

Cuadro 8.11 Valores de ponderación de vulnerabilidad según su estado de conservación.

Cuadro 8.12 Valores de ponderación de vulnerabilidad según diseño y construcción.

Cuadro 8.13 Valores de ponderación de vulnerabilidad según el daño estructural.

Cuadro 8.14 Valores de ponderación de vulnerabilidad según el daño estructural.

Cuadro 8.15 Valores de ponderación de vulnerabilidad según tenencia de techo exterior.

Cuadro 8.16 Valores de ponderación de vulnerabilidad según el número de pisos.

Cuadro 8.17 Valores de ponderación de vulnerabilidad según el estado de humedad.

Cuadro 8.18 Valores de ponderación de vulnerabilidad según el nivel de resiliencia.

Cuadro 8.19 Valores de ponderación de peligros naturales.

Cuadro 8.20 Ponderación de peligro sísmico.

Cuadro 8.21 Ponderación de peligro por inundación.

Cuadro 8.22 Ponderación de peligro por erosión marina.

Cuadro 8.23 Ponderación de peligro por movimiento en masa.

Cuadro 8.24 Ponderación de erosión fluvial.

Cuadro 8. 25 Matriz de peligro y vulnerabilidad.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama de elaboración del plano de vulnerabilidad, peligros y el plano de riesgo del área urbana del distrito de Punta Hermosa.

Figura 3.1 Clasificación de los principales peligros (INDECI, 2005).

Figura 3.2 Ruptura y generación de la onda.

Figura 3.3 Diferentes longitudes de onda hasta llegar a la costa.

Figura 4.1 Ubicación del distrito de Punta Hermosa en el departamento de Lima.

Figura 4.2 Plano geológico del Distrito de Punta Hermosa (Tavera 2010).

Figura 4.3 Plano de suelos del distrito de Punta Hermosa (Tavera 2010).

Figura 4.4 Plano de sectores del distrito de Punta Hermosa. Elaboración propia.

Figura 5.1 Plano de ubicación de calicatas en el distrito de Punta Hermosa (Tavera 2010).

Figura 5.2 Plano de Zonificación Sísmico-Geotécnica (comportamiento dinámico del suelo) del Distrito de Punta Hermosa.

Figura 5.3 Ficha técnica de levantamiento de información estructural y nivel de preparación frente a un sismo de gran magnitud en el distrito de Punta Hermosa.

Figura 5.4 La línea roja indica un tramo de 739 m, sin salida de la playa y el círculo amarillo la ubicación escalera.

Figura 5.5 Diagrama de flujo del Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP). Fuente: Ho, D y Higson.

Figura 6.1 Relación de los componentes de un SIG y sus procedimientos.

Figura 6.2 Componentes principales de un sistema de información geográfica (SIG).

Figura 6.3 Diagrama de la generación del Geodatabase.

Figura 7.1 Zonas de peligro sísmico del distrito de Punta Hermosa.

Figura 7.2 Investigación del tsunami histórico del Callao - 28 de octubre de 1746.

Figura 7.3 Simulación del escenario de tsunami usando el modelo TUNAMI-N2.

Figura 7.4 Área de inundación por tsunami para el distrito de Punta Hermosa.

Figura 7.5 Las ondas electromagnéticas se agrupan bajo distintas denominaciones según su frecuencia, aunque no existe un límite muy preciso para cada grupo.

Figura 8.1 Factores de la vulnerabilidad

Figura 8.2 Modelo jerárquico para priorización de criterios en el análisis de la vulnerabilidad física para el distrito de Punta Hermosa.

Figura 8.3 Variables de la vulnerabilidad en función a la exposición.

Figura 8.4 Variables y sub variables para el análisis de la vulnerabilidad física según el grado de fragilidad de las edificaciones.

Figura 8.5 Variables de la vulnerabilidad en función a la exposición.

Figura 8.6 Diagrama del riesgo en función al peligro y vulnerabilidad.

## **LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 4.1 Vista de las capas sedimentarias del suelo en la zona El Silencio.

Fotografía 4.2 Quebrada con cauce seco que atraviesa el distrito Punta Hermosa en su sector de la Playa Norte.

Fotografía 4.3 Vista del Balneario Zona Central del distrito asentada sobre una terraza marino aluvial.

Fotografía 4.4 Posta de salud de la micro red San Bartolo y el hospital de la solidaridad de la municipalidad Metropolitana de Lima.

Fotografía 4.5 Construcción que fue donada a la parroquia Juan pablo II.

Fotografía 4.6 Camión cisterna de venta de agua y vista de pilón público.

Fotografía 4.7 Vista de la Playa Sur del distrito de Punta Hermosa.

Fotografía 5.1 Vista de viviendas multifamiliares.

Fotografía 5.2 En el lado izquierdo vista de una vivienda improvisada de triplay y al lado derecho una vivienda en madera machimbrada.

Fotografía 5.3 vivienda prefabricada, y al lado derecho un edificio de seis pisos en la playa Caballeros.

Fotografía 5.4 Al lado izquierdo una vivienda confinada, y al lado derecho una vivienda aporticada.

Fotografía 5.5 viviendas irregulares en elevación, y en la parte inferior viviendas irregulares en planta.

Fotografía 5.6 Vivienda en la Urb. Santa Cruz sin mayor daño aparente, pero al ingresar se observa daño estructural en vigas y columnas (imagen derecha).

Fotografía 5.7 Viviendas con techos exteriores de madera y teja parte del diseño arquitectónico no estructural.

Fotografía 5.8 Vista de viviendas con volados o aleros.

Fotografía 5.9 Vista de suelos arenosos en la urbanización Miramar y la Urb. La Planicie.

Fotografía 5.10 Viviendas mal diseñadas y construidas por maestros empíricos.

Fotografía 5.11 Sobrecarga inestable en las viviendas.

Fotografía 5.12 Vista de la construcción de la cochera para el Club Náutico en la Urb. Miramar.

Fotografía 5.13 Vista de la discoteca El Dragón del Sur en un terreno municipal destinado a un parque ecológico. (Noviembre 2012).

Fotografía 5.14 Vista de la escalera clausurada en el parque Espichan.

Fotografía 7.1 Playa Sur (Club Kon tiki, Club Náutico) y el Balneario de la Zona Central; las zonas más vulnerables frente a un tsunami.

Fotografía 7.2 La Playa Norte, Caballeros y Señoritas serian afectados solo viviendas del primer nivel.

Fotografía 7.3 Club Kon tiki. Punto más bajo del distrito de Punta Hermosa.

Fotografía 7.4 Imagen derecha publicada por la Agencia peruana de noticias (Andina) en julio 2011. Fotografía derecha tomada por el autor en noviembre del 2012.

Fotografía 7.5 Vista de la línea de costa de la Playa Central.

Fotografía 7.6 La erosión marina afecta las obras públicas.

Fotografía 7.7 Erosión de laderas, percolación de aguas subterráneas y desprendimiento de bloques de suelo.

Fotografía 7.8 Fractura de obras realizadas para estabilizar el talud. Imagen derecha fractura en la base del mirador.

Fotografía 7.9 Humedad del suelo y muros perimétricos en mal estado en la Urb. Miramar.

Fotografía 7.10 Efectos de la amplificación del sismo de Armenia en la cresta de taludes (caso Barrio Brasilia). Ingeominas, (1999).

Fotografía 7.11 Corte del talud natural con fines constructivos.

Fotografía 7.12 Exposición solar de bañistas en horas de mayor radiación solar.

Fotografía 7.13 Obstrucción del cauce natural de la Quebrada seca que delimita la Urb. La Planicie y A.F. Santa Cruz

Fotografía 7.14 Viviendas al borde de las dos quebradas secas.

Fotografía 7.15 Cause de quebradas secas que atraviesan el distrito de Punta Hermosa.

Fotografía 7.16 Antena de telefonía en la Urb. Miramar. Obsérvese las bases deterioradas de la antena (círculos amarillos).

Fotografía 7.17 Interior del centro de educación inicial I.E.I. N° 546 UGEL-01.

Fotografía 7.18 Interior del centro educativo de educación inicial el I.E.I. N° 654- Nuestra Señora del Carmen. Obsérvese el reservorio de agua en la puerta de ingreso (círculo de color amarillo).

Fotografía 7.19 Cierre de la discoteca Play en el sector de Mártir Olaya por Defensa Civil del distrito de Punta Hermosa. Fuente: Perú 21.

Fotografía 7.20 Fuentes de contaminación y propagación de vectores infecciosos. (junio-2013).

Fotografía 7.21 Vista de centros de venta de líquidos y gases inflamables.



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 Población según el área de residencia, 2007.

Gráfico 4.2 Viviendas según el material predominante, 2007.

Gráfico 4.3 Porcentaje de población total por nivel educativo alcanzado, 2007.

Gráfico 4.4 Población total, por afiliación a algún tipo de seguro de salud, 2007.

Gráfico 4.5 Cantidad de personas según la fuente de abastecimiento de agua.

Gráfico 5.1 Lotes construidos, en construcción y no construidos, noviembre-2012.

Gráfico 5.2 Porcentaje de viviendas según el tipo de edificación, noviembre -2012.

Gráfico 5.3 Porcentaje de viviendas según el material predominante, noviembre-2012.

Gráfico 5.4 Porcentaje de viviendas según su configuración geométrica, noviembre-2012.

Gráfico 5.5 Porcentaje de viviendas según su estado de conservación, noviembre-2012.

Gráfico 5.6 Porcentaje del tipo de uso de las edificaciones, noviembre-2012.

Gráfico 5.7 Porcentaje de edificaciones afectadas y no afectadas por sismos anteriores, noviembre -2012.

Gráfico 5.8 Porcentaje de viviendas según su antigüedad, noviembre-2012.

Gráfico 5.9 Porcentaje de viviendas según el material del techo, noviembre-2012.

Gráfico 5.10 Porcentaje de viviendas según tenencia de techo exterior, noviembre-2012.

Gráfico 5.11 Porcentaje de viviendas según material de techo exterior, noviembre-2012.

Gráfico 5.12 Porcentaje de viviendas según tenencia de alero, noviembre-2012.

Gráfico 5.13 Porcentaje de viviendas según el número de niveles, noviembre-2012.

Gráfico 5.14 Porcentaje de viviendas según su ubicación en pendientes, noviembre-2012.

Gráfico 5.15 Resultados en porcentaje sobre el nivel de resiliencia, noviembre-2012.

Gráfico 5.16 Resultados en porcentaje sobre el nivel de resiliencia, noviembre-2012.

Gráfico 7.1 Porcentaje de los principales peligros en discotecas, septiembre 2007.

Gráfico 8.1 Valores de ponderación de los factores de vulnerabilidad física.

## **LISTA DE PLANOS**

Plano G-01. Plano del distrito de Punta Hermosa por sectores.

Plano G-02. Plano de zonificación sísmica geotécnica.

Plano G-03. Plano de intercuenca.

Plano G-04. Plano de ubicación del distrito de Punta Hermosa.

Plano G-05. Plano de suelos.

Plano G-06. Plano de ubicación de calicatas de Punta Hermosa.

Plano VF-01: Plano de vulnerabilidad por tipo de edificación.

Plano VF-02. Plano de vulnerabilidad por material predominante.

Plano VF-03. Plano de vulnerabilidad por su configuración geométrica.

Plano VF-04. Plano de vulnerabilidad por estado de conservación.

Plano VF-05. Plano de vulnerabilidad según su diseño y construcción.

Plano VF-06. Plano de vulnerabilidad por daño estructural.

Plano VF-07. Plano de vulnerabilidad por antigüedad de la vivienda.

Plano VF-08. Plano de vulnerabilidad por tenencia de techo exterior y alero.

Plano VF-09: Plano de vulnerabilidad según el número de pisos.

Plano VF-10: Plano de vulnerabilidad por humedad.

Plano VF: Plano de vulnerabilidad física por fragilidad.

Plano VE-01. Plano de vulnerabilidad en función a la exposición por tipo de suelo.

Plano VE-02. Plano de vulnerabilidad en función a la exposición por tipo de pendiente.

Plano VE. Plano de vulnerabilidad en función a la exposición.

Plano V-G. Plano de vulnerabilidad.

Plano PN-01: Plano de peligros naturales por tsunamis.

Plano PN-02: Plano de peligros naturales por sismicidad.

Plano PN-03: Plano de peligros naturales por movimiento en masa.

Plano PN-04. Plano de peligro por erosión fluvial.

Plano PN-05. Plano de peligros naturales por erosión marina.

Plano PN. Plano de peligros naturales.

Plano P-G. Plano de peligros naturales y antrópicos.

Plano R. Plano de riesgos por peligros naturales y antrópicos.

## INTRODUCCIÓN

La humanidad siempre ha estado bajo amenaza de peligros naturales o antrópicos, coadyuvadas en muchos casos por el mal accionar del hombre, que han ocasionado pérdidas humanas y económicas, llevando al atraso a una comunidad o región; por tal motivo, es de vital importancia realizar estudios para identificar las zonas más vulnerables a peligros a fin de mitigar sus efectos.

La identificación de peligros en un determinado espacio constituye un paso preliminar para realizar una correcta gestión de riesgos. Conociendo las características físicas del territorio como son, el tipo de suelo, pendientes, capacidad portante, su comportamiento dinámico, así como la parte estructural de las viviendas e inventariando los fenómenos naturales ocurridos en el pasado, nos permitirán tener una idea aproximada de lo que podría ocurrir en el futuro y así tomar medidas correctivas para mitigar los efectos y evitar pérdidas humanas y económicas que atrasa el desarrollo de una comunidad.

Una vez identificados los peligros a lo que está expuesta la población, se tiene que explicar la manera en que cada institución encargada, en la toma de decisiones para el desarrollo del país, (Nacional, regional y local) se haga responsable para minimizar el riesgo de peligros naturales y antrópicos. Se tiene que comunicar, de tal manera que, preocupe a todos los actores involucrados en un espacio y los que toman las decisiones deben tener acceso a información relevante para que tomen medidas adecuadas para reducir la vulnerabilidad y acrecentar la resiliencia.

En enero del 2005, en la Conferencia Mundial sobre la Reducción de Desastres (CMRD), celebrada en Kobe, Hyogo, Japón, 168 gobiernos adoptaron un plan de 10 años para reducir las pérdidas de vidas humanas, económicas, bienes sociales y ambientales de los países ya que existe un incremento de los desastres en las últimas décadas como consecuencia del crecimiento desordenado de las ciudades y la ocurrencia de peligros como los sismos y el cambio climático

La evaluación de riesgos es, por lo tanto, parte integral de los procesos de toma de decisiones y adopción de políticas, y requiere de una estrecha colaboración entre las distintas partes de la sociedad.

Es en el marco de este contexto que se propone la presente investigación de carácter aplicativo como trabajo de tesis para optar por el título profesional de ingeniero geógrafo.

## I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Antecedentes

El Perú es un país vulnerable ante la ocurrencia de peligros naturales debido a factores como su accidentado relieve formado por la Cordillera de los Andes, la ubicación en el cinturón de fuego del pacífico y su variedad climática.

La costa peruana, además de soportar un estrés hídrico, está expuesta a frecuentes movimientos telúricos que a través de registros históricos se tiene conocimiento de su gran impacto en ciudades costeras.

En Lima metropolitana y el Callao, se han realizado estudios como el Proyecto "Preparación ante Desastre Sísmico y/o Tsunami y Recuperación Temprana en Lima y Callao", ejecutado durante el año 2010 hasta principios del 2011 por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), con la asistencia técnica, gerencial y operativa del Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el financiamiento de la Comisión Europea, el mismo que ha promovido la implementación del Sistema de Información de Recursos para la Atención de Desastres para Lima Metropolitana y la Región del Callao - SIRAD.

INDECI ha venido realizando estudios de vulnerabilidad física de 23 distritos de Lima Metropolitana cuyos resultados fueron publicados y distribuidos entre las principales instituciones y autoridades. Estos estudios también son publicados en la página web de INDECI (<http://www.indeci.gob.pe/>).

Otros estudios, fueron realizados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico" – "Zonas Críticas por Peligros Geológicos en Lima Metropolitana ", llegándose a inventariar los peligros geológicos, a los que están expuestos los distritos de Lima

Metropolitana, siendo el peligro de erosión marina el que afecta al distrito de Punta Hermosa.

La dirección de sismología del Instituto Geofísico del Perú (IGP), realizó el estudio de Zonificación Sísmico-Geotécnica para el distrito de Punta Hermosa a partir del Comportamiento Dinámico del Suelo (CDS) evaluado con registros de vibración ambiental y la elaboración de calicatas para el análisis geotécnico.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

El distrito de Punta Hermosa debido a su ubicación en la costa peruana hace que esté expuesto a diferentes niveles de riesgo asociados a peligros como: inundaciones por tsunamis, deslizamientos y/o terremotos, este último por estar influenciado por la convergencia de la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana, principal fuente generadora de sismos en el Perú.

Los terremotos han afectado con frecuencia a las ciudades costeras del Perú, tal es el caso del sismo de Pisco del año 2007, donde muchas viviendas e infraestructura pública fueron afectadas, provocando impactos socioeconómicos al estado y la población.

Dentro de este contexto, el momento económico relativamente bueno que atraviesa el país, la demanda de vivienda y el atractivo turístico de sus playas, hace del distrito de Punta Hermosa un lugar ideal para las inversiones inmobiliarias, lo que conlleva a construir edificios para la venta de departamentos. Muchos de ellos en viviendas ubicadas en terrenos con pendiente alta y en algunos casos en zonas con cortes del talud, lo que produce la desestabilización de laderas.

Dichos factores hacen del distrito de Punta Hermosa un lugar altamente expuesto al peligro o riesgo y por ende a un desastre.



### **1.3. Formulación del Problema**

1. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad y riesgo por peligros naturales y antrópicos que presenta el área urbana del distrito de Punta Hermosa?

#### **Específicos**

2. ¿Cuáles son las zonas más vulnerables en el área urbana frente a un sismo y/o tsunami del distrito de Punta Hermosa?
3. ¿Cuáles son los puntos críticos de las acciones humanas en el Distrito?
4. ¿Cuál es el nivel de resiliencia de la población ante un sismo de gran magnitud del distrito?

### **1.4. Objetivos**

#### **Principal**

Evaluación del riesgo de desastre por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa.

#### **Específicos**

- a. Identificar los peligros de origen natural y antrópico del área urbana del distrito de Punta Hermosa.
- b. Identificar y analizar la vulnerabilidad física del Distrito de Punta Hermosa.
- c. Generar información de la realidad física actualizada sintetizada y ordenada del distrito de Punta Hermosa mediante la recolección de información de campo e información existente que sirva en la gestión de riesgos y la planificación del desarrollo del territorio.

- d. Obtener los planos de vulnerabilidad física, de peligros naturales y/o antrópicos y el plano final de nivel de riesgo en el área urbana del distrito de Punta Hermosa.

### **1.5. Hipótesis**

El distrito de Punta Hermosa está expuesto a peligros naturales tales como sismos y/o tsunamis, así como también, a peligros antrópicos como explosiones, incendios, colapso de antenas de telefonía entre otros. Identificándose los peligros y el nivel de vulnerabilidad se contribuirá al fortalecimiento de la gestión de riesgos, incidiendo en una mejor calidad de vida y desarrollo sostenible de la comunidad.

### **1.6. Justificación**

El silencio sísmico de la costa central del Perú descrito por muchos autores (Tavera, 2010), hace pensar que la región está próximo a un movimiento sísmico importante y para lo cual, la población se prepara mediante simulacros realizados por el Instituto de Defensa Civil (INDECI). Además hacen estudios de vulnerabilidad física a nivel distrital para visualizar probables escenarios ante un desastre.

El área urbana del distrito de Punta Hermosa no cuenta con estudios de riesgo sísmico que definirán las condiciones en que se encuentran sus edificaciones, a pesar de tener viviendas con más de 60 años de construcción y que fueron afectadas en el pasado por sismos de gran magnitud. No cuenta con estudios de vulnerabilidad física, identificación de peligros y además del nivel de riesgo al que está expuesta la población.

Los resultados a obtener en este estudio, permitirá a las instituciones pertinentes adoptar las medidas preventivas necesarias para evitar o minimizar los daños y preparar a la población para afrontar la emergencia. Además, la identificación de peligros permitirá realizar una gestión de riesgos y un mejor manejo del territorio.

### **1.7. Finalidad e Importancia**

La finalidad de este estudio es evaluar el riesgo por peligros naturales y antrópicos orientado a la toma de medidas preventivas para la mitigación y reducción de peligros. En este contexto, primero se identifica y analiza los peligros que serán base para la gestión de riesgos. Los resultados a obtener deben servir como una herramienta de gestión para planificar y ordenar el territorio.

Hoy en día, la gestión de riesgos juega un papel importante para la planificación y desarrollo de las ciudades puesto que comprende un gran conjunto de acciones destinadas a transformar los escenarios de riesgos, identificando los potenciales peligros y vulnerabilidades presentes en el ámbito geográfico de una ciudad y proponiendo métodos de prevención y mitigación para reducir dichos riesgos. Asimismo fortalecer las estrategias de preparación y respuestas para afrontar de la mejor manera posible los posibles impactos potenciales (Regina, 2009)<sup>1</sup>.

La creación de una base de datos y el análisis de la vulnerabilidad permitirá realizar la planificación para la prevención ante un posible daño en espacios donde se identificó posibles amenazas que interfieran en el desarrollo socioeconómico del Distrito.

---

<sup>1</sup> Rodríguez, L (2011). Valoración de los niveles de gestión institucional de riesgos mediante el uso de indicadores, caso de estudio: sector vivienda del área metropolitana de Mérida, Pág. 1.

Es vital reducir la vulnerabilidad y garantizar el desarrollo sostenible, fortaleciendo el crecimiento económico y social del Distrito promoviendo programas para maximizar la resiliencia y una cultura de riesgo a que está expuesta la población.

## **1.8. Metodología**

Se usa la metodología de la EX- ONER realizando en primer lugar el trabajo de gabinete para organizar el desarrollo de estudios de microzonificación sísmica a cargo del Instituto Geofísico del Perú (IGP). Posteriormente se realiza el reconocimiento de campo, elaboración de fichas catastrales para el levantamiento de información; acorde con el tipo de infraestructura del área urbana del Distrito. En el trabajo de campo se llena la ficha elaborada en gabinete, recogiendo información de tipo estructural, social, toma de fotografías de viviendas y puntos críticos del área urbana del Distrito. Posteriormente, en gabinete se elabora la base de datos y se obtiene información temática que será analizada para identificar las áreas con mayor vulnerabilidad y riesgo en el área urbana del distrito de Punta Hermosa.

Los planos de vulnerabilidad y de riesgo son elaborados obteniendo como mapa base el plano catastral del área urbana del distrito de Punta Hermosa y la elaboración de cada plano según la ponderación de variables por la metodología AHP o la metodología de INDECI (Figura 1.1).

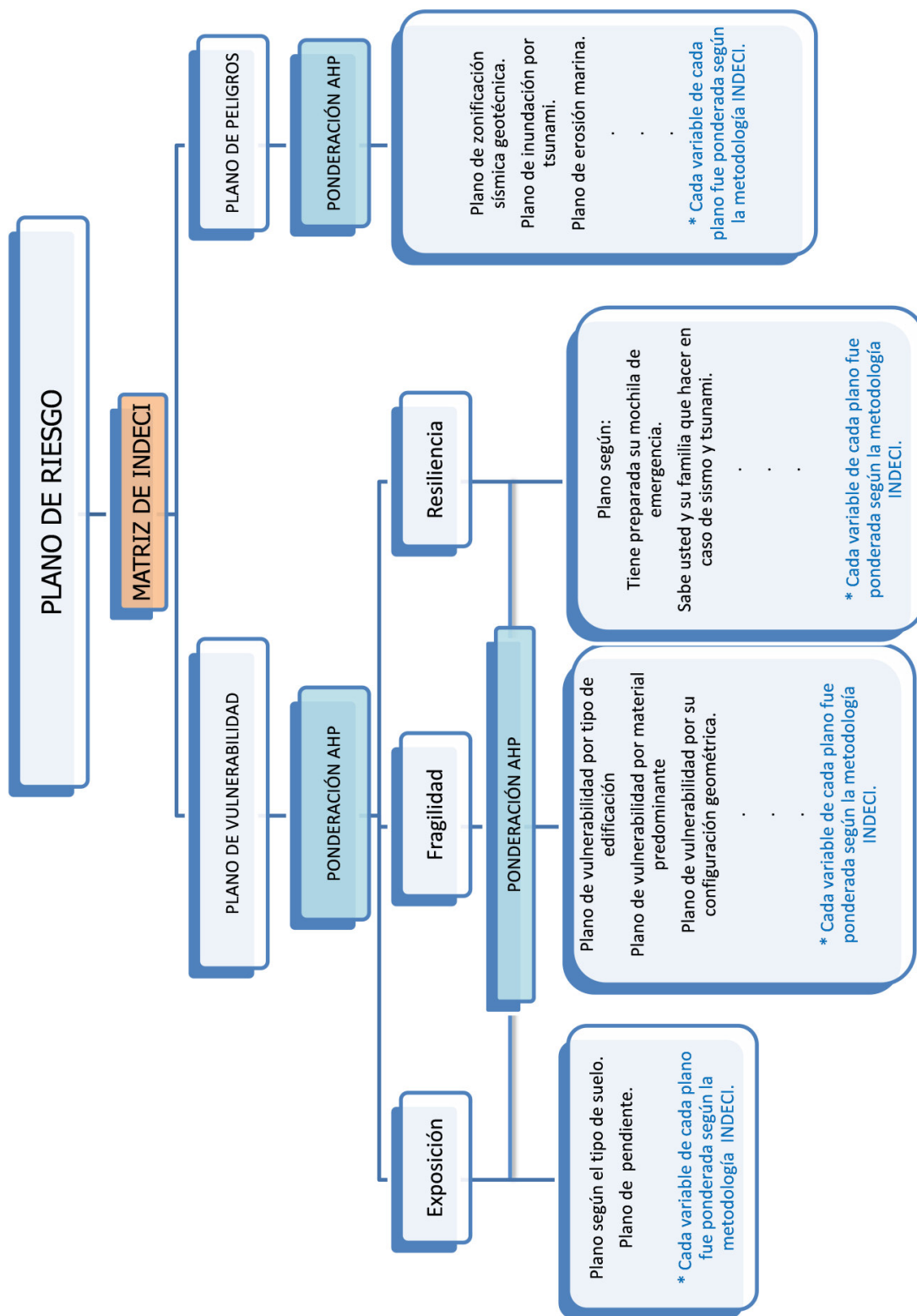


Figura 1.1 Diagrama de elaboración del plano de vulnerabilidad, peligros y el plano de riesgo del área urbana del distrito de Punta Hermosa.

## **II. BASES DE ESTUDIO**

### **2.1 Marco Normativo**

#### **2.1.1 Nacional**

1. Ley de Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD): Ley N° 29664 (19/02/2011).
2. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, fecha del 26/05/2011.
3. Ley del Sistema Nacional de Defensa Civil (Texto Ordenado y Unificado). Decreto Ley N° 19338, Fecha: 28 de marzo de 1972.
4. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Defensa Civil. Decreto Supremo N° 005-88-SGMD, Fecha: 17 de mayo de 1988.
5. Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres. Decreto Supremo N° 001-A-2004- SGMD, Fecha: 10 de marzo del 2004.
6. Crean Comisión Multisectorial de Prevención y Atención de Desastres. Decreto Supremo N° 081-2002-PCM, Fecha: 17 de agosto del 2003.
7. Ley Orgánica de Gobiernos Regionales. Ley N° 27867, Fecha: 18 de noviembre del 2002.
8. Ley Orgánica de Municipalidades. Ley N° 27972, Fecha: 27 de mayo del 2003.
9. Ley General del Ambiente. Ley N° 28611, Fecha: 15 de octubre del 2005.
10. Ley del Sistema Nacional de Evaluaciones del Impacto Ambiental, Ley N° 27446, Fecha: 23 de abril del 2001.
11. Reglamento Nacional de Edificaciones 2013.

## **2.1.2 Internacional**

### **2.1.2.1 Estrategia de Yokohama**

Realizada en Japón, del 23 al 27 de mayo de 1994 por la preocupación que los desastres producidos por peligros naturales van en aumento y consigo la pérdida de vidas humanas. Plantea los lineamientos para hacer frente y reducir el riesgo que esto conlleva.

### **2.1.2.2 Marco de Acción de Hyogo 2005-2015**

En enero del 2005 se reunieron 168 gobiernos en Kobe (Japón) para ver la manera de reducir el efectos de los desastres aprobando un plan de acción al cual se denomina "*Marco de Acción de Hyogo 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres*". El plan trata de prevenir o minimizar las consecuencias de los desastres e insta a trabajar en unión con las organizaciones de las Naciones Unidas, a los tres tipos de gobiernos (Nacional, Regional y local).

Las cinco prioridades del Marco Acción Hyogo son:

1. Desarrollar capacidad institucional: Garantizar que la reducción del riesgo de desastres sea una prioridad nacional y local que cuenta con una sólida base institucional para su aplicación.
2. Conocer sus riesgos: Identificar, evaluar y monitorear los riesgos de desastre y mejorar los sistemas de alerta temprana.

3. Incentivar la comprensión y la concientización pública: Haciendo uso del conocimiento, la innovación y la educación, incentivar una cultura de seguridad y resiliencia en todos los niveles.
4. Reducir el riesgo: Reducir los factores básicos de riesgo a través de medidas de planificación territorial, ambiental, social y económica.
5. Prepararse y estar listo para actuar: Fortalecer la preparación en caso de desastre para asegurar una respuesta eficaz en todos los niveles.

### **2.1.2.3 Objetivos del Desarrollo del Milenio**

La Cumbre del Milenio se celebró en septiembre de 2000 en Nueva York, con la participación de 191 países, incluyendo a 147 jefes de Estado y de gobierno. Se fijaron metas que derivaron en ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), dentro de los cuales esta garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, involucrando la identificación de peligros y la gestión de riesgos para prevenir posibles desastres y garantizar un desarrollo social sostenible evitando pérdidas de vidas humanas y materiales.



### **III. ASPECTOS TEÓRICOS CONCEPTUALES**

La terminología sobre la reducción de riesgos por desastres es publicado por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). Sin embargo para este estudio la definición y normalización de la terminología aplicable a las funciones institucionales y procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres es establecida por el reglamento de ley N° 29664, ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD, 2011).

#### **3.1. Desastre**

Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica, y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana (SINAGERD, 2011).

Según la terminología de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR-2009) el concepto de desastre es una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos.

### **3.1.1 Riesgo de Desastre**

Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro (SINAGERD, 2011).

### **3.2. Gestión de los Desastres**

Es el conjunto de conocimientos, medidas, acciones y procedimientos que, conjuntamente con el uso racional de recursos humanos y materiales, se orientan hacia la planificación de programas y actividades para evitar o reducir los efectos de los desastres. La Gestión de Desastres, sinónimo de la Prevención y Atención de Desastres, proporciona además todos los pasos necesarios que permitan a la población afectada recuperar su nivel de funcionamiento, después de un impacto<sup>2</sup>.

La Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD, 2004) lo define como un conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos consecuentes. Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales y no-estructurales para evitar (prevención) o limitar (mitigación y preparación) los efectos adversos de los desastres.

---

<sup>2</sup> INDECI, 2006 -Manual Básico para la Estimación del Riesgo

### **3.2.1 Fases de la Gestión del Riesgo**

#### **a. Prevención**

El proceso de Prevención del Riesgo comprende las acciones que se orientan a evitar o aminorar los impactos de un desastre.

#### **b. Respuesta**

Es el conjunto de acciones y actividades, que se ejecutan ante una emergencia o desastre, inmediatamente de ocurrido éste, así como ante la inminencia del mismo.

#### **c. Reconstrucción**

La reconstrucción es el proceso que comprende las acciones que se realizan para establecer condiciones sostenibles de desarrollo en las áreas afectadas, reduciendo el riesgo anterior al desastre y asegurando la recuperación física y social, así como la reactivación económica de las comunidades afectadas.

### **3.3. Estimación del Riesgo**

La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR, 2009) lo define como una metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y

la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.

La Estimación del Riesgo en Defensa Civil es un proceso social, de naturaleza sistémica, transversal, descentralizado y participativo, de formulación y adopción de políticas, desarrollo de estrategias y acciones orientadas a evitar la generación de nuevos riesgos, reducir los riesgos de desastres existentes, garantizar una respuesta oportuna y minimizar los efectos derivados de la materialización de los riesgos, en emergencias y desastres. Por tanto, el proceso de la Gestión del Riesgo de Desastres, comprende los siguientes procesos: Estimación del Riesgo, Reducción del Riesgo, Respuesta y Reconstrucción.

El cálculo del riesgo corresponde a un análisis y una combinación de datos teóricos y empíricos con respecto a la probabilidad del peligro identificado, es decir la fuerza e intensidad de ocurrencia; así como el análisis de vulnerabilidad o la capacidad de resistencia de los elementos expuestos al peligro (población, viviendas, infraestructura, etc.), dentro de una determinada área geográfica.

### **3.4. Peligro**

El Reglamento de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión de Desastres mediante el D.S.N° 048-2011-PCM, del año 2011 lo define como 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.

Según Cardona (1993) la amenaza o peligro es el factor de riesgo externo de un sujeto o un sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, y/o el medio ambiente. Matemáticamente, se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un periodo de tiempo determinado.

INDECI (2006) lo define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el hombre, potencialmente dañino, para un período específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología.

En resumen el peligro o amenaza son eventos externos que ponen en riesgo la vida y su entorno del hombre, por lo que identificando los peligros, los sucesos históricos, la magnitud, localización; se pueda reducir el riesgo.

### **3.4.1 Clasificación del Peligro**

Dada su naturaleza, un peligro envuelve elementos que pueden ser potencialmente dañinos para la vida de las personas, para la salud, la propiedad o el medio ambiente. Hay varios métodos para clasificar un peligro; pero en términos amplios se puede clasificar según el origen que lo genera y son de dos clases: de origen natural, como los sismos, avalanchas, tsunamis y de carácter tecnológico o generado por acciones humanas (antrópicos).

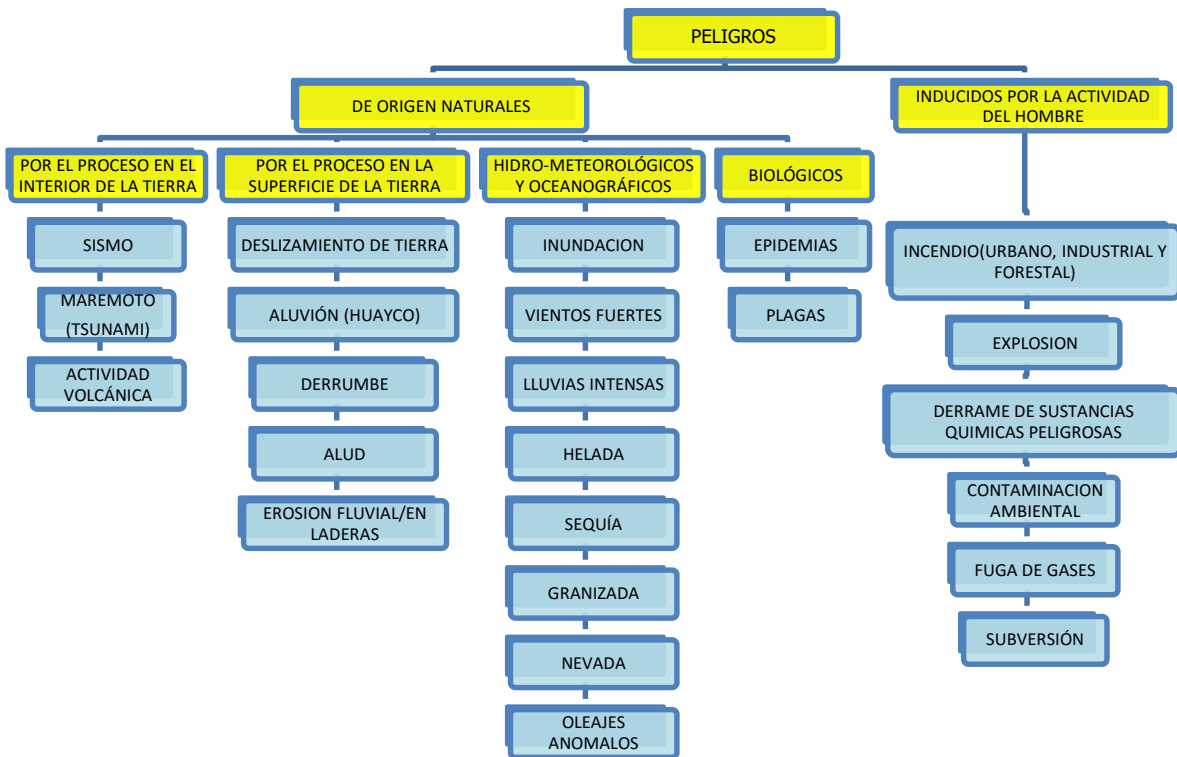


Figura 3.1 Clasificación de los principales peligros (INDECI, 2005)

### 3.4.2 Definición de Algunos de los Principales Peligros

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2005) lo clasifica y lo define como:

#### a. Peligros de Origen Natural

##### 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.

### **Inundación**

Es el desborde lateral del agua de los ríos, lagos, mares y/o represas, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables. Suelen ocurrir en épocas de grandes precipitaciones, marejadas y maremotos (tsunami).

### **Tsunami**

Son ondas marinas producidas por un desplazamiento vertical del fondo marino como resultado de un terremoto superficial, por una actividad volcánica o por el desplazamiento de grandes volúmenes de material de la corteza en las pendientes de la fosa marina.

Para Wiegel (1970), un tsunami son las ondas de agua de gran longitud (con períodos en el rango de 5 a 60 minutos, o más largos), generadas, impulsivamente, por mecanismos tales como explosiones volcánicas en islas (ej.: Krakatoa, 1883); deslizamientos de tierra submarinos (ej.: Bahía de Sagame, Japón, 1933); caída de rocas a bahías o al océano (ej.: Bahía de Lituya, Alaska, 1958); desplazamientos tectónicos asociados con terremotos (ej.: tsunami de Alaska, 1964) y explosiones submarinas de dispositivos nucleares.

"Un tsunami es una serie de ondas oceánicas generadas por un disturbio impulsivo en el océano, o en un pequeño y conectado cuerpo de agua. Definido de este modo, el término incluye ondas

generadas por desplazamientos abruptos del fondo oceánico, causados por terremotos, deslizamientos de tierra submarinos o de la línea de la costa, erupciones volcánicas y explosiones" (Lockridge, 1985).

## Fases de un Tsunami

### Fase de Generación

Un tsunami se inicia con la liberación de energía en el fondo oceánico, generalmente por el levantamiento violento de la placa cabalgante y el descenso de la placa en subducción. Esto producirá un empuje vertical (efecto pistón), deformando el volumen de agua sobre la superficie (figura 3.2).

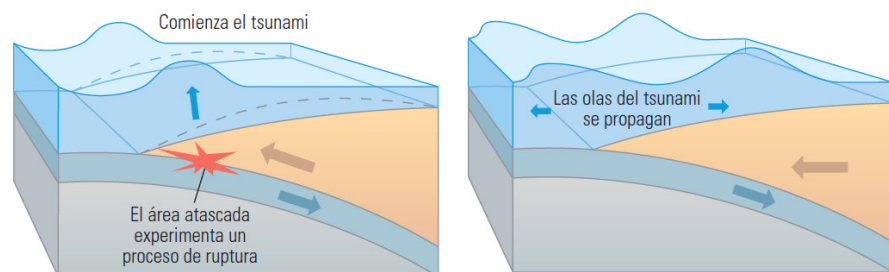


Figura 3.2 Ruptura y generación de la onda.

### Fase de Propagación

La formación de ondas gravitacionales desplazándose en todas las direcciones. La velocidad de estas ondas en aguas donde el mar es profundo, pueden viajar a velocidades entre los 500 a 1000 km/h con una altura de onda muy pequeña. Estas ondas al



acercarse a la costa van aumentando en altura, y reduciendo su velocidad y longitud de onda.

La velocidad de propagación depende exclusivamente de la profundidad. Esto permite determinar la velocidad de propagación correspondiente a todos los puntos oceánicos de los que se tengan datos batimétricos (profundidad), y a su vez cuantificar el tiempo de desplazamiento del tsunami entre dos lugares.

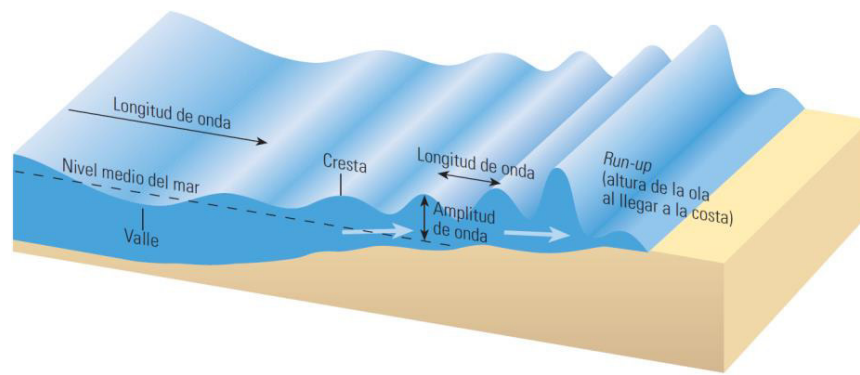


Figura 3.3 Diferentes longitudes de onda hasta llegar a la costa.

### **Fase de Inundación**

La altura de la ola que llega a la costa dependerá de factores como la batimetría, pendiente del talud continental, distancia del área de ruptura a la costa y geoformas del relieve costero determinando el área de inundación. En este sentido estimar el área de inundación que un posible tsunami azote las costas de los distritos de Lima, es fundamental para reducir el riesgo salvaguardando la vida de sus habitantes y hacer ciudades más resilientes.

## **Tipos de tsunami**

### **Tsunami local**

Tsunami proveniente de una fuente cercana con efectos destructivos que se confinan a las costas dentro de cien kilómetros de la fuente que lo generó, normalmente causado por un terremoto.

### **Tsunami Regional.**

Tsunami capaz de causar destrucción en una región geográfica particular, generalmente dentro de 1000 km de su fuente. Ocasionalmente, los tsunamis regionales también tienen efectos muy limitados y localizados en zonas fuera de la región.

La mayoría de los tsunamis destructivos pueden ser clasificados como locales o regionales.

### **Teletsunami**

Tsunami originado por una fuente distante, generalmente a distancias de más de 1 000 km y a más de 3 horas de tiempo de viaje de las ondas de tsunami desde su origen. Mucho menos frecuentes, pero con un potencial de amenaza más alto que los regionales son los tsunamis distantes que afectan toda la cuenca del Pacífico. Normalmente empiezan como un tsunami local que causa destrucción extensa cerca de la fuente, estas ondas continúan viajando por toda la cuenca del océano con energía

suficiente para causar víctimas adicionales y destrucción en las costas ubicadas a más de mil kilómetros de la fuente.

### **Deslizamiento de Tierra**

Es el desplazamiento lento y progresivo de una porción de terreno, más o menos en el mismo sentido de la pendiente, que puede ser producido por diferentes factores como la erosión del terreno o filtraciones de agua.

### **Erosión**

Desintegración, desgaste o pérdida de suelo y/o rocas como resultado de la acción del agua, viento, el hielo, la humedad y variaciones de temperatura.

### **Erosión Marina**

Desgaste que produce el oleaje sobre el borde litoral, siendo la formación de acantilados su efecto más característico y espectacular.

### **Erosión Fluvial**

La erosión fluvial es el desgaste que producen las fuerzas hidráulicas de un río en sus márgenes y en el fondo de su cauce, con variados efectos colaterales.

## **Erosión de Laderas**

Se entiende a todos los procesos que ocasionan el desgaste y traslado de los materiales de superficie (suelo o roca), por el continuo ataque de agentes erosivos, tales como agua de lluvias, escurrimiento superficial y vientos, que tiende a degradar la superficie del terreno.

### **b. Peligros de Origen Tecnológico**

#### **Explosión**

Es el fenómeno originado por la expansión violenta de gases de combustión, manifestándose en forma de liberación de energía y da lugar a la aparición de efectos acústicos, térmicos y mecánicos.

#### **Derrame de Sustancias Químicas Peligrosas**

Es la descarga accidental o intencional (arma química) de sustancias tóxicas, al presentarse una característica de peligrosidad: corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica, inflamable o biológico infeccioso.

### **3.5. Vulnerabilidad**

Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

INDECI (2006), define la vulnerabilidad como el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de

un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. Se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a 100.

Andrew Maskrey (1993) define la vulnerabilidad como “una relación compleja entre población, medio ambiente, relaciones, formas y medios de producción”.

La terminología propuesta por la UNISDR, 2009, define como vulnerabilidad a las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza.

### **3.5.1 Tipos de Vulnerabilidad**

A continuación se describen los tipos de vulnerabilidad definidos en el Manual básico para la estimación del riesgo publicado por INDECI en el año 2006.

#### **Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica**

Es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática.

#### **Vulnerabilidad Física**

Está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central

hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

### **Vulnerabilidad Económica**

Constituye el acceso que tiene la población de un determinado centro poblado a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios y empleo asalariado, entre otros), que se refleja en la capacidad para hacer frente a un desastre.

### **Vulnerabilidad Social**

Se analiza a partir del nivel de organización y participación que tiene una colectividad, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. La población organizada (formal e informalmente) puede superar más fácilmente las consecuencias de un desastre, que las sociedades que no están organizadas, por lo tanto, su capacidad para prevenir y dar respuesta ante una situación de emergencia es mucho más efectivo y rápido.

### **Vulnerabilidad Educativa**

Se refiere a una adecuada implementación de las estructuras curriculares, en los diferentes niveles de la educación formal, con la inclusión de temas relacionados a la prevención y atención de desastres, orientado a preparar (para las emergencias) y educar (crear una cultura de prevención) a los estudiantes con un efecto multiplicador en la sociedad.

### **Vulnerabilidad Cultural e Ideológica**

Está referida a la percepción que tiene el individuo o grupo humano sobre sí mismo, como sociedad o colectividad, el cual determina sus

reacciones ante la ocurrencia de un peligro de origen natural o tecnológico y estará influenciado según su nivel de conocimiento, creencia, costumbre, actitud, temor, mitos, etc.

### **Vulnerabilidad Política e Institucional**

Define el grado de autonomía y el nivel de decisión política que puede tener las instituciones públicas existentes en un centro poblado o una comunidad, para una mejor gestión de los desastres. La misma que está ligada con el fortalecimiento y la capacidad institucional para cumplir en forma eficiente con sus funciones, entre los cuales está el de prevención y atención de desastres o defensa civil, a través de los Comités de Defensa Civil (CDC), en los niveles Regional, Provincial y Distrital.

### **Vulnerabilidad Científica y Tecnológica**

Es el nivel de conocimiento científico y tecnológico que la población debe tener sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente los existentes en el centro poblado de residencia.

Así mismo, sobre el acceso a la información y el uso de técnicas para ofrecer mayor seguridad a la población frente a los riesgos.

## **3.5.2 Análisis de Vulnerabilidad**

Proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores e la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia de la población y de sus medios de vida.

### **3.6. Otros Términos Básicos**

#### **Cambio Climático**

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define al cambio climático como un “cambio en el estado del clima que se puede identificar (por ejemplo mediante el uso de pruebas estadísticas) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede obedecer a procesos naturales internos o a cambios en los forzantes externos, o bien, a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo”.

#### **Resiliencia**

Capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro.



## **IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **4.1 Localización**

#### **4.1.1 Ubicación Geográfica y Política**

El Distrito de Punta Hermosa se encuentra en el departamento de Lima, provincia de Lima, ubicado al sur de Lima Metropolitana (Figura 4.1) a la altura de los kilómetros 42 al 46 de la Antigua Panamericana Sur, entre las siguientes coordenadas geográficas:

12°18'44" Lat. S – 76°50'38" Long. Oeste.

12°20'43" Lat. S – 76°48'52" Long. Oeste.

El distrito de Punta Hermosa data desde los años 40 y fue creado políticamente por la Ley N° 12095 el 07 de abril de 1954, en el gobierno de Manuel A. Odría, con límites que comprendía, hacia el Este hasta la carretera Panamericana Sur según el artículo 2° de dicha ley.

El 22 Diciembre 1986, por Ley N° 24613 se modifican los límites del Distrito. Actualmente limita por el Norte con el distrito de Lurín; por el Sur, con el Distrito de Punta Negra; por el Este con el Distrito de Santo Domingo de Olleros de la Provincia de Huarochirí y por el Oeste con el Océano Pacífico.



Figura 4.1 Ubicación del distrito de Punta Hermosa en el departamento de Lima.

### **4.1.2 Accesibilidad**

El acceso al distrito es a través de la Carretera Panamericana Sur saliendo por los distritos de San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo y Lurín.

## **4.2 Aspectos Físicos**

### **4.2.1 Clima**

La temperatura promedio anual es de 18,5 a 19 °C, con un máximo de 29 °C. Los veranos son calurosos con temperaturas que oscilan entre los 26 a 29 °C durante el día y 21 a 22 °C en las noches. Tiene inviernos templado, húmedos, con ligeras lloviznas y temperaturas que oscilan entre los 19 y 12 °C.

### **4.2.2 Hidrografía**

Se encuentra en la intercuenca de los ríos Lurín y Chilca con un área de 777 km<sup>2</sup>. En esta intercuenca se ubican dos quebradas de mayor importancia denominadas Quebrada Cruz del Hueso y Quebrada Río Seco (Figura 4.2).

El Distrito, está cortado por dos quebradas de cauces secos, siendo la más importante la Quebrada Río seco que atraviesa el sector urbano del Balneario Zona Central y la otra quebrada sin nombre, divide a la Urb. La Planicie y el Asociación Familiar Santa cruz.

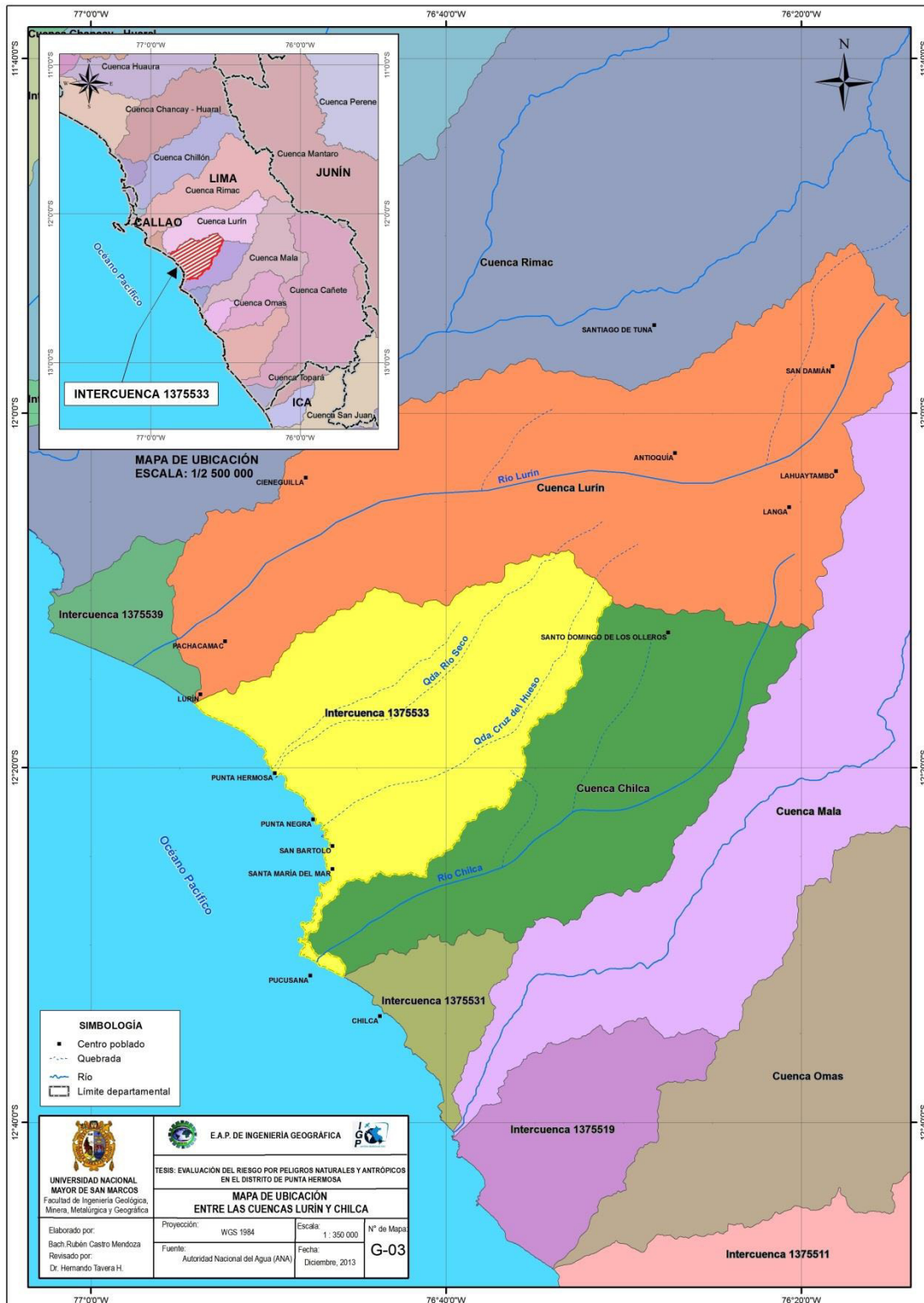


Figura 4.2 Ubicación de la interconuencia de los ríos Lurín y Chilca donde se ubica el distrito de Punta Hermosa (elaboración propia).

### 4.2.3 Geología Local

Las unidades geológicas identificadas en el distrito de Punta Hermosa son la unidad de afloramientos rocosos de naturaleza volcánica (derrames andesíticos de la Fm. Chilca del Terciario Inferior) y depósitos cuaternarios conformados por materiales aluviales, marinos y eólicos, además de materiales fluviales y coluviales en menor proporción (Fotografía 4.1).



Fotografías 4.1 Vista de las capas sedimentarias del suelo en la Urb. El Silencio (registro propio, octubre -2012).

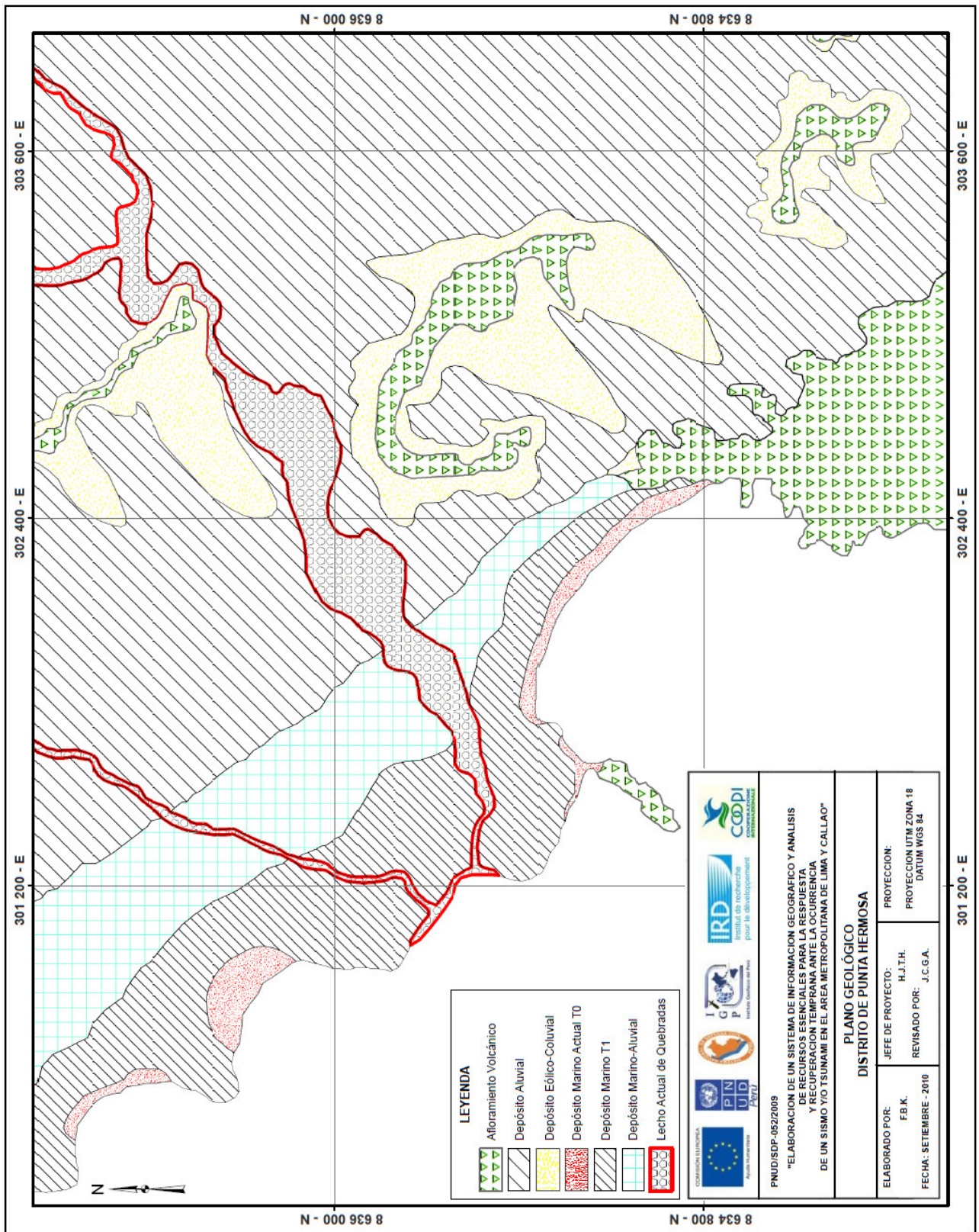


Figura 4.2 Plano geológico del Distrito de Punta Hermosa (Tavera 2010).

#### 4.2.4 Geomorfología y Fisiografía

Los rasgos geomorfológicos más resaltantes en el distrito de Punta Hermosa corresponden a las unidades de colinas con superficies onduladas por la intensa erosión eólica y marina que se emplazan al SO y Este del distrito. La llanura aluvial está circunscrita en las inmediaciones de la quebrada con cauce seco que atraviesa el distrito en el sector norte (Fotografía 4.2) y las terrazas marinas, marino-aluvial en la parte central, donde se asientan las principales edificaciones (Fotografía 4.3).



Fotografía 4.2 Quebrada con cauce seco que atraviesa el distrito Punta Hermosa en su sector de la Playa Norte (registro propio, octubre -2012).



Fotografía 4.3 Vista del Balneario Zona Central del distrito asentada sobre una terraza marino aluvial (registro propio, octubre -2012).

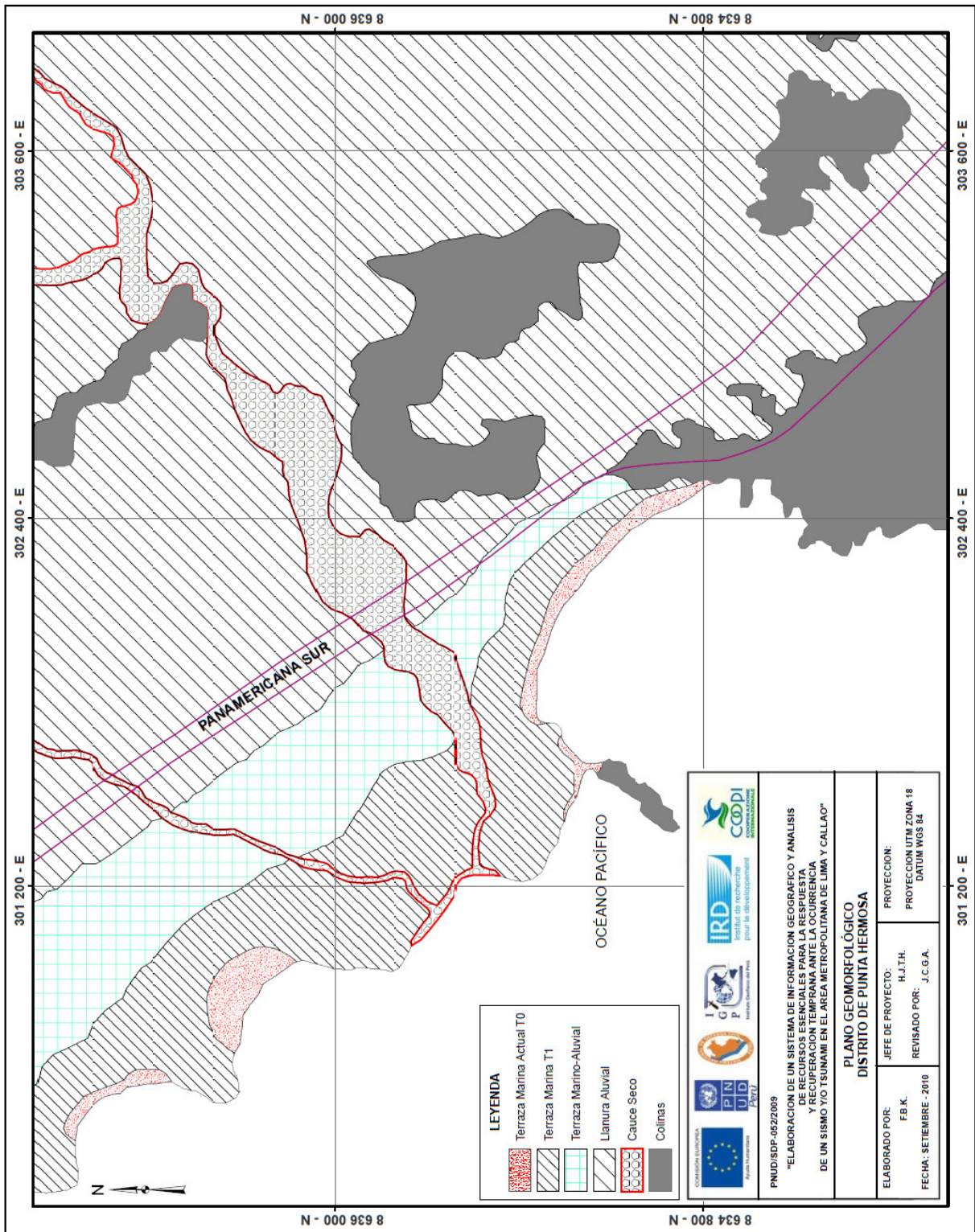


Figura 4.3 Plano geomorfológico del Distrito de Punta Hermosa (Tavera 2010).



## 4.2.5 Suelos

Presenta suelos arenosos de textura gruesa cerca de la carretera Panamericana Sur en la Urb. Miramar. En la parte central al margen este de la Urb. La Planicie, hay una predominancia de arenas finas y en el Balneario Central, en la línea de playa, se observa la presencia de suelos conglomerados de origen aluvial con clastos redondeados.

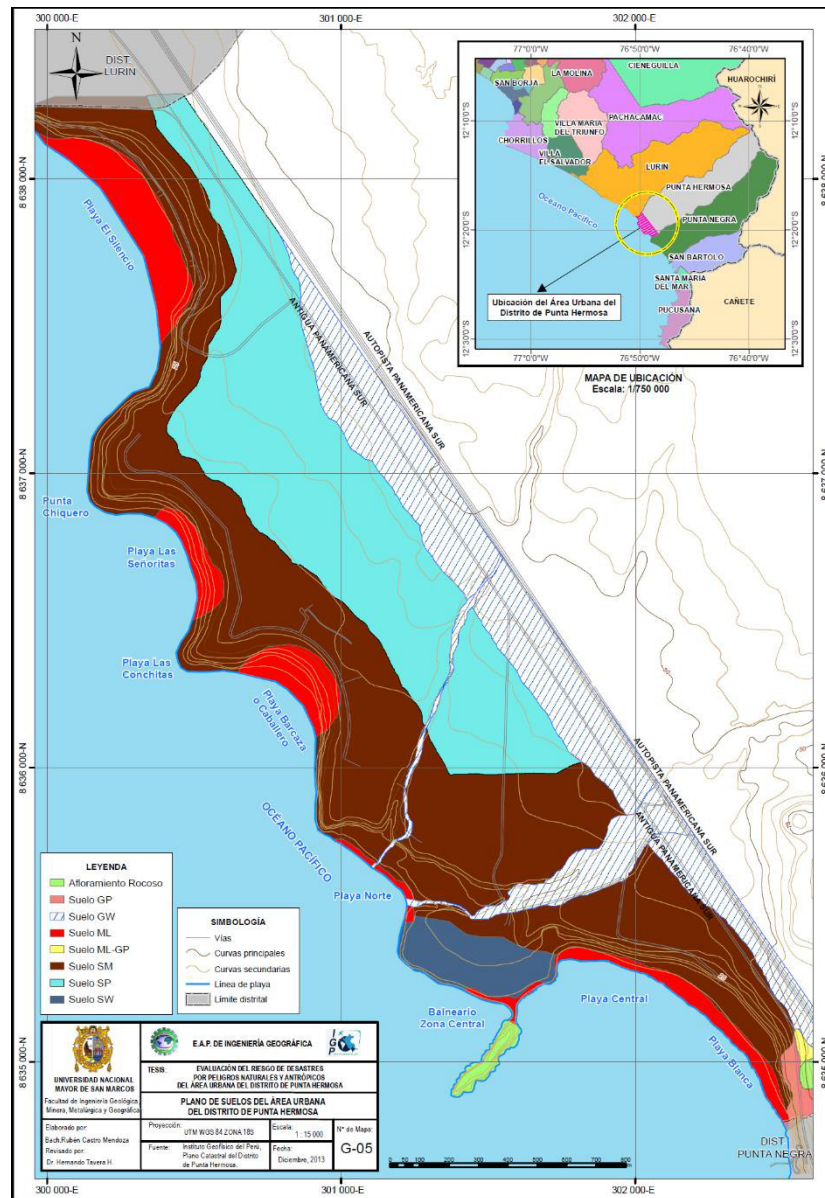


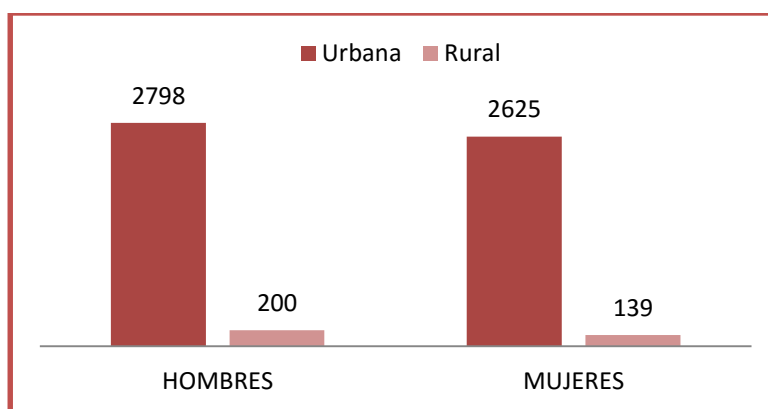
Figura 4.3 Plano de suelos del distrito de Punta Hermosa (Tavera 2010).

## 4.3 Aspectos Sociales

### 4.3.1 Demografía

Según el censo del año 2007 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población del Distrito de Punta Hermosa es de 5762 habitantes con una población urbana de 5423 habitantes y una población rural de 339 hab. Siendo un total 2998 hombres y 2764 mujeres (Gráfico 4.1).

GRÁFICO 4.1 POBLACIÓN SEGÚN EL ÁREA DE RESIDENCIA, 2007



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el INEI

### 4.3.2 Zonas Urbanas

El distrito cuenta con diez sectores urbanos definidos los cuales son: Playa Sur, Playa Central, Playa Norte, Urb. Miramar, Asoc. Familiar Santa Cruz, Asoc. Familiar Nueva Generación, que fue asentada en el año 2007, Urb. La Planicie, Urb. El Silencio con las playas de Señoritas y Caballeros, Urb. El Carmen y la Asoc. Martir Olaya Norte y Sur (figura 4.4).

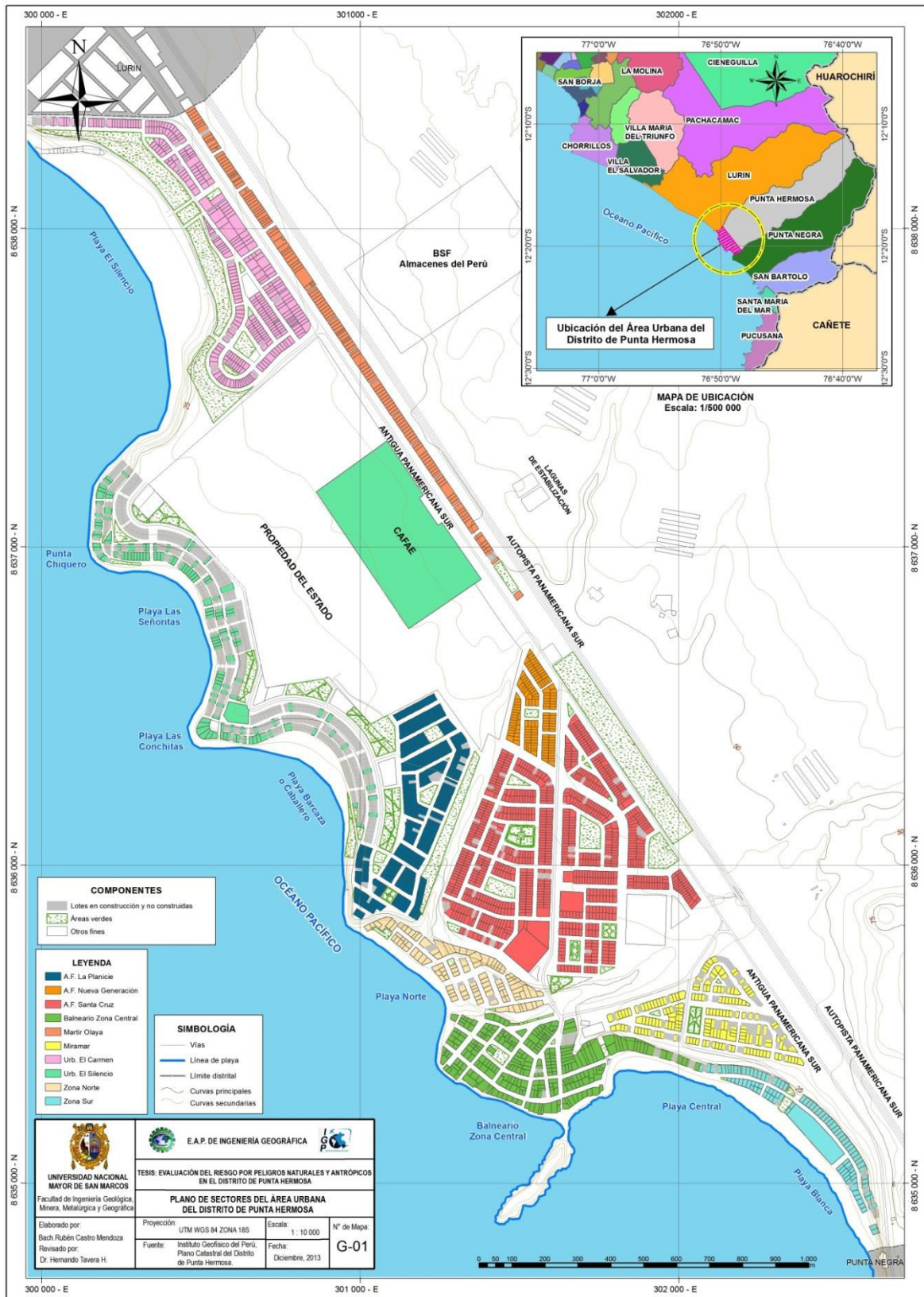
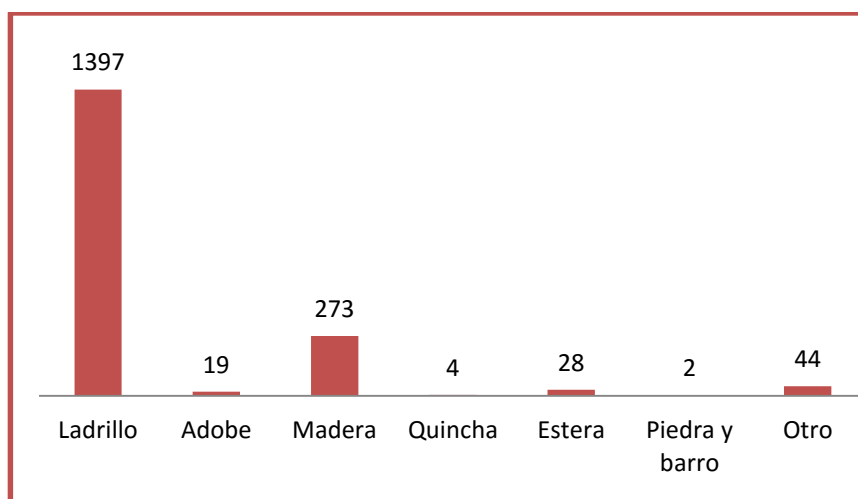


Figura 4.4 Plano de sectores urbanos del distrito de Punta Hermosa. Elaboración propia.

### 4.3.3 Vivienda

En el año 2007, según el censo realizado por Instituto Nacional de Estadística e Informática, existían hasta ese momento 1767 edificaciones de los cuales 1397 eran de ladrillo o bloque de cemento y el segundo material predominante era la madera (Gráfico 4.2).

GRÁFICO 4.2 VIVIENDAS SEGÚN EL MATERIAL PREDOMINANTE, 2007



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

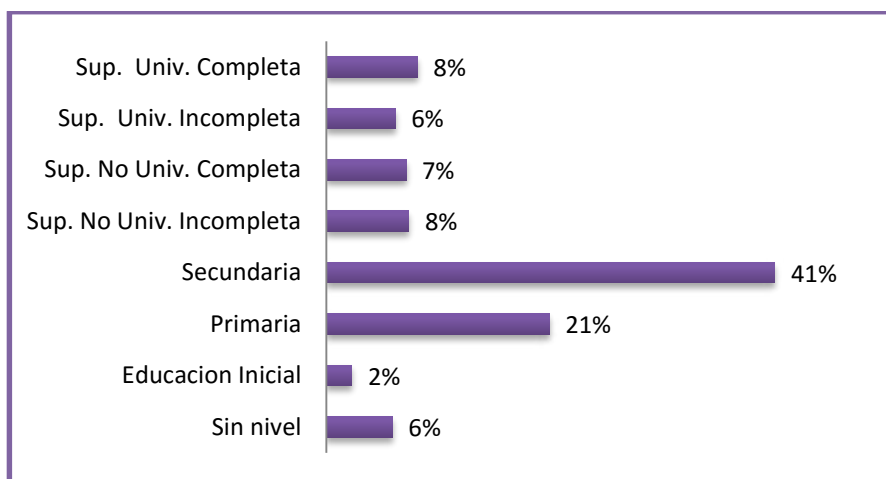
Actualmente, el tipo de construcción predominante son viviendas de casa habitación, el 50% de uno y dos pisos construidos con material de albañilería mixta entre confinada y aporticada.

En los últimos años se viene construyendo edificios multifamiliares en la zona de Playa Caballeros y Señoritas con más de 6 pisos de altitud, esto a cargo de empresas inmobiliarias dedicadas a la venta de departamentos. El material predominante en la construcción es el ladrillo.

#### 4.3.4 Educación

El distrito de Punta Hermosa cuenta con un solo colegio Nacional, el I.E. Víctor A. Belaunde Diez Canseco y dos centros de educación inicial Nacionales, el I.E.I. N° 546 UGEL-01 y el I.E.I. N° 654-Nuestra Señora del Carmen; además, de dos centros de educación inicial particular. El 21% de la población alcanzó un nivel de educación primaria, 41% secundaria y el 8% término una carrera universitaria (Gráfico 4.3).

GRÁFICO 4.3 PORCENTAJE DE POBLACIÓN TOTAL POR NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO, 2007



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

#### 4.3.5 Salud

En el distrito de Punta Hermosa se identificó dos áreas del sector salud, uno que se encuentra en el Balneario de la Zona Central al costado de la municipalidad y el Hospital de la solidaridad de la Municipalidad Metropolitana de Lima ubicado frente al Asentamiento Familiar Nueva Generación (Fotografías 4.4). El distrito contaba con un tercer puesto de salud en la Urb. El Carmen, mucho más amplio que la posta médica que se encuentra al costado de la municipalidad, pero este fue donado por la

municipalidad a la parroquia Juan Pablo II como casa parroquial (Fotografías 4.5).



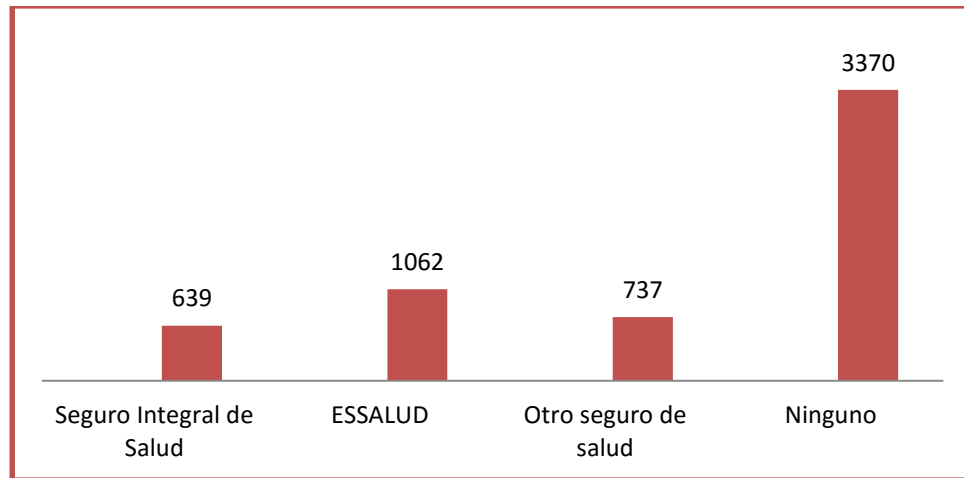
Fotografías 4.4 Posta de salud de la micro red San Bartolo y el hospital de la solidaridad de la municipalidad Metropolitana de Lima (registro propio, octubre -2012).



Fotografías 4.5 Construcción que fue donada a la parroquia Juan pablo II (registro propio, octubre -2012).

En cuanto al seguro de salud de la población, según el censo del año 2007, de 5762 personas encuestadas el 11% tiene Seguro Integral de Salud (SIS), el 18.3% tiene seguro ESSALUD, el 12.7% otro tipo de seguro de salud y el 58% no tiene ningún tipo de seguro de salud (Gráfico 4.4). En febrero de este año los asegurados al SIS son de 974 con el 30% de personas con edades entre 30 a 59 años.

GRÁFICO 4.4 POBLACIÓN TOTAL, POR AFILIACIÓN A ALGÚN TIPO DE SEGURO DE SALUD, 2007



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Se concluye que es importante contar con algún tipo de seguro de salud y mucho más para las personas con bajos ingresos económicos por ser poblaciones con mayor vulnerabilidad a los peligros naturales o antrópicos, del nivel de pobreza y pobreza extrema, lo que hace difícil su recuperación.

#### 4.3.6 Servicios Básicos

En el distrito de Punta Hermosa solo cuentan con agua y desagüe sectores como el Balneario de la Zona Central, Sur y Norte.

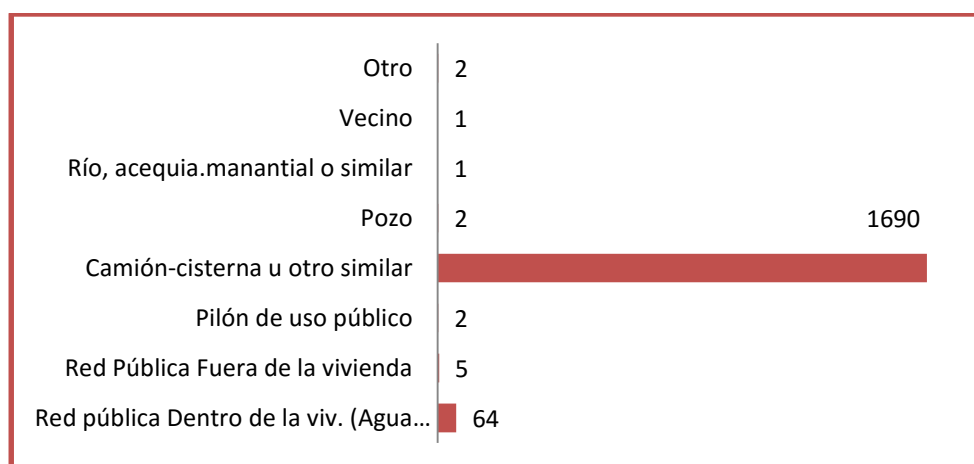
Los sectores de Mártir Olaya, Urb. El Carmen y gran parte de la Asoc. Familiar Santa Cruz, no cuentan con servicios básicos de agua y desagüe. La población adquiere el agua a través de camiones cisterna, costando aproximadamente 6 soles por metro cúbico; en otros casos es adquirida mediante pilones públicos (fotografías 4.6). Las aguas residuales son vertidas en silos que cada poblador ha construido dentro de su propiedad.



Fotografías 4.6 Camión cisterna de venta de agua y vista de pilón público (registro propio, febrero -2013).

En el año 2007, más del 95% la población del distrito de Punta Hermosa era abastecida de agua por camiones cisterna (Gráfico 4.5). Desde ese entonces se viene ejecutando proyectos de agua potable y alcantarillado que ha reducido aproximadamente en un 50% el abastecimiento de agua mediante camiones cisterna.

GRÁFICO 4.5 CANTIDAD DE PERSONAS SEGÚN LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)



### 4.3.7 Actividades Económicas

Las actividades económicas del distrito de Punta Hermosa son en su mayoría bodegas, mercados, hoteles y restaurantes, habiendo mayor movimiento económico en los meses de verano por la llegada de turistas nacionales y extranjeros.

CUADRO 4.1 POBLACIÓN OCUPADA DE 14 Y MÁS AÑOS DE EDAD, POR OCUPACIÓN PRINCIPAL Y RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA, 2007.

<b>Actividad</b>	<b>N° de personas</b>
Agric., ganadería, caza y silvicultura	137
Pesca	19
Explotación de minas y canteras	5
Industrias manufactureras	229
Suministro de electricidad, gas y agua	9
Construcción	362
Comerc., rep. veh. autom.,motoc. efect. pers.	393
Venta, mant.y rep. veh.autom.y motoc.	46
Comercio al por mayor	24
Comercio al por menor	323
Hoteles y restaurantes	263
Trans., almac. y comunicaciones	147
Intermediación financiera	24
Activid.inmobil., empres. y alquileres	260
Admin.pub. y defensa; p. segur.soc.afil	99
Enseñanza	105
Servicios sociales y de salud	42
Otras activ. serv.comun.soc y personales	244
Hogares privados con servicio doméstico	156
Actividad económica no especificada	36

Fuente: INEI, 2007

### 4.3.8 Atractivo Turístico

Su mejor atractivo turístico de Punta Hermosa son sus playas que en temporada de verano son visitadas por turistas nacionales y extranjeros que practican deportes acuáticos, especialmente el surf y motonáutica (fotografías4.7). También se practica la pesca deportiva con anzuelo en los meses de invierno.



Fotografías 4.7 Vista de la Playa Sur del distrito de Punta Hermosa (registro propio, febrero -2013).

## **V. FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1 Trabajo de Gabinete**

La información sobre el comportamiento dinámico de los suelos del distrito de Punta Hermosa fue obtenida del Instituto Geofísico del Perú y considera el estudio sísmico y geotécnico que en conjunto han permitido proponer el mapa de zonificación sísmica para el distrito.

Posteriormente se realizaron visitas al distrito para hacer el reconocimiento de campo y levantar el plano catastral con el apoyo de la municipalidad y elaborar la ficha técnica para el registro de las características de la vivienda.

#### **5.1.1 Estudios de Suelos**

El estudio de suelos fue realizado en dos fases por el Instituto Geofísico del Perú (IGP): el estudio sísmico a partir del comportamiento dinámico del suelo evaluado con el método H/V y el geotécnico a partir de la elaboración de 7 calicatas. Ambos estudios permiten obtener el plano de zonificación de suelos del distrito de Punta Hermosa.

#### **5.1.2 Comportamiento Dinámico del Suelo (CDS)**

Para caracterizar el comportamiento dinámico del suelo del Distrito de Punta Hermosa el IGP, utilizó registros de vibración ambiental (microtrepidaciones) producidos tanto por fuentes naturales como artificiales y la técnica de razones espectrales (H/V) propuesta por Nakamura (1980). La técnica H/V considera como hipótesis de base que las vibraciones ambientales se deben principalmente a la excitación de las ondas Rayleigh en las capas superficiales generadas por la actividad

humana. La información recolectada y su interpretación permiten conocer el periodo natural del suelo y el factor de amplificación, parámetros que definen el comportamiento dinámico del suelo ante la ocurrencia de un evento sísmico. Estos resultados son correlacionados y complementados con los obtenidos del estudio de geotecnia<sup>3</sup>.

### **5.1.3 Aspectos Geotécnicos**

Los estudios geotécnicos han sido elaborados a partir de la construcción de siete (7) calicatas (figura 5.1) y estuvieron a cargo de personal del área de geodinámica del IGP. El análisis de las muestras en laboratorio permitió identificar cinco tipos de suelo para el área urbana del distrito de Punta Hermosa, lo cual se describen a continuación:

El suelo tipo GW (Cuadro 5.1) es el predominante en la parte oriental del Distrito, corresponde a gravas bien gradadas, conformada por materiales de origen aluvial, suelos tipo SP (Arenas mal graduadas, arena con gravas, poco o nada de finos) que corresponden a arenas medias a gruesas pobremente gradadas con clastos sub-angulosos conformados por materiales de origen aluvial.

La mayor parte del distrito se asienta sobre suelos tipo SM (Arenas limosas, mezclas de arena y limo) arenas gruesas a medias con regular gradación y presencia de limos con clastos sub-angulosos que corresponden a depósitos aluvio-fluviales.

---

<sup>3</sup> Instituto Geofísico del Perú (IGP): Zonificación Sísmico-Geotécnica Para Siete Distritos de Lima Metropolitana, 2010.

CUADRO 5.1 SÍMBOLOS DEL GRUPO (SUCS)

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Prefijo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Sufijo</b>
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite liquido bajo (<50)	L
Turba	Pt	Limite liquido alto (>50)	H

Finalmente, el suelo tipo ML (Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos) conforman las terrazas marinas actuales en el borde litoral. También en las inmediaciones de los afloramientos rocosos se encuentran suelos GP (Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos) que corresponden a depósitos de origen coluvial.

En base al análisis granulométrico (anexo II), los resultados obtenidos se muestran en cuadro siguiente:

CUADRO 5.2 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO SEGÚN EL ANÁLISIS GEOTÉCNICO

<b>Código de la muestra</b>	<b>Capacidad portante (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
PH-1	6.51
PH-2	5.04
PH-3	3.80
PH-4	8.69
PH-5	3.90
PH-6	3.41
PH-7	6.82

Fuente: Tavera (2010)

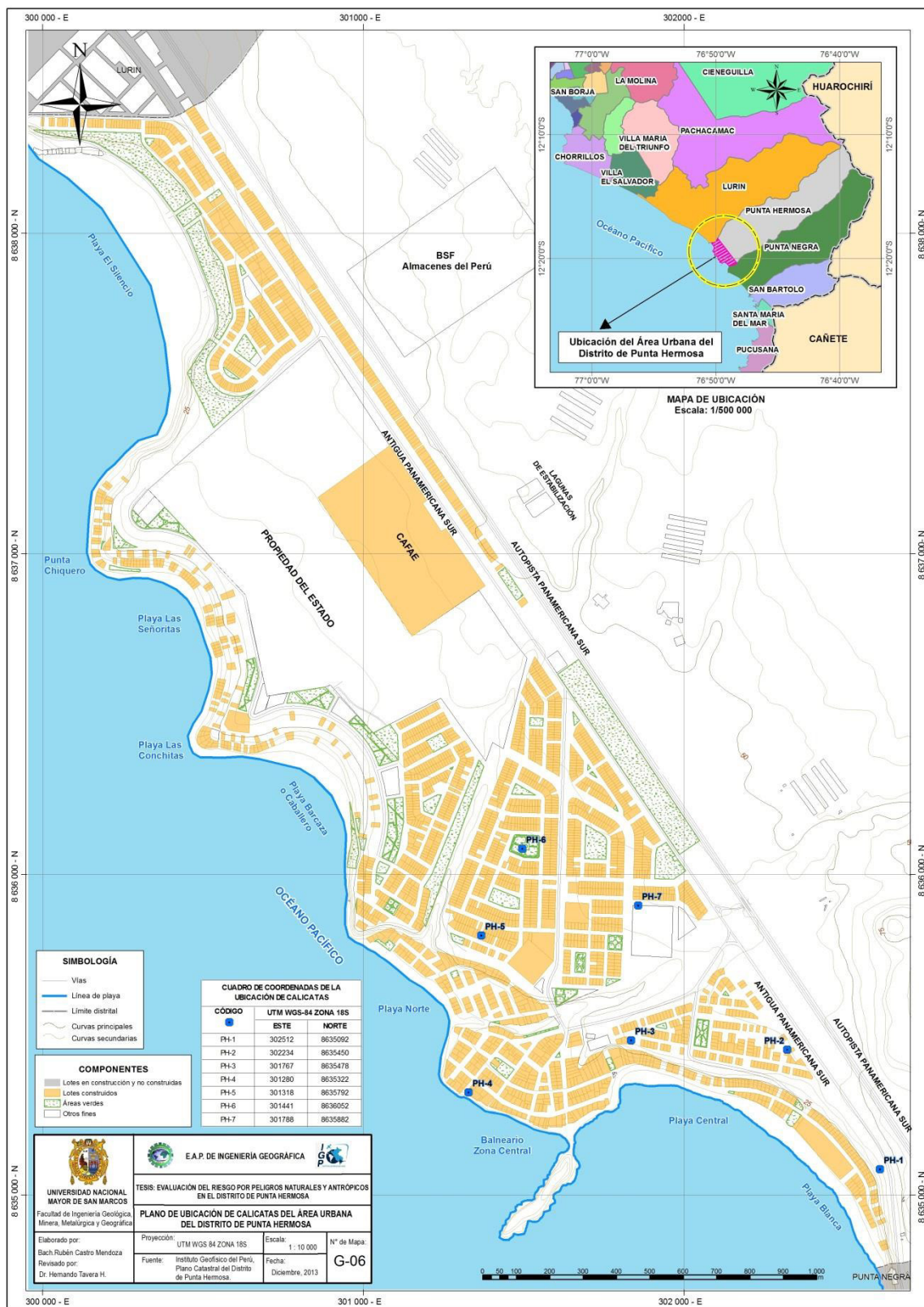


Figura 5.1 Plano de ubicación de calicatas en el distrito de Punta Hermosa (Tavera 2010).

#### 5.1.4 Zonificación Sísmica Geotécnica

El mapa de zonificación sísmico-geotécnica (CDS) para el distrito de Punta Hermosa considera el análisis e interpretación de la información sísmica (vibración ambiental) y geotécnica (7 calicatas). Los resultados obtenidos permiten identificar para este distrito las siguientes zonas (mapa G-02):

**ZONA I:** Esta zona está conformada por estratos de depósitos aluviales y coluvial cubiertos por un estrato de material fino de poco espesor y arena gruesa con ligero contenido de limo y arcilla. Este suelo tiene un comportamiento rígido con periodos de vibración natural determinados por las mediciones de vibración ambiental que varían entre 0.1 y 0.3 s. Asimismo, en la zona predominan periodos de 0.2 s que se concentran en tres áreas relativamente pequeñas ubicadas en el extremo sur del Distrito.

**ZONA II:** En esta zona se incluyen las áreas de depósitos aluvial-marino cuyas potencias varían entre 3.0 y 10.0 m. Los periodos predominantes del terreno determinados por las mediciones de vibración ambiental varían entre 0.3 y 0.5 s. Estas características se observan hasta en tres áreas del Distrito.

De acuerdo a los resultados de geotécnica, se clasifica a esta zona como de regular resistencia al corte y falla.

**ZONA III:** Esta zona está conformada, en su mayor parte, por depósitos de suelos marino-aluvial además de la presencia de arena con moderada a baja compactación. Los periodos predominantes encontrados en estos suelos varían entre 0.5 y 0.6 s. Esta zona abarca el 40% del Distrito con el predominio de periodos de 0.6 s (extremo Norte-Oeste).

De acuerdo a los resultados de geotécnica, se clasifica a esta zona como de regular a baja resistencia al corte y falla.

**ZONA III:** Esta zona está conformada, en su mayor parte, por depósitos de suelos marino-aluvial además de la presencia de arena con moderada a baja compactación. Los periodos predominantes encontrados en estos suelos varían entre 0.5 y 0.6 s. Esta zona abarca el 40% del Distrito con el predominio de periodos de 0.6 s (extremo Norte-Oeste).

De acuerdo a los resultados de geotécnica, se clasifica a esta zona como de regular a baja resistencia al corte y falla.

**ZONA IV:** Esta zona abarca un área pequeña ubicada en el extremo norte del Distrito concentrando periodos de 0.7s con amplificaciones máximas relativas de hasta 8 veces. Los valores altos para los periodos dominantes que caracterizan a esta zona pueden deberse a la potencia de este estrato o a efectos especiales asociados a la dinámica local del suelo. Para ser comprendido se requiere realizar estudios más detallados haciendo uso de otras técnicas que escapen a los objetivos de este estudio.



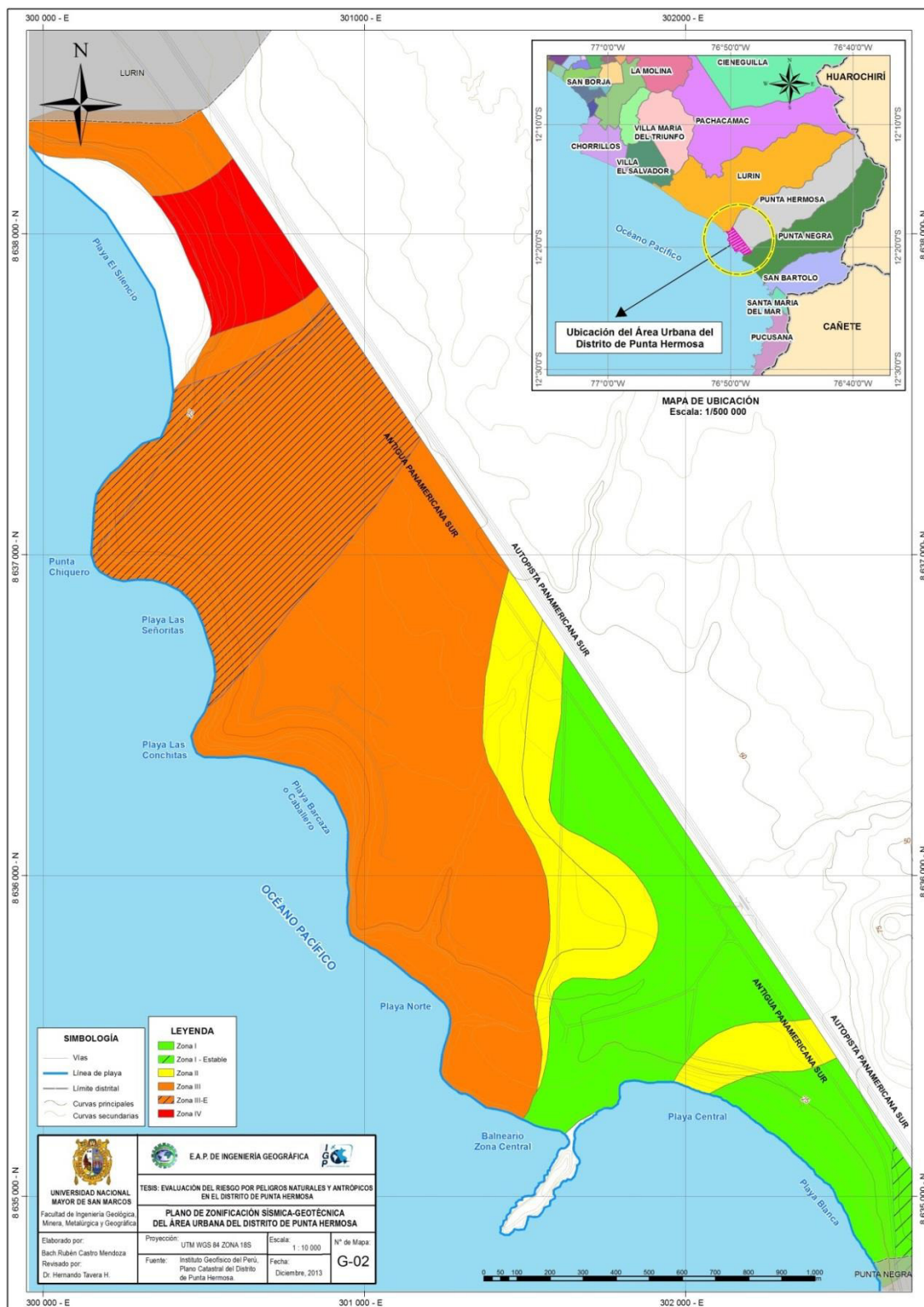


Figura 5.2 Plano de Zonificación Sísmico-Geotécnica (comportamiento dinámico del suelo) del Distrito de Punta Hermosa (Tavera 2010).

## 5.2 Trabajo de Campo

Se desarrolló en los meses de octubre a diciembre del año 2012, haciendo recorridos vivienda por vivienda y llenando la ficha censal (Figura 5.3) que requiere información de cada edificación, considerando variables como: estado de conservación, material predominante, material del techo, configuración en planta, configuración en elevación, etc. Además, se realizó encuestas a la población para analizar el nivel de preparación frente a un sismo y tsunami de gran magnitud que puede afectar al el balneario.

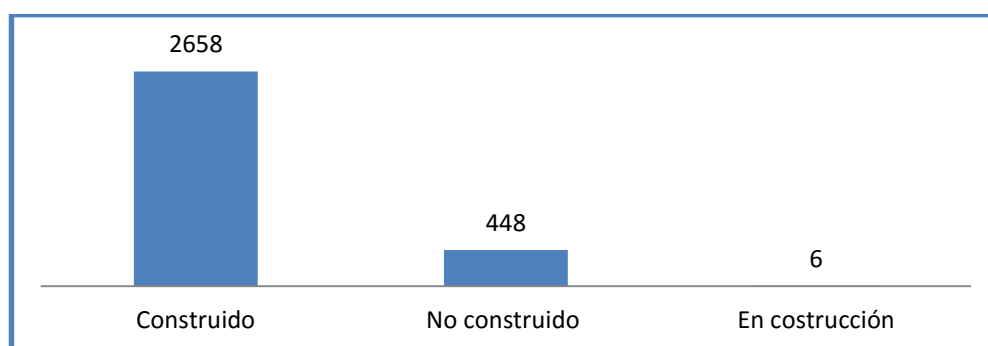
FECHA:		HORA:		OBSERVADOR:	
<b>UBICACIÓN POLÍTICA</b>			<b>UBICACIÓN A NIVEL DE DISTRITO</b>		
DEPARTAMENTO : Lima		CÓD. DE URB :			
PROVINCIA : Lima		COD. DE MZ :			
DISTRITO : Punta Hermosa		COD. DE LT :			
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA</b>					
<b>TIPO DE EDIFICACIÓN</b>		<b>MATERIAL PREDOMINANTE</b>		<b>CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA</b>	
Multifamiliar horizontal <input type="checkbox"/>		Concreto armado <input type="checkbox"/>		<b>EN PLANTA</b>	
Multifamiliar vertical <input type="checkbox"/>		Albañilería confinada <input type="checkbox"/>		Regular <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	
Casa habitación <input type="checkbox"/>		Fierro o Aportricada <input type="checkbox"/>		<b>EN ELEVACIÓN</b>	
Tienda depósito <input type="checkbox"/>		Adobe <input type="checkbox"/>		Regular <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	
Edificio <input type="checkbox"/>		Madera <input type="checkbox"/>		<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN:</b>	
Otros <input type="checkbox"/>		Otros <input type="checkbox"/>		Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/>	
<b>TIPO DE USO:</b>		<b>ANTIGÜEDAD EN AÑOS:</b>		Material de techo: _____	
Fue afectada la vivienda en sismos anteriores:		De 0 a 2 <input type="checkbox"/>		N° de niveles: _____ <input type="checkbox"/>	
No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>		De 3 a 19 <input type="checkbox"/>		N° de habitantes: _____ <input type="checkbox"/>	
		De 20 a 49 <input type="checkbox"/>		Tiene alero? _____	
		De 50 a más <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> Que tipo _____	
<b>CARACTERÍSTICAS DEL SUELO</b>			<b>PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE SE OBSERVAN</b>		
<b>PENDIENTE DEL TERRENO</b>		<b>TIPO DE SUELO</b>			
Baja (1-2%) <input type="checkbox"/>		Roca <input type="checkbox"/>		Cimientos <input type="checkbox"/>	
Medio (5-10%) <input type="checkbox"/>		Arcilla <input type="checkbox"/>		Columnas <input type="checkbox"/>	
Fuerte (10-20%) <input type="checkbox"/>		Arena <input type="checkbox"/>		Muros portantes <input type="checkbox"/>	
Muy fuerte (20% a más) <input type="checkbox"/>		Relleno sanitario <input type="checkbox"/>		Vigas <input type="checkbox"/>	
		Otro <input type="checkbox"/>		Techos <input type="checkbox"/>	
<b>INFORMACIÓN SOCIAL</b>					
<b>NIVEL DE PREPARACIÓN ANTE UN SISMO DE GRAN MAGNITUD</b>					<b>OBSERVACIONES</b>
					<b>SI NO</b>
1. ¿Tiene preparada su mochila de emergencia? _____					<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2. ¿Sabe usted y su familia que hacer en caso de sismo y tsunami? _____					<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3. ¿Reconoce usted y su familia la zona interior y exterior de seguridad? _____					<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4. ¿A participado usted de algún simulacro? _____					<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5. ¿Su vivienda es afectada por la humedad? _____					<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6. ¿La edificación contó con un profesional en el diseño y construcción? _____					<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7. ¿Cuenta con otra vivienda donde podría ir temporalmente? _____					<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN DEL LOTE</b>			<b>N° DE FOTO DE LA VIVIENDA</b>		

Figura 5.3 Ficha técnica de levantamiento de información estructural y nivel de preparación frente a un sismo de gran magnitud en el distrito de Punta Hermosa.

### 5.2.1 Estadística de Resultados del Análisis Estructural

En el área urbana del distrito de Punta Hermosa se realizó el levantamiento de 3112 lotes y de los cuales, el 85.4% están construidos en su totalidad, 0.2 % en etapa de construcción y el 14.4% no están construidos (Gráfico 5.1).

GRÁFICO 5.1 LOTES CONSTRUIDOS, EN CONSTRUCCIÓN Y NO CONSTRUIDOS, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

Se consideró quince criterios para la evaluación de cada vivienda según la ficha del verificador del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y otros que el autor consideró importantes tomar en campo.

#### **Lista de variables para el análisis de la vulnerabilidad física**

Tipo de edificación

Material predominante de la edificación

Configuración geométrica

Estado de conservación

Tipo de uso

Daño estructural producido por sismos anteriores

Antigüedad de la vivienda

Material del techo

Techo exterior y material

Tenencia de alero

Número de niveles

Pendiente del terreno

Tipo de suelo

Humedad en la vivienda

Diseño y construcción por un profesional.

#### **5.2.1.1 Tipo de Edificación**

Para el área urbana del distrito de Punta Hermosa se consideró cinco tipos de edificación cuyas características son:

**Viviendas multifamiliares:** Son viviendas con no mayor a tres pisos de elevación y con un área de construcción amplia, donde habitan dos o más familias (fotografías 5.1).

**Casa habitación:** Viviendas pequeñas unifamiliares, que pueden tener hasta dos pisos de elevación.

**Prefabricadas:** Son módulos de madera machimbrada que la gente lo adapta como vivienda. En este grupo también se consideró las viviendas improvisadas como de estera, cartón, triplex (fotografías 5.2).

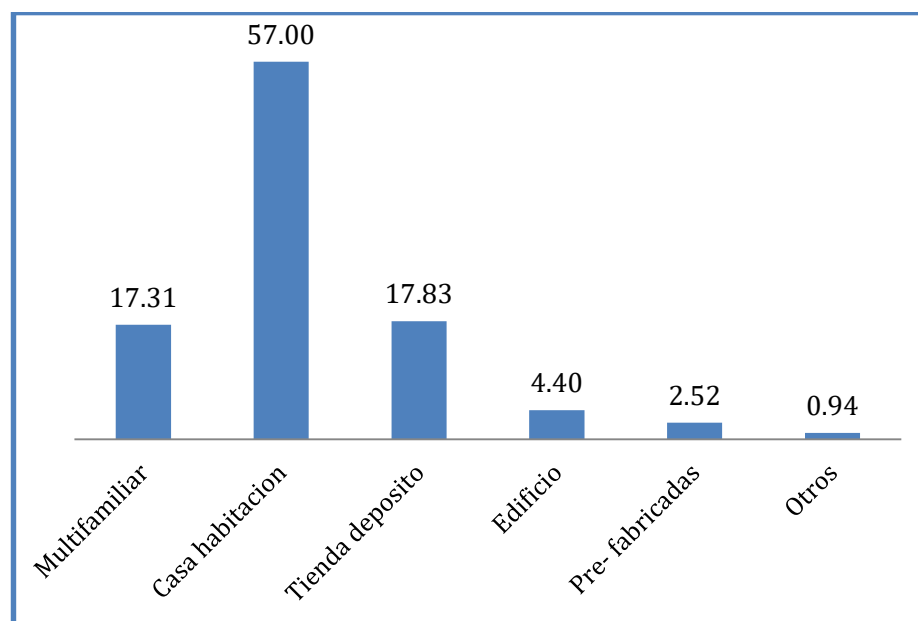
Tienda depósito: Son construcciones que en su mayoría solo tienen construido el perímetro y pueden no tener techo cuando son usadas como establecimientos de venta de materiales de construcción, o pueden presentar un techo ligero de estera u otro material no estructural.

Edificio: Con más de 4 pisos de elevación y su uso por lo general, es de venta o alquiler de departamentos (fotografías 5.3).

Otros: Son edificaciones como: Colegios, club náutico, parroquia, posta médica, centros de recreación, etc.

De los 2658 lotes construidos, 1515 son casas habitación, 460 son multifamiliares, 474 tiendas depósito, 67 prefabricadas, 117 edificios, 25 otros (Gráfico 5.2).

GRÁFICO 5.2 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN EL TIPO DE EDIFICACIÓN, NOVIEMBRE -2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.



Fotografías 5.1 Vista de viviendas multifamiliares (registro propio, octubre - 2012).



Fotografías 5.2 En el lado izquierdo vista de una vivienda improvisada de triplay y al lado derecho una vivienda en madera machimbrada (registro propio, febrero - 2012).



Fotografías 5.3 Al lado izquierdo una vivienda prefabricada, y al lado derecho un edificio de seis pisos en la Playa Caballeros (registro propio, octubre -2012).

### 5.2.1.2 Material Predominante de la Edificación

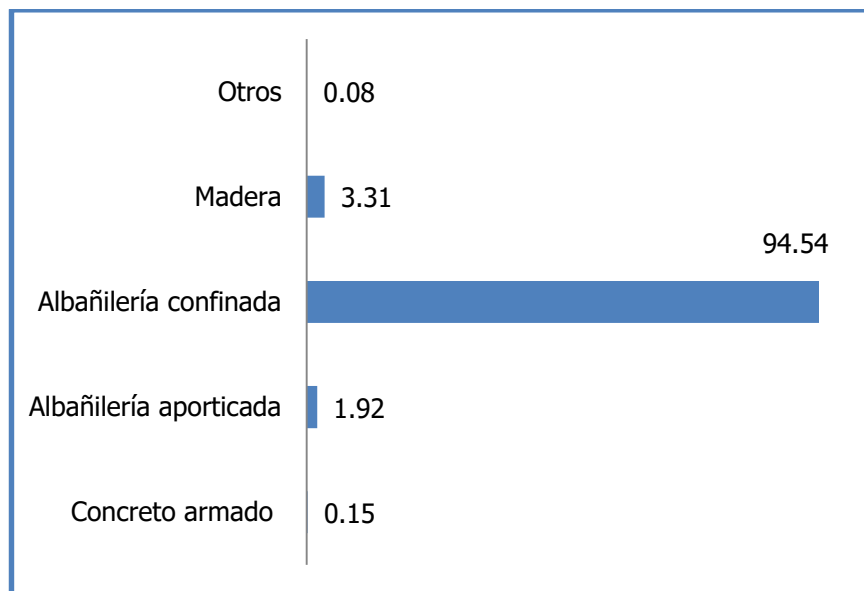
El material en una edificación es muy importante, mas aún cuando se construye en zonas con alta actividad sísmica. De esto dependerá muchas veces que la vivienda no colapse, salvaguardando la vida de las personas que lo habitan. Los materiales deben ser de buena calidad para absorber y disipar la energía liberada por un sismo, aunque el material por si solo no indica seguridad, sino depende de la técnica de construcción y uso adecuado de los materiales.

En el distrito de Punta Hermosa, un total de 2513 viviendas son edificaciones de albañilería mixta entre aporticada y confinada (Fotografías 5.4), 88 viviendas son de madera, 51 netamente de albañilería aporticada, 4 de concreto armado y 2 entre otros materiales como carton y estera. No se identificó ninguna vivienda de adobe (Gráfico 5.3).



Fotografías 5.4 Al lado izquierdo una vivienda confinada, y al lado derecho una vivienda aporticada (registro propio, octubre -2012).

GRÁFICO 5.3 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN EL MATERIAL PREDOMINANTE, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

### 5.2.1.3 Configuración Geométrica

Las normas sísmicas especifican que las edificaciones con forma regular, tanto en planta como en elevación, se comportan mejor ante un sismo que las que tienen un diseño irregular, ya que estas sufren torsión o giro desordenado (Fotografías 5.5). Algunas veces hay acumulación de energía en ciertas zonas de la edificación donde no resiste la estructura, por esto, las normas sismoresistentes especifican que la distribución de las masas debe ser lo más uniforme posible, en cada planta como en altura.

Muchas veces dentro del conocimiento empírico se confunde la resistencia con la rigidez, siendo estos diferentes. La resistencia es la capacidad de carga que pueden soportar los elementos



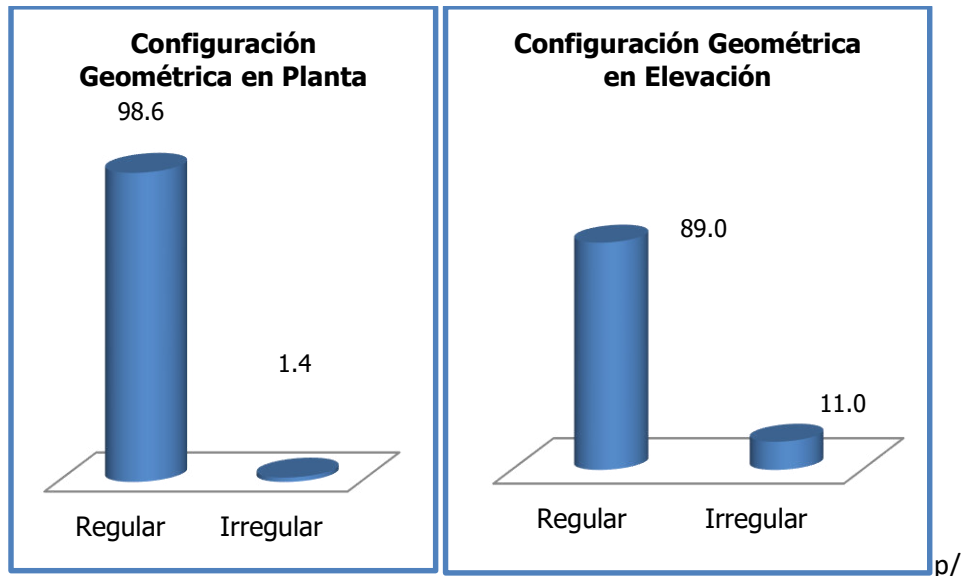
estructurales de la edificación y la rigidez mide la capacidad que un elemento estructural tiene para oponerse a ser deformado.



Fotografías 5.5 En la parte superior viviendas irregulares en elevación, y en la parte inferior viviendas irregulares en planta (registro propio, noviembre -2012).

En el distrito de Punta Hermosa existen 2621 edificaciones que tienen una configuración geométrica regular en planta y 37 una configuración geométrica irregular, 2365 edificaciones tienen una configuración geométrica regular en elevación y 293 edificaciones tienen una configuración irregular en elevación (Gráfico 5.4).

GRÁFICO 5.4 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN SU CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA, NOVIEMBRE-2012



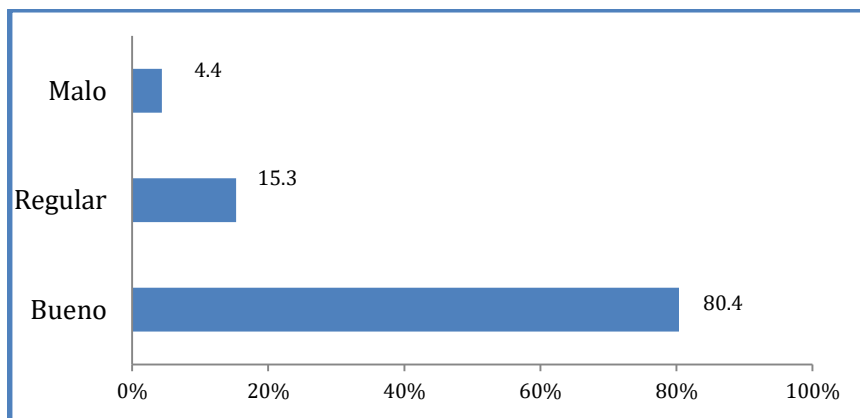
Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

#### 5.2.1.4 Estado de Conservación

La acción de los elementos atmosféricos va deteriorando las estructuras de las edificaciones como las bases, columnas o muros. Uno de los principales problemas que afecta las estructuras, es la humedad por la cercanía al mar, al viento y la erosión.

En el distrito de Punta Hermosa de 2658 edificaciones observadas, 2136 se encuentran en buen estado, 406 en estado regular y 116 viviendas en mal estado. El 60 % de las viviendas en mal estado están ubicadas en el Balneario Zona Central y el A.F Santa Cruz (Gráfico 5.5).

GRÁFICO 5.5 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN SU ESTADO DE CONSERVACIÓN, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

#### 5.2.1.5 Tipo de Uso

Las edificaciones están diseñadas y construidas con un fin específico, y cuando se da otro uso, muchas veces afecta su estructura y distribución de sus ambientes para lo cual fue construida, tal es el caso de ambientes construidos como casa habitación y que están siendo usados como bodegas, depósitos u otro tipo de uso que no corresponde al diseño, esto obstruye las salidas de emergencia, bloquea la zona de seguridad interna, sobrecarga de niveles superiores y otros aspectos.

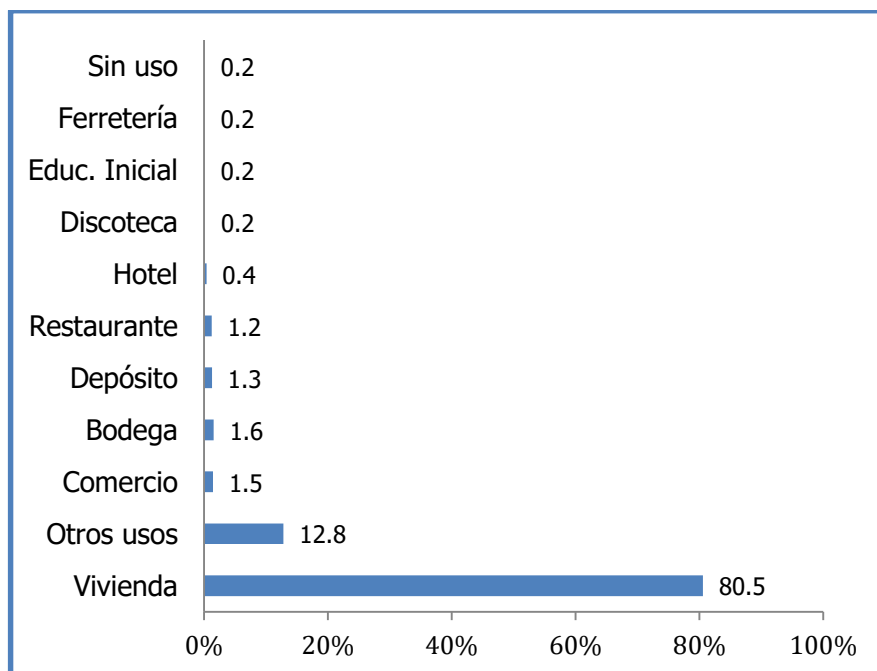
CUADRO 5.3 CLASIFICACIÓN DE PRINCIPALES USOS DE LAS EDIFICACIONES, NOVIEMBRE, 2007

Tipo de uso	Cantidad
Bodega	42
Comercio	39
Depósito	34

Discoteca	5
Ferretería	4
Educa. Inicial	4
Hotel	11
Restaurante	33
Sin uso	4
Vivienda	2141
Otros usos (Carpintería, centros de belleza, hospedaje, iglesia, mercado, posta médica entre otros.)	341
<b>Total</b>	<b>2658</b>

Fuente: elaboración propia a partir de la información obtenida en campo.

GRÁFICO 5.6 PORCENTAJE DEL TIPO DE USO DE LAS EDIFICACIONES, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

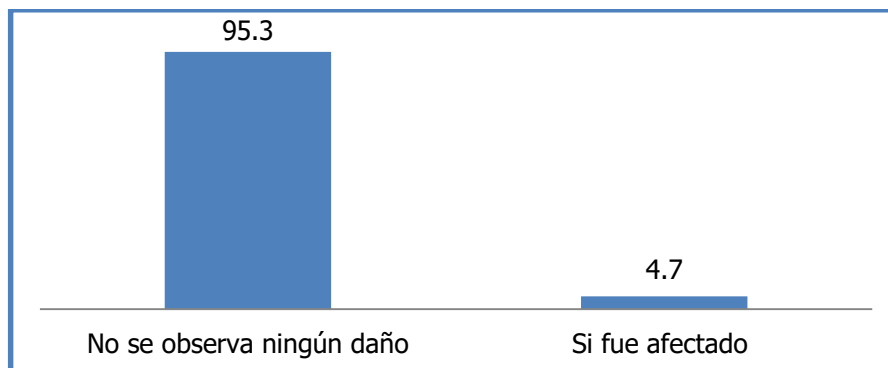
### 5.2.1.6 Daño Estructural Producido por Sismos Anteriores

Se identificó 127 viviendas afectadas por el sismo de Pisco del año 2007, y aunque muchas de ellas fueron resanadas en la parte exterior, queda aún el daño en la estructura. Esto fue observado al ingresar a algunas construcciones y ver desde su interior el daño en vigas y columnas (Fotografías 5.6).



Fotografías 5.6 La imagen superior muestra una vivienda en la Urb. Santa Cruz sin mayor daño aparente, pero al ingresar se observa daño estructural en vigas (imagen inferior) (registro propio, noviembre -2012).

GRÁFICO 5.7 PORCENTAJE DE EDIFICACIONES AFECTADAS Y NO AFECTADAS POR SISMOS ANTERIORES, NOVIEMBRE -2012

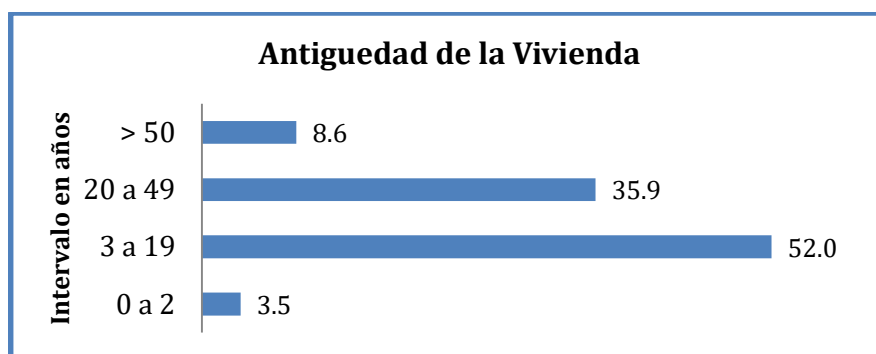


Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

### 5.2.1.7 Antigüedad de la Vivienda

Del total de las edificaciones censadas, 94 viviendas tienen menos de tres años de antigüedad, 1381 edificaciones fueron construidas hace 3 a 19 años, 954 viviendas tienen entre 20 a 49 años y 229 viviendas tienen más de 50 años de haber sido construidas, gran parte de ellas se encuentran en el Balneario Central, Balneario Sur y en el A.F. Santa cruz (Gráfico 5.8).

GRÁFICO 5.8 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN SU ANTIGÜEDAD, NOVIEMBRE-2012

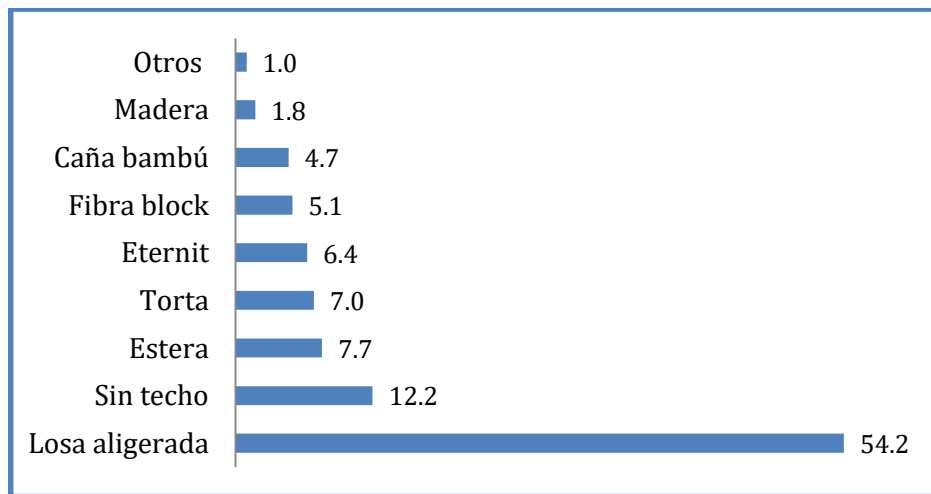


Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

### 5.2.1.8 Material del Techo

El tipo de techo que predomina en las viviendas del distrito de Punta Hermosa es la losa aligerada, visible en un total de 1443 viviendas, otras 325 edificaciones no tienen techo debido a que son utilizados como depósitos de materiales, 205 son de estera, 186 de torta (caña bambú chancada con concreto), 170 de eternit, 135 de fibrablock (mezcla de viruta arena y cemento), 126 de caña bambú y teja, 47 de madera y 21 viviendas de otro material como calamina, teja y madera, y lona (Gráfico 5.9).

GRÁFICO 5.9 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN EL MATERIAL DEL TECHO, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

### 5.2.1.9 Techo Exterior y Material

El diseño sísmico de estructuras no se da mayor importancia a elementos no estructurales, tal es el caso que muchas normas de diseño sismoresistente no incluyen normas al respecto.

Los techos exteriores son diseñados como espacios para tomar el aire libre o espacios que adornan la arquitectura de las viviendas; es decir, son elementos no estructurales (fotografías 5.7). Las viviendas observadas con este tipo de techo tienen columnas de madera con techos de teja, madera u otro tipo de material. Es conveniente considerar este tipo de elemento no estructural en la evaluación de la vulnerabilidad física de la vivienda por el material y diseño que presentan.

Los techos exteriores podrían colapsar o deteriorarse mucho antes que la estructura de la vivienda en sí, por esta razón, es considerado un peligro al momento que sus habitantes abandonen la vivienda ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.



Fotografías 5.7 Viviendas con techos exteriores de madera y teja parte del diseño arquitectónico no estructural (registro propio, noviembre - 2012).

En el distrito de Punta Hermosa se identificó un total de 121 viviendas que presentan este tipo de elemento no estructural y gran parte se encuentran en el Balneario de la Zona Central (Gráfico 5.10).



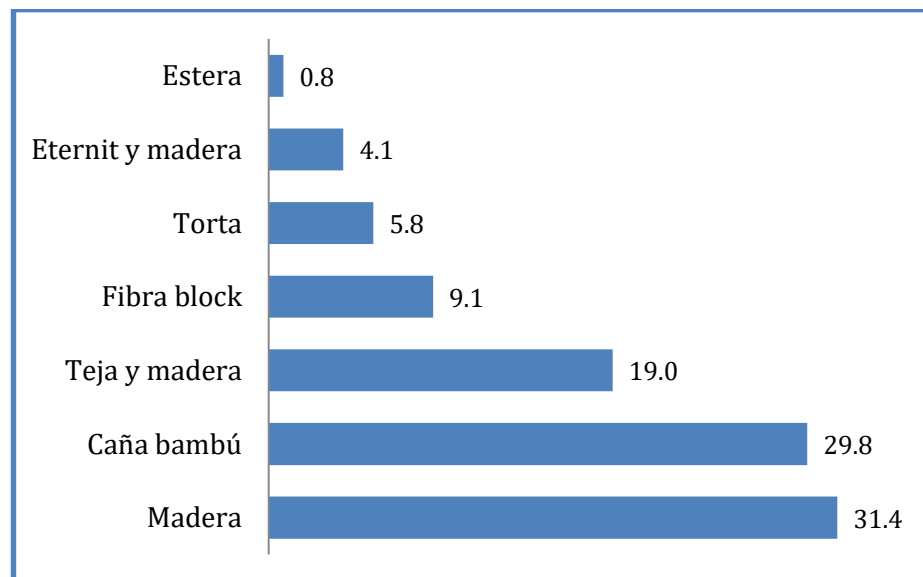
GRÁFICO 5.10 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN TENENCIA DE  
TECHO EXTERIOR, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

De las 121 viviendas con presencia de techo exterior, 38 son de madera, 36 de caña bambú, 23 de teja y madera, 11 de fibrablock, 7 de torta, 5 de eternit y madera y 1 de estera con soportes de caña bambú (Gráfico 5.11).

GRÁFICO 5.11 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN MATERIAL DE  
TECHO EXTERIOR, NOVIEMBRE-2012



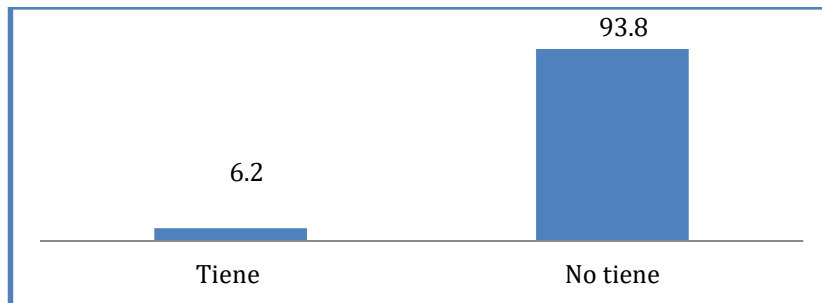
Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

### 5.2.1.10 Tenencia de Alero

El alero o volado muy sobresalido hace aún más inestable a la estructura de una vivienda ante un movimiento sísmico debido a que la carga periférica del piso superior no está sostenida sobre vigas o muros; además, los volados pueden golpear a postes cercanos y, al ser estas estructuras flexibles, se tiene el riesgo de fractura en su parte superior (fotografías 5.8).

El total de viviendas que tienen algún tipo de volado, son 164 edificaciones. No tienen volado 2494 (Gráfico 5.12).

GRÁFICO 5.12 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN TENENCIA DE ALERO, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

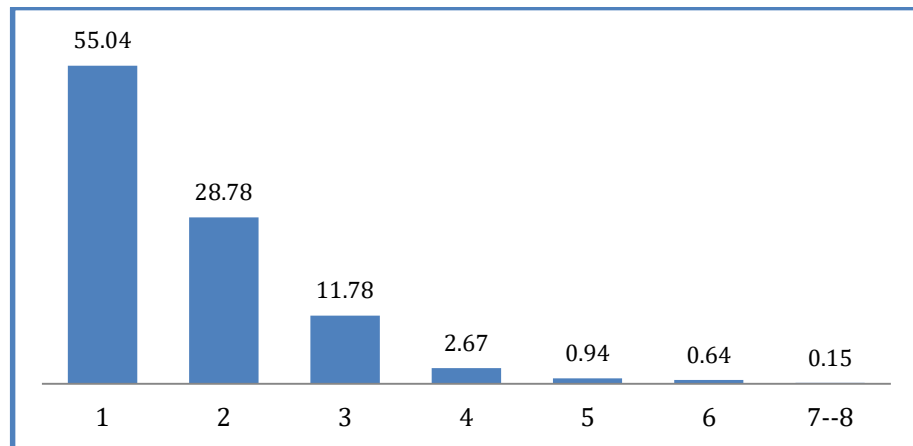


Fotografías 5.8 Vista de viviendas con volados o aleros (registro propio, noviembre -2012).

### 5.2.1.11 Número de Niveles

Del total de edificaciones existentes en el distrito, 1463 presentan un solo nivel, 765 dos niveles, 313 tres niveles, 71 cuatro niveles, 25 cinco niveles, 6 seis niveles, 1 de siete niveles y 3 construcciones son de ocho niveles (Gráfico 5.13). Las edificaciones con mas de 5 niveles se encuentran, en su mayoría, en la Playa Sur y las Playas Caballeros y Señoritas.

GRÁFICO 5.13 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN EL NÚMERO DE NIVELES, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

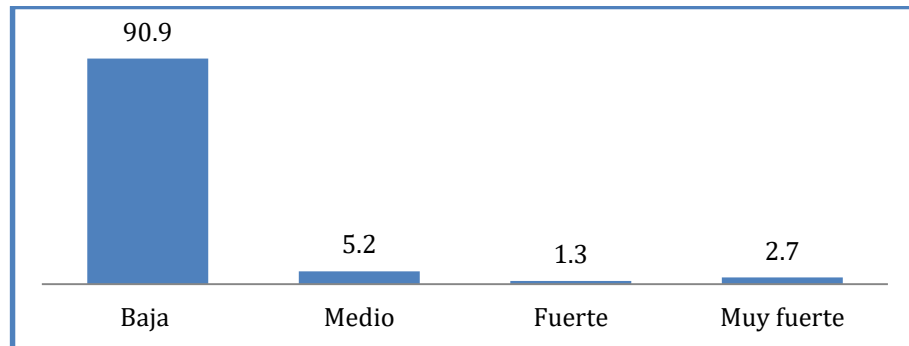
### 5.2.1.12 Pendiente del Terreno

Las viviendas construidas en laderas o terrenos con fuerte pendiente, tienen la desventaja del empuje lateral que ejerce el terreno sobre la parte lateral de ésta, incrementando la acción de las ondas sísmicas, y haciéndolas más vulnerables. Lo que no sucede en las

viviendas asentadas en terrenos planos donde el empuje lateral es nulo o casi nulo, dándole mejor estabilidad<sup>4</sup>.

Del total de edificaciones evaluadas, 2415 se encuentran en zonas de pendiente baja, 138 en zonas de pendiente media, 34 en zonas de pendiente fuerte y 71 en zonas de pendiente muy fuerte (Gráfico 5.14). Todas las edificaciones ubicadas en terreno de muy fuerte pendiente se encuentran en la Mz. E de la Playa Sur y el Club Kon tiki; mientras que las de pendiente media y fuerte en la Urb. El Silencio. Muchas edificaciones fueron construidas cortando el talud natural; quiere decir, que cortaron el terreno a un nivel horizontal para colocar las bases. Estas viviendas fueron evaluadas como de pendiente media.

GRÁFICO 5.14 PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN SU UBICACIÓN EN PENDIENTES, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

### 5.2.1.13 Tipo de Suelo

El estudio de suelos indica las características del terreno tales como tipo de suelo (arcilloso, rocoso, arenoso, etc.), la capacidad portante y el nivel freático. Estas características son muy importantes para el

<sup>4</sup> Plan de Prevención por Sismo 2010 - Distrito Magdalena del Mar.

diseño y construcción de viviendas. En el distrito de Punta Hermosa el 99.1% de viviendas se asientan en suelos arenosos y solo el 0.9 % están ubicados en suelos rocosos como lo son algunas viviendas al final del Club Kon tiki. Estos resultados corresponden a una observación directa hecha por el autor, sustentado, en mucho de los casos por los cortes de talud natural y las excavaciones de zanjas para la construcción de nuevas viviendas, así como a la textura superficial del suelo (fotografías 5.9).



Fotografías 5.9 Vista de suelos arenosos en la urbanización Miramar y la Urb. La Planicie (registro propio, noviembre -2012).

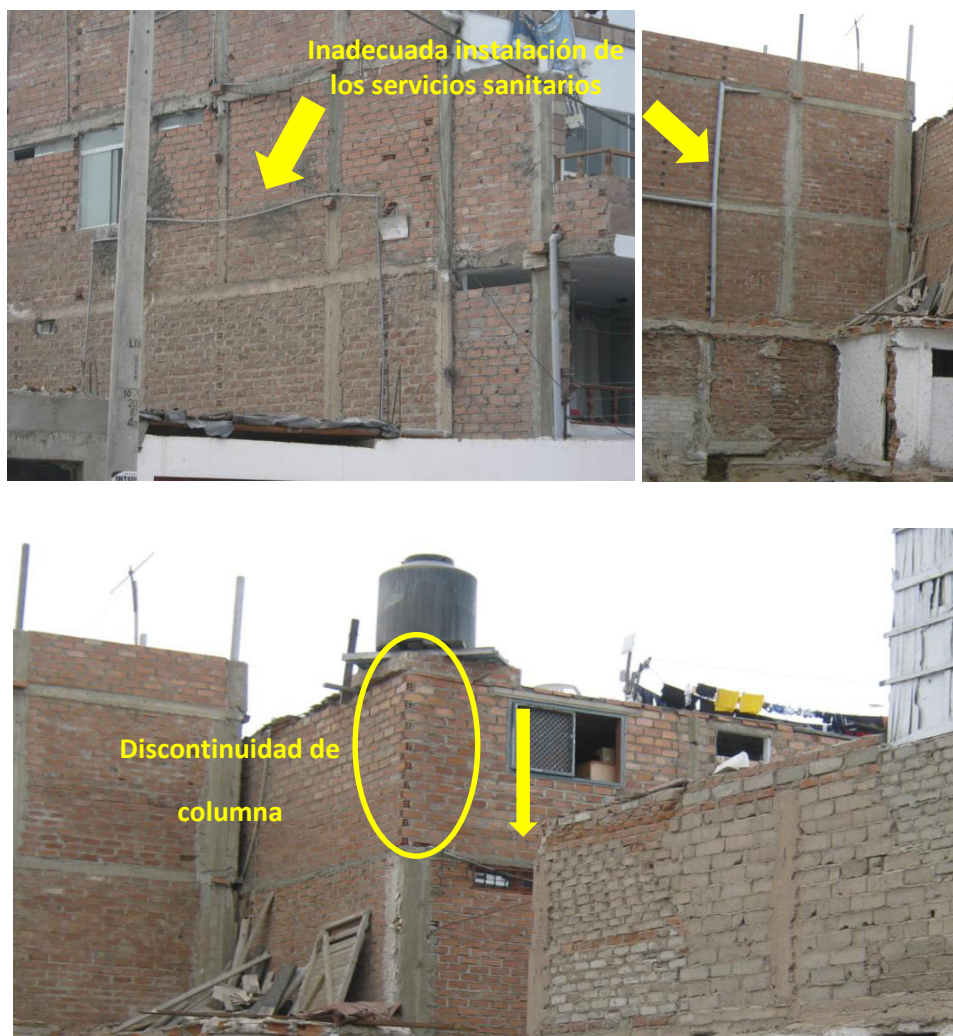
#### **5.2.1.14 Diseño y Construcción**

El diseño y construcción de viviendas deben ser supervisados por profesionales como arquitectos, Ing. Civiles o maestros de obras con estudios técnicos, garantizando que las construcciones estén sujetas a la norma E.030 de diseño sismorresistente, donde uno de sus principios establece, que la estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.

Un total de 543 construcciones en el distrito de Punta Hermosa fueron diseñadas y/o construidas con asesoramiento profesional, y

el mayor número se encuentran ubicadas en la Playa Sur, Playa Central, Urb. La Planicie y Playas Caballeros y Señoritas.

Las edificaciones realizadas por maestros constructores empíricos son 2115 y representan el 80% de viviendas, ubicadas en mayor porcentaje en la Urb. El Carmen, A.F. Nueva Generación, Urb. Santa Cruz y Mártir Olaya. Las siguientes imágenes muestran las malas prácticas constructivas (fotografía 5.10).



Fotografía 5.10 Viviendas mal diseñadas y construidas por Maestros constructores empíricos.

Las viviendas construidas por personas empíricas no consideran la norma de sismorresistente E-030 y por lo general, no utilizan planos de distribuciones, elemento básico para la correcta distribución de ambientes.

## **5.2.2 Otras Observaciones Hecha en Campo**

### **5.2.2.1 Cargas Vivas Inestables en la Edificación**

Se identificó viviendas con sobrecarga inestable en los niveles superiores que podrían ocasionar accidentes a sus habitantes como a transeúntes. Este tipo de cargas, llamadas cargas vivas, son aquellas que determinan el tipo de uso u ocupación de la edificación o estructura sin incluir las cargas muertas. Por ejemplo, en las fotografías 5.11, se tiene un tanque de agua sobre una superficie a manera de mesa, completamente inestable. Así mismo, sobre pilares delgados e inestables de madera, se sostiene una carga importante de tablas de madera, que puede ocasionar un accidente.



Fotografías 5.11 Sobrecarga inestable en las viviendas (registro propio, noviembre -2012).

### 5.2.2.2 Recorte de espacios destinados a áreas verdes

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se recomienda considerar de 10 a 15 metros cuadrados de áreas verdes por habitante con respecto a los espacios públicos. Específicamente 9 metros cuadrados de área verde por habitante, estando la ciudad de Lima muy por debajo de ese índice.

Las áreas verdes brindan múltiples beneficios a la población, no solo recreativas sino también como espacios a ser utilizados frente a una emergencia por desastre natural, reducción de CO<sub>2</sub>, reducción de contaminación sonora actuando como filtro, mejoramiento del clima, valoración de la propiedad, entre otros<sup>5</sup>.

En el distrito de Punta Hermosa existen espacios destinados para áreas verdes pero están siendo recortadas debido a la demanda de viviendas, lo cual en un futuro aminora la calidad de vida de sus habitantes. La Urb. Miramar contaba con un área de 14 000 metros cuadrados destinados a área verde y hoy en este terreno se está construyendo viviendas y cocheras para el club náutico (fotografías 5.12 y 5.13).



Fotografía 5.12 Vista de la construcción de la cochera para el Club Náutico en la Urb. Miramar (registro propio, noviembre -2012).

---

<sup>5</sup> Instituto Metropolitano Panificación: Inventario de Áreas Verdes a Nivel Metropolitano, 2010





Fotografías 5.13 Vista de la discoteca El Dragón del Sur en un terreno municipal destinado a un parque ecológico (registro propio, enero -2013).

### **5.2.2.3 Salida de la Playa Sur**

El Reglamento Nacional de Edificaciones, capítulo III Art. 23, dice lo siguiente: La longitud mayor de cada manzana en habilitaciones para vivienda taller no debe exceder de 200 ml, y en otros tipos de habilitaciones para vivienda no deberá exceder de 300 ml. En la Playa Sur del distrito de Punta Hermosa, no existen salidas en un tramo

aproximado de 700 ml; es decir, de ocurrir una posible emergencia, como un tsunami, no existen rutas de evacuación.

En el tramo comprendido entre el Club Náutico y la calle La Libertad, se identificó la presencia de una escalera, que da a la Urb. Miramar, la misma que está cubierta de arena y clausurada. Esta salida ayudaría a los bañistas a llegar más rápido a partes altas del distrito (Ver figura 5.4 y Fotografía 5.14).



Figura 5.4 La línea roja indica un tramo de 739 m, sin salida de la playa y el círculo amarillo la ubicación escalera (fuente: Google Earth, 2012).



Fotografía 5.14 Vista de la escalera clausurada en el parque Espichan (registro propio, enero -2013).

#### 5.2.2.4 Grado de Preparación de la Población.

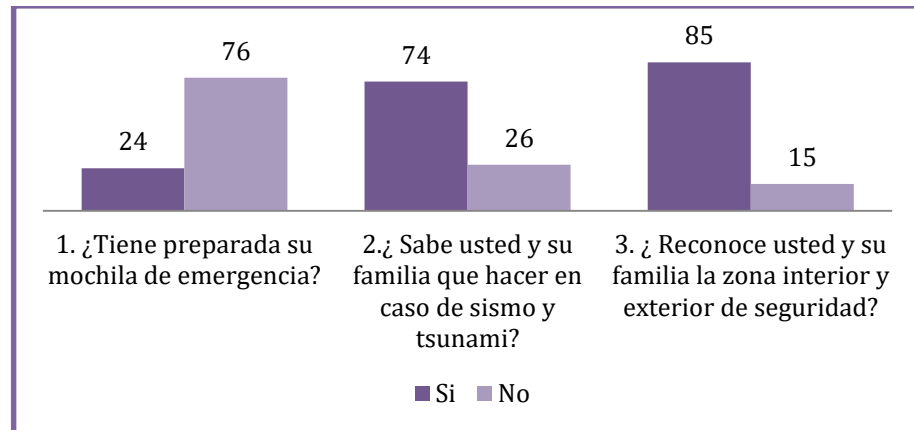
A fin de conocer el grado de preparación de la población, se realizó encuestas a 384 personas residentes en el distrito de Punta Hermosa, el tipo de muestreo fue no probabilístico ocasional, siendo su validez relativa, para esto se consideró cuatro preguntas de la ficha técnica que considera el conocimiento y reacción frente a un desastre por sismo y/o tsunami. Además se incluyó una quinta pregunta para conocer, si en caso la vivienda quedara inhabitable, podrían migrar temporal o permanentemente a otra provincia o departamento del país (Cuadro 5.4).

CUADRO 5.4 CUESTIONARIO Y RESPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RESILIENCIA, NOVIEMBRE- 2007.

<b>Preguntas</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
1. ¿Tiene preparada su mochila de emergencia?	93	291
2. ¿Sabe usted y su familia que hacer en caso de sismo y tsunami?	283	101
3. ¿Reconoce usted y su familia la zona interior y exterior de seguridad de su vivienda?	325	59
4. ¿Ha participado usted de algún simulacro?	308	76
5. ¿Cuenta con otra vivienda donde podría ir temporalmente?	28	356

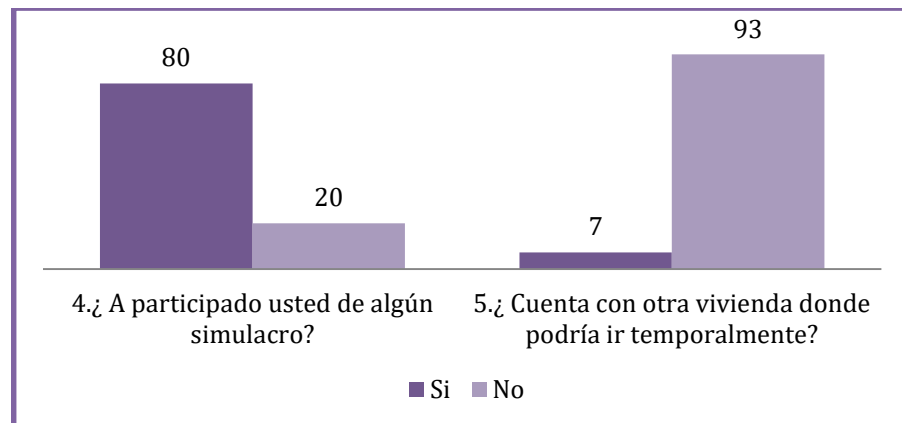
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida en campo.

GRÁFICO 5.15 RESULTADOS EN PORCENTAJE SOBRE EL NIVEL DE RESILIENCIA, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

GRÁFICO 5.16 RESULTADOS EN PORCENTAJE SOBRE EL NIVEL DE RESILIENCIA, NOVIEMBRE-2012



Fuente: Gráfico del autor a partir de la información obtenida en campo.

Los gráficos 5.15 y 5.16 detallan el nivel de preparación y reacción de la población frente a una emergencia por sismo o tsunami. Solo el 24% de las personas encuestadas responden tener su mochila de emergencia preparada, esto es preocupante ya que el 76% no ha llegado a comprender la importancia de tener provisiones básicas para afrontar una situación de emergencia frente a un sismo y/o

tsunami. En esta situación, colapsan las redes de agua, el fluido eléctrico por la caída de postes, las redes de comunicación, escasean los alimentos, etc. La mochila de emergencia con productos no perecibles como enlatados, galletas, agua, fósforos, linterna, radio a pilas, entre otros; ayuda a sobrevivir a las personas mientras llegue la ayuda humanitaria. Con respecto a las demás preguntas, un promedio de 80% de las personas encuestadas respondieron, que saben cómo reaccionar frente a un sismo y/o tsunami, reconocen las zonas de seguridad interna y externa de sus viviendas y finalmente han participado de los simulacros realizados por INDECI.

Es muy importante conocer que parte de la vivienda es más resistente y fuerte. Si se trata de una casa sismorresistente los espacios donde existen columnas cercanas o esquinas son las más seguras. También es necesario que estos espacios considerados seguros, estén libres para que las personas se ubiquen rápidamente.

Una quinta pregunta realizada, fue si las personas tenían otra propiedad en alguna provincia o departamento del país, con la finalidad de conocer si podría temporalmente trasladarse en el caso de que su vivienda colapsara. Solo el 7% de personas encuestadas respondió, que podrían migrar temporalmente hasta que pase la emergencia y reconstruya su vivienda.

### **5.3 Ponderación de INDECI y Aplicación de la Metodología AHP**

En el manual básico de estimación de riesgo de INDECI clasifica cuatro niveles de vulnerabilidad: Baja, Medio, Alto y Muy alto con una ponderación de 1 a 4. En el caso de la vulnerabilidad física, se considera un nivel bajo a estructuras sismorresistentes con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero), medio es considerada, a estructuras de concreto, acero o madera,

sin adecuada técnica constructiva, alto a estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales y muy alto a estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.

### **5.3.1 Aplicación de la Metodología AHP**

El Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP), es una metodología de análisis propuesto Thomas L. Saaty en 1977, se basa en la toma de decisiones con criterios múltiples para lo cual estableció una escala para la valoración de juicios. Esta metodología ha sido extensivamente estudiada y refinada, desde entonces.

Es un método de descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenando estos componentes o variables en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia y, finalmente los sintetiza para determinar qué variable tiene la más alta prioridad<sup>6</sup>.

El método está fundado sobre una base teórica simple pero sólida. Esta metodología propone una manera de ordenar el pensamiento analítico, de la cual destacan tres principios: Construcción de las jerarquías, establecimiento de prioridades y consistencia lógica.

Principio de construcción de jerarquías

La construcción de jerarquías sigue el mismo lineamiento explicado en la sección anterior. El esquema jerárquico está compuesto por: Objetivos o focos, criterios y subcriterios.

Principio de establecimiento de prioridades

---

<sup>6</sup> Pacheco, F. (2008), Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. Santiago de Chile.

Los juicios consistentes imponen 2 propiedades en forma simultánea:

A) Transitividad de las preferencias: Si C1 es mejor que C2 y C2 es mejor que C3 entonces se espera que C1 sea mejor que C3.

B) Proporcionalidad de las preferencias: Si C1 es 3 veces mejor que C2 y C2 es 2 veces mejor que C3 entonces se espera que C1 sea 6 veces mejor que C3.

Principio de consistencia lógica

La consistencia tiene relación con el grado de dispersión de los juicios del actor.

Los juicios consistentes imponen 2 propiedades en forma simultánea:

A) Transitividad de las preferencias: Si C1 es mejor que C2 y C2 es mejor que C3 entonces se espera que C1 sea mejor que C3.

B) Proporcionalidad de las preferencias: Si C1 es 3 veces mejor que C2 y C2 es 2 veces mejor que C3 entonces se espera que C1 sea 6 veces mejor que C3. Por supuesto, es necesario, cierto grado de consistencia en la fijación de prioridades para los elementos o actividades con respecto de algún criterio para obtener resultados válidos en el mundo real.

Es posible aplicar este tipo de análisis para dar ponderación a las variables; por ejemplo, si se quiere saber cuánto más importante es el tipo de suelo que el material predominante en una construcción para un análisis de vulnerabilidad física, se debe considerar los juicios de personas expertas en este caso; es decir, caso sería Ings. Civiles o Arquitectos, además la escala establecida por Saaty proporcionará una ponderación adecuada.

Para explicar mejor el procedimiento se considera como ejemplo el análisis de tres materiales de construcción; ladrillo, adobe y madera. Se requiere

saber cuál de estos materiales tiene mayor peso en el análisis de vulnerabilidad de una vivienda frente a un movimiento sísmico. Para esto se consulta a los expertos haciendo una comparación pareada y según la escala de Saaty (Tabla 5.2) se otorga la puntuación correspondiente. Luego se ingresa dicha puntuación en una matriz y al ser resuelta se obtiene los pesos adecuados para cada material.

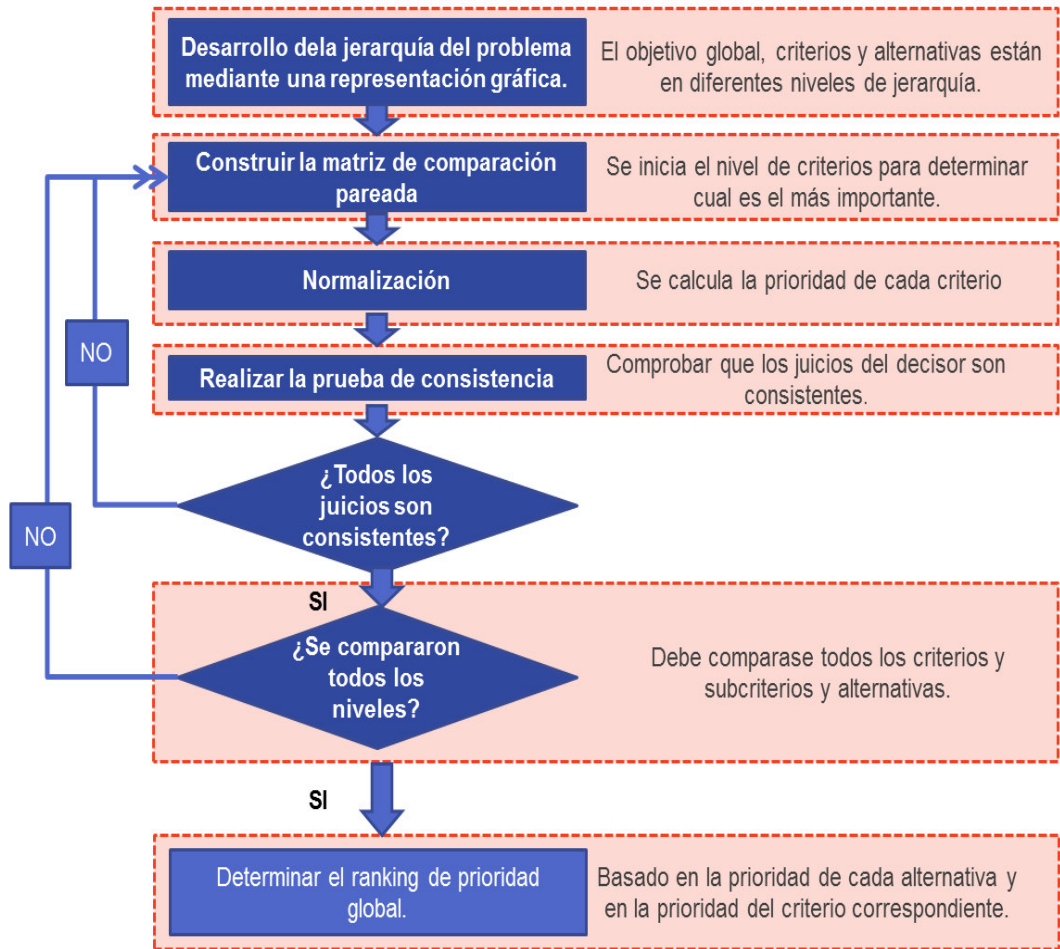


Figura 5.5 Diagrama de flujo del Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP). Fuente: Ho, D y Higson.



Entonces se debe que construir una matriz original de doble entrada y hacer una comparación pareada asignándole valores según la escala de Saaty (Tabla 5.2).

CUADRO 5.5 ESCALA PROPUESTA POR THOMAS SAATY

Escala	Escala verbal
1	Igual importancia.
3	Importancia moderada de un factor sobre otro
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro.
7	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro.
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro.
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.

Paso 1. Construcción de la matriz original

AHP	Madera	Ladrillo	Adobe
Madera			
Ladrillo			
Adobe			

Paso 2. Comparación pareada haciendo las pregunta a los expertos.

¿Cuánto más importante es la madera que el ladrillo en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda?. Si la respuesta es que la madera es moderadamente más vulnerable que el ladrillo, entonces se asigna una puntuación de tres según la escala de Saaty (Tabla 5.2). Pero como el ladrillo es moderadamente más vulnerable que la madera, en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica se le asigna una puntuación inversa (1/3) según la escala de Saaty.

Luego: ¿Cuánto más importante es la madera que el adobe en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda?. La respuesta de los expertos

será que el adobe es muy fuertemente vulnerable que la madera en un movimiento sísmico. Se le otorga una puntuación de 1/7.

Finalmente: ¿Cuánto más importante es el ladrillo que el adobe en el análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda?.

Si sería el ladrillo fuertemente más importante que el adobe tendría una puntuación de 5; pero como es lo contrario, al adobe se le asigna una puntuación inversa de 1/5.

La comparación entre los mismos elementos es 1, entonces la matriz original queda de la siguiente manera.

AHP	Madera	Ladrillo	Adobe
Madera	1	1/3	1/7
Ladrillo	3	1	1/5
Adobe	7	5	1
suma	11	6.33	1.34

Los números de la diagonal hacia abajo es el inverso de la diagonal hacia arriba.

Ahora normalizando la matriz original y dividiendo cada celda de la primera columna de la matriz original entre la suma total de dicha columna y así sucesivamente, para las demás columnas, se obtiene el vector prioridad.

AHP	Madera	Ladrillo	Adobe	Vector Prioridad
Madera	0.09	0.05	0.11	0.08
Ladrillo	0.27	0.16	0.15	0.19
Adobe	0.64	0.79	0.74	0.72
suma	1.000	1.000	1.000	0.990

Matriz normalizada

Luego cada valor de la primera columna de la matriz original es multiplicado por la primera celda de la columna del vector prioridad y así sucesivamente para las demás columnas.

AHP	Madera	Ladrillo	Adobe	Suma total
Madera	0.08	0.06	0.10	0.25
Ladrillo	0.24	0.19	0.14	0.57
Adobe	0.56	0.95	0.72	2.23

Ahora se divide la columna "suma total", (promedio de cada fila) entre el vector prioridad.

Suma total	÷	Vector prioridad	=	
0.25		0.08		3.08
0.57		0.19		3.02
2.23		0.72		3.1

Se obtiene  $\lambda_{max}$  :

$$\lambda_{max} = \frac{3.08+3.02+3.10}{3} = 3.07$$

Luego el índice de consistencia es definido como:

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} \quad CI = 0.03$$

Luego encontramos la razón de consistencia y es definido como:

$$RC = \frac{CI}{RI} \quad RC = \frac{0.03}{0.52} = 0.05$$

Donde RI, es el índice aleatorio de consistencia de una matriz recíproca aleatoria con recíprocos forzados de la escala de Saaty  $\{1/9, 1/8, \dots, 1/2, 1, 2, \dots, 8, 9\}$ . El índice de consistencia media aleatoria fue determinado de la muestra de 500 000 matrices y se muestra en la tabla siguiente:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

RI toma valores según el número de criterios o variables consideradas. En este caso se tiene tres elementos a evaluar (Madera, ladrillo y adobe); por lo tanto, el valor que toma RI es de 0.52.

Finalmente en este ejemplo se tiene:  $RC = 0.05$

El análisis del proceso jerárquico dice lo siguiente:

SI  $RC > 0.1$ ; los juicios son inconsistentes.

SI  $RC < 0.1$ ; se asume como consistente.

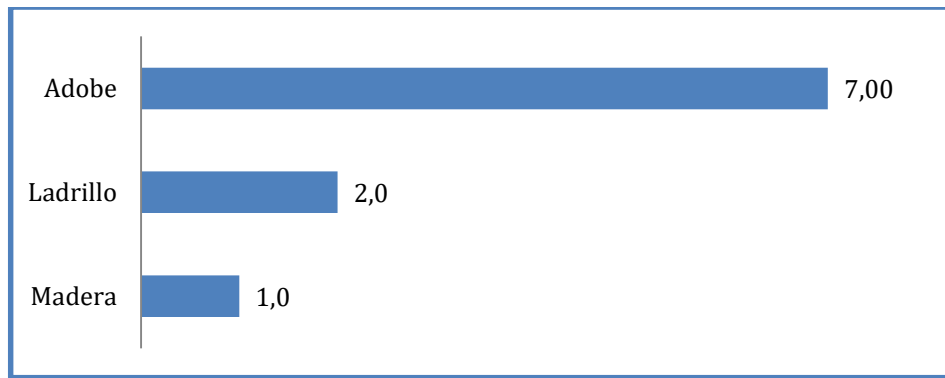
SI  $RC = 0$ ; es consistente.

Si la matriz evaluada sería inconsistente, se procede nuevamente a evaluar los juicios, obteniendo una nueva matriz original.

En este ejemplo se tiene  $RC < 0.1$  y se asume como consistente; por lo tanto, los pesos de los materiales evaluados son:

Madera=0.08; Ladrillo=0.19; y Adobe=0.72

Redondeando y convirtiendo a enteros se tiene:



Luego, las viviendas construidas con material de adobe tienen un mayor peso (7) en el análisis de la vulnerabilidad física frente a un movimiento sísmico; por lo tanto, son de mayor vulnerabilidad con respecto a las viviendas construidas con ladrillo o madera. Las viviendas construidas con ladrillos tienen un peso 2; esto significa, que tienen un mejor comportamiento a un movimiento sísmico con respecto al adobe. Finalmente, las viviendas construidas de madera tienen un peso 1; esto significa, que las viviendas de madera resiste mejor que las viviendas de ladrillos o adobes, a un movimiento sísmico; esto permite, la disminución de la vulnerabilidad física.

## **VI. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y APLICACIÓN EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO.**

### **6.1 Sistema de Información Geográfica (SIG)**

#### **6.1.1 Definición**

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una colección organizada de hardware, software y datos geográficos diseñados para la eficiente captura, almacenamiento, integración, actualización, modificación, ANÁLISIS ESPACIAL, y despliegue de todo tipo de información geográficamente referenciada (ESRI, 1993).

La mayor utilidad de un SIG, está íntimamente relacionada con la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real, mediante la aplicación de procedimientos. Esto permitirá visualizar datos de muchas maneras que revelan las relaciones, patrones y tendencias entre elementos y crear escenarios, presentar ideas de gran alcance, y dar soluciones rápidas y efectivas.

#### **6.1.2 Componentes de un SIG**

Un SIG está formado por cinco componentes principales entre físicos y lógicos: hardware, software, datos, personas y procedimientos que mediante una organización adecuada permite almacenar, analizar, gestionar y salida de datos. Todo este proceso nos permite modelar la realidad con la salida de imágenes según un objetivo específico y sintetiza la realidad compleja ayudando a una mejor comprensión y gestión de la problemática.

## **Hardware**

El hardware es el computador donde opera el SIG. Una organización requiere de hardware suficientemente específico para cumplir con las necesidades de aplicación.

Los componentes son el CPU y los dispositivos. El CPU está compuesto por un procesador, la tarjeta madre, la memoria RAM y un sistema de comunicación entre los elementos. Los dispositivos se pueden dividir en:

Dispositivos de almacenamiento masivo: discos magnéticos, cintas magnéticas, disco óptico CD-ROM, DVD.

Dispositivos de entrada: teclados, monitores, apuntadores electrónicos y ópticos (mouse), tabletas digitalizadoras, escáneres o barredores, lectores magnéticos y láser, puertos e Internet.

Dispositivos de salida: monitores, plotter, cintas magnéticas, disco óptico CD-ROM, DVD y tarjetas de memoria.

## **Software**

Son los programas SIG para almacenar, analizar y desplegar información geográfica. Existen en el mercado múltiples programas SIG con requerimientos básicos de hardware para ser usados. Así mismo, es posible encontrar software libre con código abierto.

## **Datos**

Son un conjunto de señales o signos con un significado particular. «Son una colección de hechos considerados de forma aislada» (Whitten, 1996). Los datos son la materia prima que permite a los SIG realizar análisis

espaciales, simulando el comportamiento de los fenómenos del mundo real y pueden ser:

- Numéricos.
- Alfanuméricos: letras y números, tablas.
- Gráficos: mapas, fotografías, etc.
- Geográficos: están orientados espacialmente.

## **Personas**

Las personas son las responsables de la conceptualización, el diseño, la aplicación y el uso de los SIG (IGAC, 1998); son el componente que hace realmente el trabajo de los SIG; incluyen encargados de los SIG, administradores de la base de datos, especialistas del uso, analistas de sistemas, y programadores<sup>7</sup>. Esta componente es responsable del mantenimiento y administración del sistema de la base de datos geográfica y del suministro de la ayuda técnica.

Los SIG requieren de un equipo humano interdisciplinario, cuya preparación no debe limitarse al conocimiento de la tecnología SIG, sino que deben cubrir las diferentes áreas de análisis y campos de aplicación.

## **Procedimientos**

Los procedimientos son las medidas tomadas para contestar a la pregunta que necesita ser resuelta. La capacidad de los SIG de realizar análisis

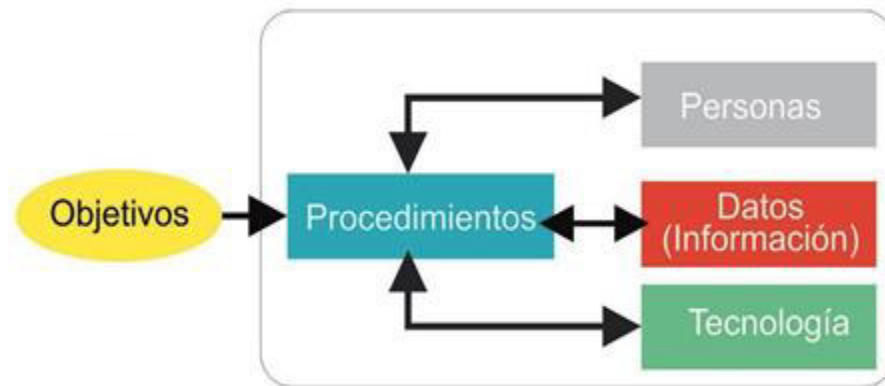
---

<sup>7</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica – CIAF. Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica. Bogotá D.C.. [http://corponarino.gov.co/pmapper-4.1.1/sig/interfase/documentos/ciclo\\_de\\_vida\\_sig.pdf](http://corponarino.gov.co/pmapper-4.1.1/sig/interfase/documentos/ciclo_de_vida_sig.pdf)



espacial y dar respuesta a estas preguntas es lo que distingue este tipo de sistema de cualquier otro sistema de información.

FIGURA 6.1 RELACION DE LOS COMPONENTES DE UN SIG Y SUS PROCEDIMIENTOS



Fuente: Tutorial Fundamentos de SIG. IGAC (2004).

Los procedimientos se refieren a la manera en que los datos serán recuperados, ingresados al sistema, almacenados, manejados, transformados, analizados y finalmente presentados (salida final), esto según las características del software, el equipamiento disponible, los circuitos administrativos de cada organización y las reglas del arte propias de cada disciplina.

Los procedimientos incluyen actividades como captura de datos (datos alfanuméricos, digitalización), estructuración, edición, actualización de información, cambios del sistema de coordenadas, cambios de proyección, conversión de información a otros sistemas diferentes (dxf, dgn, raster, etc.), entre otros<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> *Ibid.*, p. 6

FIGURA 6.2 COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)



Fuente: Elaboración propia, 2013

## 6.2 Proceso de Automatización de Datos Para Obtener el Nivel de Riesgo en el Distrito de Punta Hermosa

Con el software ARCGIS 10.1 que permitirá visualizar, procesar y analizar de manera rápida los datos y finalmente, obtener como modelo el mapa de riesgo del distrito.

### 6.2.1 Fase Pre Operativa del Proceso

La información estadística para el estudio de vulnerabilidad física fue obtenida en campo y la información de estudio de suelos y el comportamiento dinámico proporcionado por el IGP.

El siguiente cuadro muestra los formatos en que se obtuvo la información inicial y los mapas del IGP.

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formato</b>	<b>Año</b>	<b>Fuente</b>
Mapa de suelos	Estudio de suelos realizado por la Dirección de Sismología del Instituto Geofísico del Perú.	CAD	2010	IGP
Mapa geológico	Representación de los tipos de depósitos (marino, aluvial, etc)	CAD	2010	IGP
Mapa geomorfológico	Caracteriza las geoformas del distrito de Punta Hermosa	CAD	2010	IGP
Mapa de zonificación sísmica	Estudio realizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP)	Shp	2010	IGP
Plano catastral del distrito de Punta Hermosa	Representación y numeración de Manzanas y lotes.	CAD	2010	Municipio de punta Hermosa

## **6.2.2 Fase Operativa del Proceso**

La cartografía digital de los mapas del estudio de Zonificación Sísmica - Geotécnica realizada por el IGP y el plano de catastro del distrito de Punta Hermosa en formato CAD, fueron pasados a formato Shapefile (SHP). Un shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos.

### **6.2.2.1 Definición del Modelo a Usar**

Para analizar y obtener los resultados esperados se considera el Modelo de Entidad Relación (MER) porque garantiza la organización

de todas las entidades con sus relaciones en un solo esquema de representación de las cosas, como son en la realidad. Una entidad es un objeto que existe y puede distinguirse de otros objetos. La entidad puede ser concreta, por ejemplo: una persona o un libro; o abstracta, por ejemplo, un día festivo o un concepto

En este enfoque se consideran tres elementos: (a) Las Entidades, es decir, los objetos que son relevantes para la base de datos a elaborar. En un SIG lo integra cualquier hecho que pueda ser localizado espacialmente. (b) Los Atributos o características asociadas a cada entidad. Cada atributo tiene un dominio de valores posibles, por ejemplo, el estado de una carretera puede ser malo, regular, bueno, o muy bueno. (c) Las Relaciones o mecanismos que permiten relacionar unas entidades con otras.

#### **6.2.2.2 Diseño de la Geodatabase**

Una geodatabase es muy fácil de poder crearlo y agregarle comportamiento, y el uso de las herramientas de administración de datos de ArcGIS 10.1. Al consultar y editar la geodatabase en ArcMap, que es la aplicación de edición, análisis y creación de mapas a partir de los datos, puede aprovechar facilidad los datos y el comportamiento de la geodatabase sin necesidad de realizar ninguna operación de personalización.

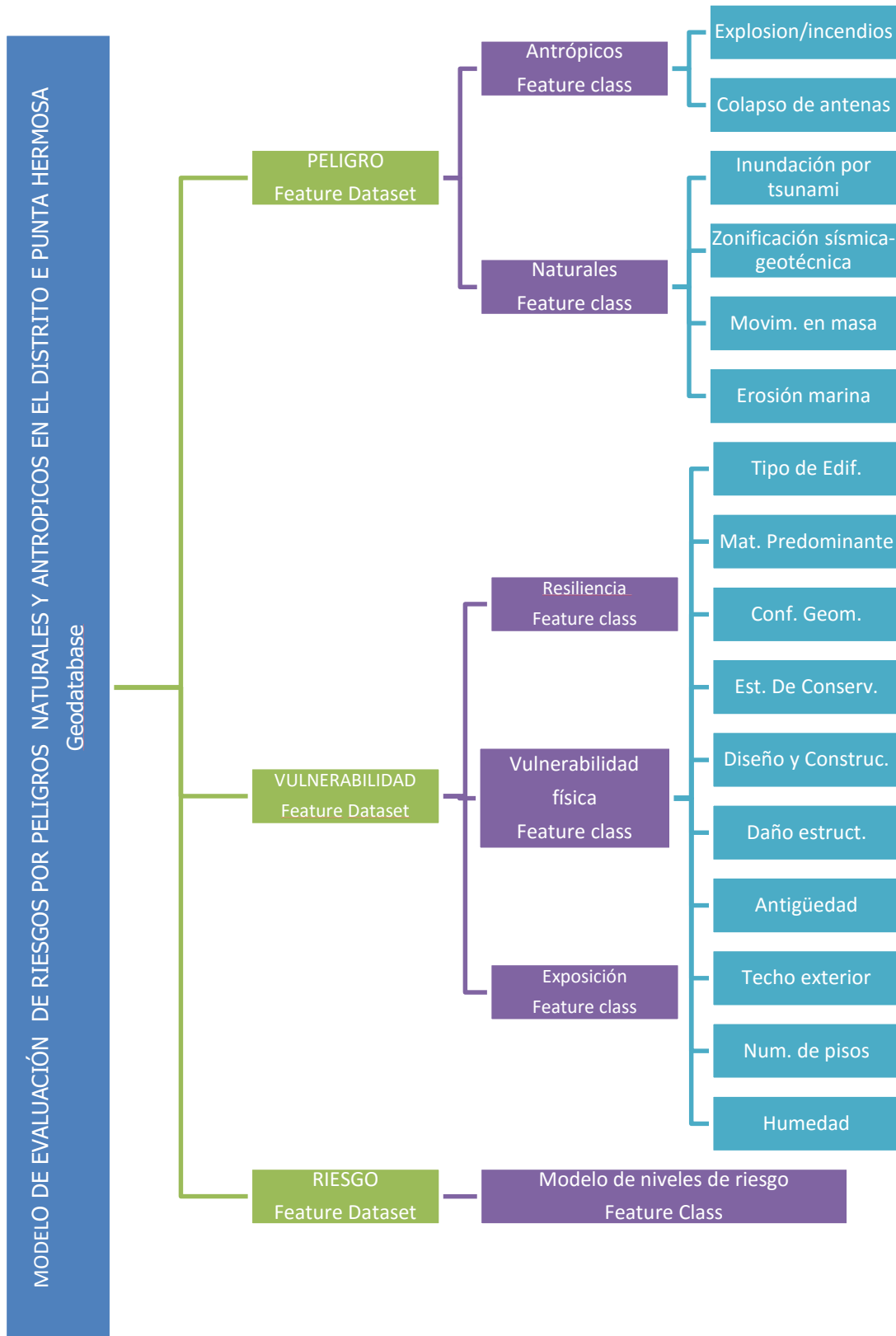


Figura 6.3 Diagrama de la generación del Geodatabase.

### 6.2.2.3 Componentes de la Base de Datos

La base de datos es el componente que le asigna características descriptivas o numéricas a los componentes geográficos son los que definirán los geo-procesos. Es por esto que se clasifican de la siguiente manera, para cada tipo de clase de entidad (feature class). Las clases de entidad permiten características homogéneas que se agrupan en una sola unidad con fines de almacenamiento de datos. (Figura 6.3).

#### Peligros Antrópicos

Explosión/incendios	Colapso de antenas
Ferretería (distancia a 30m)	Antena (distancia a 15m)
Gas (distancia a 30m)	Antena telefónica (distancia a 40m)
Grifo (distancia a 150m)	

#### Peligros Naturales

Inundación por tsunami
Zonificación sísmica- geotécnica
Movimiento en masa
Erosión marina
Erosión fluvial

## Vulnerabilidad por Exposición

Tipo de suelo	Pendiente del terreno
ML	Muy fuerte
SM	Fuerte
SP	Medio
GP	Baja
GW	

## Vulnerabilidad física

Tipo de vivienda	Material predominante
Prefabricadas e improvisadas	Concreto armado
Otros ( colegios, parroquias, etc)	Albañilería aporticada (columnas y vigas de amarre)
Tienda-depósito	Albañilería mixta (muro portante, columnas y vigas)
Edificio	Madera (módulos prefabricados)
Multifamiliar	Otros (cartón)
Casa habitación	

Configuración geométrica			
En Planta		En Elevación	
Regular	Irregular	Regular	Irregular

Estado de conservación	Diseño y construcción	Daño estructural	Antigüedad de la vivienda
Malo	Construido empíricamente	Presenta daños	0-2 años
Regular	Diseñado y construido por un profesional	No presenta daños	3-19 años
Bueno			20-49 años
			>50 años

Estado de humedad	Tenencia de techo exterior y alero	Número de pisos
Presenta humedad	Techo exterior	Un piso
No presenta humedad	Alero	Dos pisos
	No tiene	Tres pisos
		Más de cuatro pisos



## **VII. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**

### **7.1 Peligros Naturales**

Existen dos peligros naturales de mayor probabilidad de ocurrencia y poder destructivo en el distrito de Punta Hermosa, los sismos y tsunamis. Además se identificó peligros secundarios como la erosión marina, erosión de laderas, y causas de quebradas secas.

#### **7.1.1 Peligro Sísmico**

Toda la costa peruana está ubicada en una zona de alta actividad sísmica producido por la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana.

Registros históricos muestran que el departamento de Lima ha sido constantemente afectado por grandes sismos, como el ocurrido el 28 de octubre de 1746, considerado el de mayor magnitud ( $\approx 8.5$  Mw). El último sismo de mayor importancia considerando su magnitud fue en 1974 (7,2 grados en la escala de Richter), y desde entonces la capital no ha sido remecida por movimientos sísmicos de gran magnitud.

La ciudad de Lima, en las últimas cuatro décadas, se ha expandido enormemente creándose nuevos distritos, los mismos que han ocupado terrenos en fuertes pendientes, orilla de playas, suelos inestables y edificando en mucho de los casos empíricamente, lo cual hace más vulnerable a la ciudad.

El distrito de Punta Hermosa no es ajeno a esta realidad, ya que presenta suelos arenosos, viviendas ubicadas en fuertes pendientes y en la orilla de playa, siendo ellas afectadas por la humedad e intemperismo

### 7.1.1.1 Ponderación de Zonas Sísmicas

La ponderación por el tipo de suelo fue propuesta por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) y el INDECI en el estudio de Lima Metropolitana realizada para el APESEG en el año 2005 (Cuadro 7.1), considerando la zona I con un nivel bajo de vulnerabilidad por ser suelos con predominancia

CUADRO 7.1 NIVELES DE PONDERACIÓN DEL PELIGRO, SEGÚN ZONAS SÍSMICAS

ZONAS	NIVEL
IV	Muy alto
III	Alto
II	Medio
I	Bajo

Fuente: APESEG (2005)

Para el distrito de Punta Hermosa, el IGP identifica la presencia de cuatro tipos de suelos, siendo estos los correspondientes a S1 (Zona I), S2 (Zona II), S3 (Zona III) y S4 (Zona IV) (Figura 7.1).

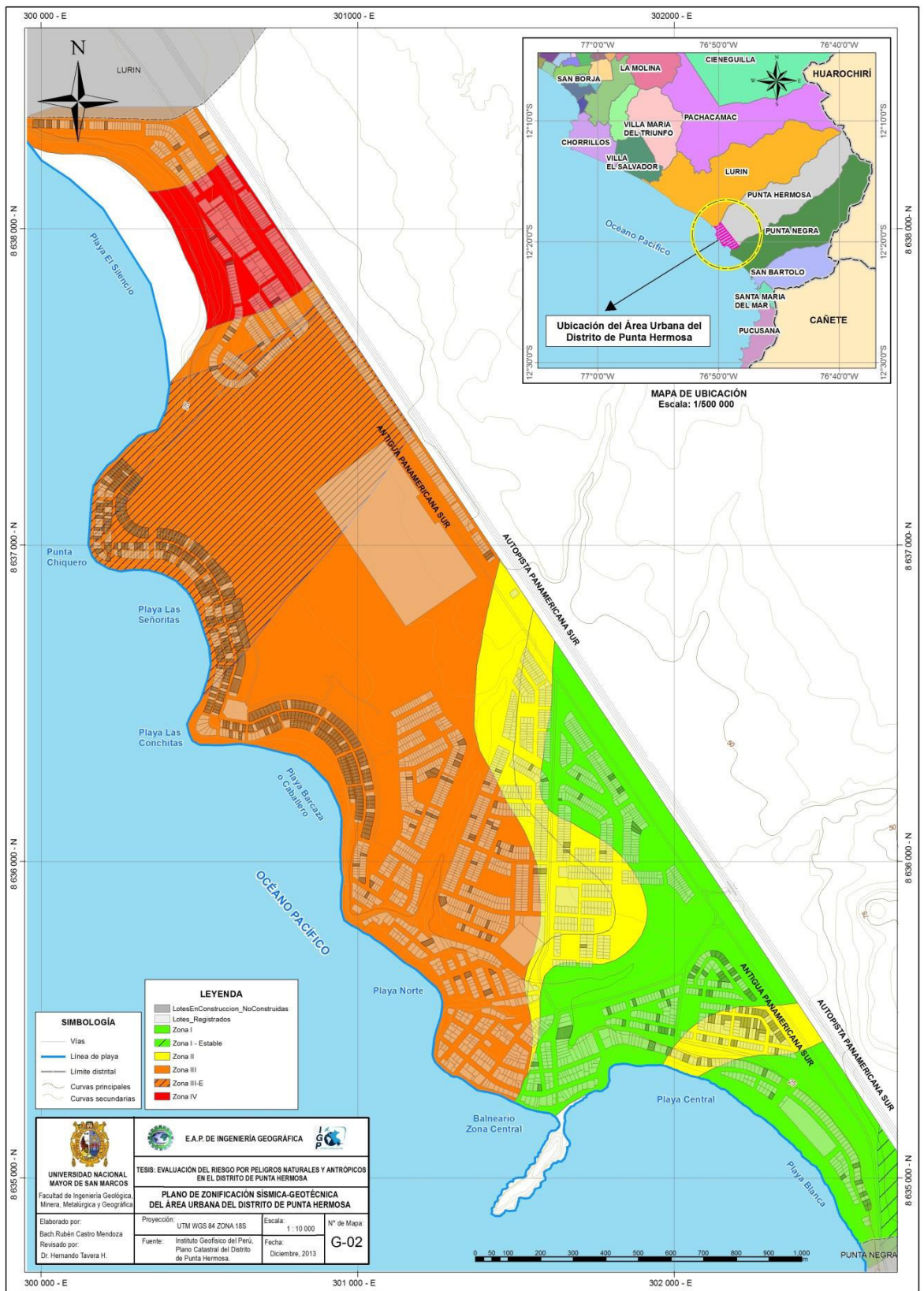


Figura 7.1 Zonas de peligro sísmico del distrito de Punta Hermosa.

La primera zona se localiza en dos áreas en el extremo Sur del distrito, donde se asienta parte de la Urb. Miramar, el Club Náutico, el Club Kon tiki, Playa Central y parte de la Urb. Santa Cruz. Esta zona está conformada por estratos de depósitos aluviales y coluvial cubiertos por un estrato de material fino de poco espesor y arena gruesa con ligero contenido de limo y arcilla.

La segunda zona se encuentra en dirección Sur-Este del distrito, donde se encuentra ubicada parte de la Urb. Miramar, Urb. Santa Cruz y el Asentamiento Familiar Nueva Generación. En esta zona se incluyen las áreas de depósitos aluvial-marinos.

La tercera zona abarca la mayor parte del distrito donde están asentadas las urbanizaciones del Silencio, La Planicie, Playa norte, Mártir Olaya y parte sur y norte de la Urb. El Carmen. Esta zona está conformada en su mayor parte, por depósitos de suelos marino-aluvial además de la presencia de arena con moderada a baja compactación.

La cuarta zona abarca un área pequeña, ubicada en la parte central de la Urb. El Carmen, situado al norte del distrito siendo concordante con zonas de rellenos de menor espesor compuestos por desmontes de arenas gruesas con fragmentos de roca angulosa y/o otros.

### **7.1.2 Peligro de Inundación por Tsunami**

En el océano Pacífico hay mucha mayor ocurrencia de grandes tsunamis destructores, por los grandes sismos que ocurren, sin embargo, cualquier región oceánica del mundo puede experimentar tsunamis.

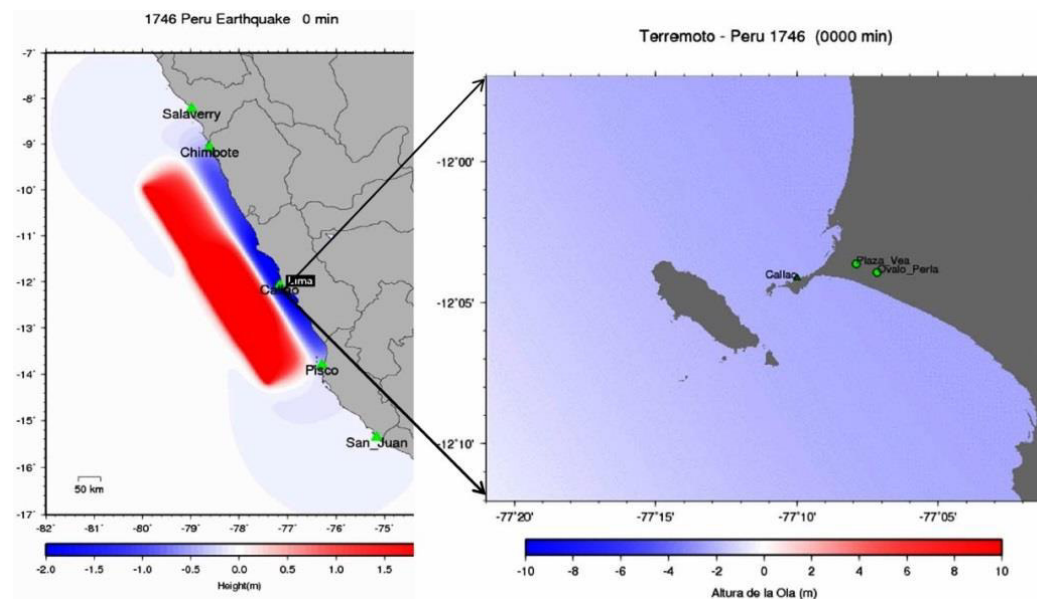
Al suceder un sismo de gran magnitud frente a las costas de Lima, podría generar un tsunami destructor y causar mucho daño a las zonas costeras

dependiendo de su relieve marino y continental. Los acantilados, desembocaduras de ríos, arrecifes y la pendiente de la playa contribuyen a modificar el frente de avance de un tsunami a medida que avanza sobre la línea de costa.

La estimación del área inundada en zonas costeras, producidas por ondas tsunamigénicas, es muy importante para la mitigación de peligros ante un tsunami, porque permite determinar rutas de evacuación y áreas de seguridad donde las personas estén a salvo.

El terremoto histórico ocurrido en 1746, tuvo un área de ruptura desde la ciudad de Chimbote hasta la ciudad de Pisco, generando un tsunami con olas de 8 a 10 m de altura que asoló el puerto del Callao y es considerado el peor escenario sísmico ocurrido en el Perú (Figura 7.2).

FIGURA 7.2 INVESTIGACIÓN DEL TSUNAMI HISTÓRICO DEL CALLAO  
28 DE OCTUBRE DE 1746



Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN).

### **7.1.2.1 Modelado Numérico del Tsunami**

La modelación numérica se ha transformado en el principal método para caracterizar el proceso de generación, propagación e impacto de tsunami en áreas costeras.

Para simular el escenario de peligro de tsunami, se utilizó el código TUNAMI-N2, modelo numérico japonés muy utilizado y validado con tsunamis recientes.

Para la modelación, se utilizó imágenes Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 30 m de resolución, para la obtención de la topografía y batimetría corresponde a la data de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN). Las características de la fuente sísmica se ha tomado del sismo de 1974 y una magnitud de 8.5 Mw, con una longitud de ruptura máxima, paralela a la costa, de 600 km y una profundidad de 40 km. Una vez procesado los datos, la información obtenida es usada para mapear la zona de inundación.

La figura 7.3 muestra el resultado del modelamiento con una altura de inundación de 10 m, siendo la más afectada la zona sur, central y norte del distrito de Punta Hermosa donde se asienta el Club Kontiki, Club Náutico. Las playas Caballeros y Señoritas serán inundadas solo el primer nivel (Fotografías 7.1, 7.2 y 7.3)

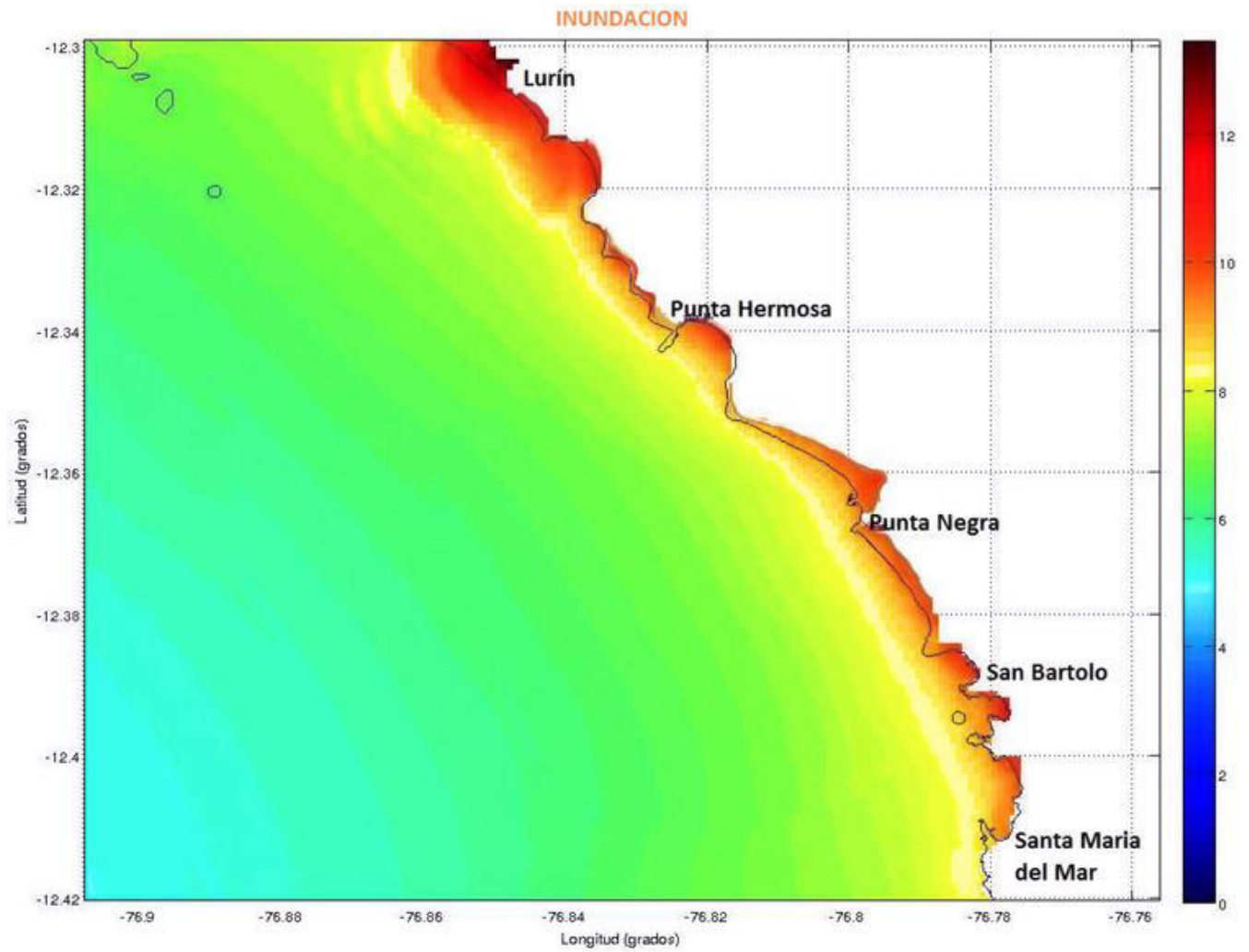


Figura 7.3 Simulación del escenario de tsunami usando el modelo TUNAMI-N2



Fotografías 7.1 Playa Sur (Club Kon tiki, Club Náutico) y el Balneario de la Zona Central son más vulnerables frente a un tsunami (registro propio, octubre -2012).



Fotografías 7.2 La Playa Norte, Caballeros y Señoritas serian afectados solo viviendas del primer nivel (registro propio, febrero -2013).



Fotografía 7.3 Club Kon tiki. Punto más bajo del distrito de Punta Hermosa (registro propio, enero -2013).





Figura 7.4 Área de inundación por tsunami para el distrito de Punta Hermosa.

La figura 7.4 muestra el área de inundación para el distrito según el resultado de la modelación numérica. Obsérvese que la parte sur del distrito sería la más afectada por encontrarse a pocos metros de altura con respecto al nivel del mar; con respecto a las viviendas ubicadas en el Balneario zona central y la playa norte, el nivel de agua sería menor con respecto al Club Kon tiki ya que se encuentra sobre una terraza marino aluvial con una altura aproximada de 5 metros. La Urb. La Planicie y la Urb. El Carmen no sería afectado, ya que están ubicados a una altura superior a los de 20 metros.

### 7.1.2.2 Nivel de Peligro por Inundación por Tsunami

Para evaluar el área de inundación por tsunami se toma dos sub-variables: Área inundada y área no inundada. El área no inundada tendrá un peso de uno y el área inundada un peso de cuatro (Cuadro 7.2).

CUADRO 7.2 VALORES DE PONDERACIÓN DEL PELIGRO SEGÚN EL ÁREA DE INUNDACIÓN

<b>ZONA</b>	<b>PONDERACION</b>
Inundada	Muy alto
No inundada	Bajo

Fuente: Elaboración propia, 2013

### 7.1.3 Peligro de Erosión Marina

La erosión marina se produce por el movimiento de las olas y las corrientes y en menor medida por las mareas, estos moldean la costa creando geoformas en el relieve costero.

La Zona Costera-Marina del distrito de Punta Hermosa viene siendo afectada por el crecimiento urbano y la intensificación en el uso del suelo para actividades turísticas, vertido de aguas servidas y desestabilización del talud natural.

La Playa Central del distrito, está siendo erosionada a lo que se ha procedido a colocar una geomalla sintética en un tramo de 90 m aproximadamente para proteger las viviendas aledañas (Fotografías 7.4). Sin embargo, gran parte del acantilado del Balneario de la zona central está siendo afectado por la erosión marina (Fotografía 7.5).



Fotografías 7.4 Imagen izquierda publicada por la Agencia peruana de noticias (Andina) en julio 2011. Fotografía derecha tomada por el autor en noviembre del 2012.



Fotografías 7.5 Vista de la línea de costa de la Playa Central (registro propio, mayo -2013).

En las imágenes de las fotografías 7.5, la sección de color amarillo muestra la tubería del desagüe que fue descubierto por el poder erosivo de las olas.

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en el 2009 identificó tres zonas críticas en el distrito de Punta Hermosa por erosión marina y erosión fluvial. Este fenómeno afecta especialmente a los espigones, carreteras afirmadas y zonas urbanas ubicadas cerca de la línea de playa.

Las zonas o áreas consideradas como críticas, presentan recurrencia, en algunos casos, periódica a excepcional de peligros geológicos geohidrológicos; alta susceptibilidad a procesos geológicos que puede causar desastres y alto grado de vulnerabilidad (INGEMMET, 2003). Deben por ello ser consideradas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres. Sobre estas se dan recomendaciones generales para prevención y mitigación de desastres<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Núñez, S y Vásquez, J (2009): Zonas críticas por peligros geológicos en Lima Metropolitana

Las fotografías 7.6 muestra el acantilado donde se asienta el sector de la Zona Central, cuya plataforma está formada por cantos rodados y el golpe constante de las olas va erosionando y debilitando el muro construido para proteger a los pobladores y bañistas.



Fotografías 7.6 La erosión marina afecta las obras públicas (registro propio, febrero -2013).

El peligro de erosión marina, es considerado muy alto donde las viviendas están muy cercanas a la línea de costa y ubicadas sobre el acantilado. Se considera las demás viviendas sin peligro de erosión marina ya que están alejadas de la línea de costa y se da una ponderación de uno (Cuadro 7.3)

CUADRO 7.3 VALORES DE PONDERACIÓN POR PELIGRO DE EROSIÓN MARINA

Variable	Ponderación
Peligro por erosión marina	4
Sin peligro de erosión	1

Fuente: Elaboración propia, 2013.

#### 7.1.4 Peligro de Movimiento en Masas en Laderas

En la Urbanización Miramar se encuentra asentada sobre una planicie cuyo material es arenoso teniendo como factores geomorfológicos

condicionantes de la erosión a su topografía irregular, y pendientes pronunciadas. La aceleración del desprendimiento del suelo puede ser por factores humanos como el corte del talud natural, asentamientos humanos en suelos de baja capacidad portante y factores naturales como la gravedad, la percolación de aguas residuales y subterráneas, los sismos, la erosión eólica e intemperismo.

En las fotografías 7.7 se observa el desprendimiento de bloques de suelo y el círculo amarillo indica la percolación de aguas subterráneas; así mismo, viviendas asentadas sobre la plataforma superior del talud y en el pie del talud que están en peligro por el desplazamiento o desprendimiento de bloques de suelo.



Fotografías 7.7 Erosión de laderas, percolación de aguas subterráneas y desprendimiento de bloques de suelo (registro propio, febrero -2013).

Según la clasificación de los deslizamientos en masa (Varnes 1978), corresponde a una caída que es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento.

Este tipo de movimiento no es masivo ni es un flujo. Los acantilados de roca son usualmente la fuente de caídas de roca; sin embargo, también puede presentarse el desprendimiento de bloques de laderas en suelo de pendiente alta<sup>10</sup>.

#### **7.1.4.1 Determinación del Nivel o Grado de Peligrosidad**

La inestabilidad de una ladera es el resultado de la interacción de factores condicionantes y del impacto de factores externos o desencadenantes, asociado a una determinada probabilidad de ocurrencia e intensidad, o sea:

Dónde:

$$\text{Inestabilidad} = f (F_c \times F_d )$$

Factores condicionantes ( $F_c$ ) =  $f$  (litología, estratigrafía, geomorfología, cercanía a fallas o fisuras progresivas, etc.)

Factores desencadenantes ( $F_d$ ) =  $f$  (precipitaciones, filtración de aguas, variación de temperatura, acción de la gravedad, sismos, etc.)

---

<sup>10</sup> Movimientos en Masa en la Región Andina (2009): Una Guía para la Evaluación de Amenazas.

El nivel o grado de peligrosidad por movimiento en masas en laderas (Pi) es la Inestabilidad, asociados a una determinada probabilidad de ocurrencia e intensidad. Dicho de otra manera:

**Nivel de (Pi) = f (Intensidad x Probabilidad de ocurrencia)**

Intensidad (I) = f (velocidad de la masa, superficie afectada, volumen y grado de afectación, alcance de la masa, altura del talud, tamaño de bloques, etc.).

O sea la Intensidad se expresa en función del potencial de daños ocasionados.

**Probabilidad de ocurrencia = f (Actividad, Fc x Fd)**

Una metodología muy sencilla que sugiere INDECI para aplicar en caso de no manejar o contar con modelos para la definición de zonas de propagación y depósito de los bloques de roca o material derrumbado, es la siguiente:

Determinar en el campo las acumulaciones de bloques de rocas que generalmente se depositan en la base del talud.

Localizar y estimar el tamaño de los bloques que se observan dispersos o acumulados a las diferentes distancias del centro de ruptura.

Determinar la distancia máxima a la cual han avanzado o podrían avanzar los bloques por rodamiento.

Calcular el ángulo de sombra  $\alpha$ , para definir el límite donde pueda parar el bloque y representa la más baja probabilidad de alcance y a el ángulo de sombra.



La estimación de los bloques que pueden desprenderse del talud natural está en un rango de 0.5 – 2.5 metros y un alcance de 50 – 200 metros; por lo tanto, según el cuadro 7.4, se considera como una intensidad de caída alta.

CUADRO 7.4 NIVELES DE INTENSIDAD POR CAIDA DE BLOQUES DE ROCA O SUELO

Intensidad de caída de bloques			
Alcance (L) de los bloques	Tamaño de bloques (m)		
	> 2.5	0.5 - 2.5	< 0.5
> 200 m	Muy alta	Muy alta	Alta
50 - 200 m	Muy alta	Alta	Media
25 - 50 m	Alta	Media	Baja
< 25 m	Media	Baja	Baja

Fuente: INDECI, 2011

Considerando a esta zona como un área muy inestable frente a un sismo de alta magnitud, por las observaciones de campo como: pendiente vertical o muy pronunciada, percolación de aguas subterráneas, erosión eólica, fracturas en el suelo (Fotografías 7.8), muros perimétricos cuyas bases están en mal estado y ubicados en fuertes pendientes; se considera, como un nivel de peligro muy alto. En las fotografías 7.9, el círculo amarillo indica la percolación de aguas subterráneas y la flecha, el mal estado de las bases de cercos perimétricos que al colapsar afectaría las viviendas en el pie del talud.



Fotografías 7.8 Fractura de obras realizadas para estabilizar el talud. Imagen derecha fractura en la base del mirador (registro propio, febrero -2013).



Fotografía 7.9 Humedad del suelo y muros perimétricos en mal estado en la Urb. Miramar (registro propio, febrero -2013).

A todo lo mencionado anteriormente se suma el criterio físico de amplificación de las ondas sísmicas en taludes, incrementando el grado de peligrosidad de deslizamiento por sismos o por alguna falla geológica.

El efecto de amplificación es mayor en taludes de alta pendiente y se evidencia especialmente en la cresta y parte superior (Paulocci, 2002). Los efectos aparentes de amplificación topográfica fueron

observados por Celebi (1991) en el sismo de Chile de 1985 de magnitud 7.8 Mw, allí se observaron amplificaciones espectrales hasta de 10, en taludes de 20 metros de altura<sup>11</sup>.

Ashford (1997) concluyó que el efecto de un talud fuerte sobre la respuesta sísmica puede ser normalizado como una función de la relación entre la altura del talud y la longitud de la onda ( $\lambda$ ). Considerando el efecto del ángulo del talud, se observa que la amplificación tiende a aumentar en los taludes de más de 60°. Para los taludes de menos de 30 grados de pendiente, el efecto topográfico es insignificante (Ashford y Sitar, 1994).

La Fotografía 7.10, muestra a la ciudad de Armenia, Colombia, en el año de 1999 que fue devastada por un de un sismo de magnitud 6.1 Mw a una profundidad de 17 km. Observase una mayor destrucción de viviendas ubicadas en el borde del talud debido a una mayor amplificación de las ondas sísmicas; así mismo, se observa que las viviendas que no están cercanas al borde del talud, sufrieron menor daño. El contraste se marca por las viviendas que quedaron en pie a una distancia de 80 m aproximadamente, medido desde la cresta del talud.

Otro fenómeno es la resonancia que se puede presentar entre las frecuencias de vibración natural de los taludes verticales y la frecuencia de las ondas sísmicas. La resonancia produce agrietamiento fuerte del talud afectando en igual forma a las cimentaciones que se encuentren sobre éste (Suarez, J).

---

<sup>11</sup> Suarez, J.( comportamiento sísmico de los taludes. Pg 275.



Fotografía 7.10 Efectos de la amplificación del sismo de Armenia en la cresta de taludes (caso Barrio Brasilia). Ingeominas, (1999)<sup>12</sup>.

En el distrito de Punta Hermosa, viviendas construidas sobre la cresta del talud con altura de 30 m aproximadamente están en la Urb. Miramar y el tercer nivel de la Playa Caballeros y Señoritas, cuyas bases del talud natural fue cortado para la construcción de nuevas viviendas. En las fotografías 7.11, se observa el corte del talud natural para la construcción de viviendas; estos cortes se hacen en forma vertical en la zona sur, cerca al club Kon tiki y en la playa caballeros y señoritas.



Fotografías 7.11 Corte del talud natural con fines constructivos (registro propio, noviembre -2012).

<sup>12</sup> Osorio,E.(2012), Influencia del Contenido Frecuencial de Ondas Sísmicas en la Estabilidad de Taludes. Bogota-Colombia.

### **7.1.5 Peligro a la Exposición Solar (radiación ultravioleta)**

Cada vez la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Ministerio de Salud recomienda exponerse cada vez menos al sol. En el verano del 2013 el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) reportó una radiación ultravioleta superior a 14 que es considerada extrema.

También el ministerio de la salud ha reportado que en los últimos años se ha incrementado el melanoma de piel por lo que recomienda exponerse lo menos posible a la radiación solar.

En el distrito de Punta Hermosa la concurrencia de bañistas es masiva en los meses de verano, exponiéndose en mucho de los casos mayor tiempo a la radiación solar y en horas del día donde la radiación UV es mucho mayor.

Estas exposiciones, según la OMS, pueden producir en el ser humano efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, los ojos y el sistema inmunitario.

En Las fotografías 7.12 obsérvese a las personas exponiéndose directamente a la radiación solar en la playa sur del distrito de Punta Hermosa. Algunos creen que en un día nublado no hay peligro de radiación UV; sin embargo, los días nublados, en forma parcial o variable, hacen muy poco para reducir la exposición al UV.



Fotografías 7.12 Exposición solar de bañistas en horas de mayor radiación solar.

El cuadro 7.5 indica el índice UV-B, el nivel de riesgo y las acciones de protección que se deben tomar para prevenir quemaduras por exposición solar publicado por el SENAMHI.

**CUADRO 7.5 NIVELES DE RIESGO DE QUEMADURAS POR  
RADIACIÓN ULTRAVIOLETA**

<b>Índice UV-B</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Acciones de Protección</b>
<b>1-2</b>	Mínimo	Ninguna
<b>3-5</b>	Bajo	Aplicar factor de protección solar
<b>6-8</b>	Moderado	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero
<b>9-11</b>	Alto	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero y gafas con filtro UV-A y B
<b>12-14</b>	Muy Alto	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero y gafas con filtro UV-A y B
<b>&gt; 14</b>	Extremo	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero y gafas con filtro UV-A y B. Exposiciones al sol por un tiempo limitado

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

La región UV abarca el intervalo de longitudes de onda de 100 a 400 nm y se divide en las tres bandas siguientes:

UVA (315–400 nm); es la más cercana al espectro visible.

UVB (280–315 nm)

UVC (100–280 nm)

Cuando la luz solar atraviesa la atmósfera, el ozono, el vapor de agua, el oxígeno y el dióxido de carbono absorben toda la radiación UVC y aproximadamente el 90% de la radiación UVB. La atmósfera absorbe la radiación UVA en menor medida.

En consecuencia, la radiación UV que alcanza la superficie terrestre se compone en su mayor parte de rayos UVA, con una pequeña parte de rayos UVB<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> OMS, (2003): *Índice UV Solar Mundial*. Pág. 1

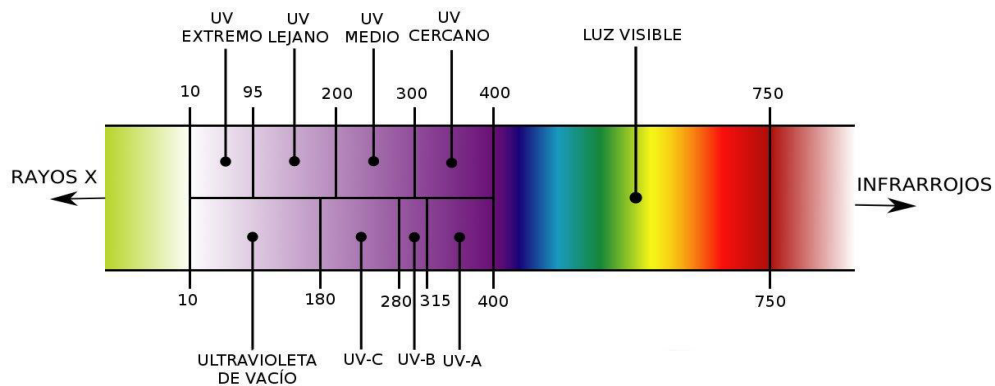


Figura 7.5 Las ondas electromagnéticas se agrupan bajo distintas denominaciones según su frecuencia, aunque no existe un límite muy preciso para cada grupo.

### 7.1.6 Peligro de Inundación por Activación de Quebradas Secas

El colegio de ingenieros del Perú menciona que cada vez caerán lluvias con mayor intensidad en la capital, por esta razón la ciudad debería tener sistemas de drenaje y tal vez cambiar el tipo de techos de las viviendas.

Las quebradas o cauces de ríos secos nunca deberían interrumpirse, ya que existe la evidencia que en alguna época estuvieron activos, y donde existe la huella geográfica de inundación podría en un futuro activarse; por esto, se debe respetar los límites de los cauces naturales y evitar accidentes futuros. Por ejemplo, las fotografías 7.13, muestra el relleno del cauce natural con concreto en la quebrada que divide a la Urb. La Planicie y el A.F. Santa Cruz en el distrito de Punta Hermosa, con la finalidad, de la construcción de una playa de estacionamiento; así mismo, se observa la obstrucción total del cauce por la construcción de la vía que conecta ambos sectores.





Fotografías 7.13 Obstrucción del cauce natural de la Quebrada seca que delimita la Urb. La Planicie y A.F. Santa Cruz (registro propio, octubre -2012).



Fotografía 7.14 Viviendas al borde de las dos quebradas secas (registro propio, octubre -2012).

En las fotografías 7.14, se observa viviendas al borde del cauce de las quebradas que serían afectadas por erosión fluvial, siendo un peligro para sus habitantes. En las fotografías 7.15 muestra los dos cauces de quebradas secas en la parte alta del distrito.



Fotografías 7.15 Cauce de quebradas secas que atraviesan el distrito de Punta Hermosa (registro propio, octubre -2012).

## 7.2 Peligros Antrópicos

### 7.2.1 Peligro de Colapso de Antenas de Telefonía e Inadecuado Mantenimiento de Infraestructura Educativa

Se registró seis antenas de telefonía en el distrito de Punta Hermosa y de los cuales, dos son en forma de torre con una altura aproximada de 40 m, y 3 se encuentran ubicadas en techos de viviendas con una altura de 15 metros aproximadamente. Una de las antenas de 40 m se encuentra en la Urb. Miramar (Fotografías 7.16), estando sus bases deterioradas y sostenidas por columnas de concreto de una construcción de dos niveles, siendo inestable el sostenimiento por la envergadura de esta antena. El colapso de antenas frente a un sismo de gran magnitud e intensidad, tendría dos impactos, uno la afectación de viviendas donde impacte, y el segundo el corte de la señal telefónica en un radio de acción según el tipo de tecnología de la antena. Las personas, que necesitan inmediatamente después de un sismo es comunicarse con sus familiares y saber su situación.



Fotografías 7.16 Antena de telefonía en la Urb. Miramar. Los círculos amarillos resaltan las bases deterioradas de la antena (registro propio, octubre -2012).

También fue observado los centros educativos como el Colegio Nacional el I.E. Víctor A. Belaunde Diez Canseco, que fue deteriorado severamente las aulas construidas hace más de 40 años por el sismo del año 2007 y las recomendaciones de Defensa Civil fueron demoler las aulas antiguas, por ser inhabitables y en peligro latente de colapso que podría afectar a personas dentro de la institución o fuera de ella. También centros de educación inicial como el I.E.I. N° 546 UGEL-01 y el I.E.I. N° 654-Nuestra Señora del Carmen se encuentran en mal estado. En el primero se identificó muros perimétricos deteriorados por el sismo y la humedad; además, elementos de acero oxidados como arcos, rampas, columpios por falta de mantenimiento, lo cual es un peligro para los niños (Fotografías 7.17). En el segundo, existe sobre el portón de ingreso, un reservorio de agua construido de material de ladrillo, el cual está fracturado y deteriorado por la humedad; por lo tanto, es considerado un peligro (Fotografía 7.18).



Fotografías 7.17 Interior del centro de educación inicial I.E.I. N° 546 UGEL-01 (registro propio, octubre -2012).



Fotografías 7.18 Interior del centro educativo de educación inicial el I.E.I. N° 654-Nuestra Señora del Carmen. El círculo de color amarillo resalta el reservorio de agua en la puerta de ingreso (registro propio, octubre -2012).

### **7.2.2 Peligro en Centros de Diversión Nocturna**

En los meses de verano los centros de diversión que en mayor número se habilitan, son discotecas y exceden su capacidad de aforo. Los materiales de los techos son rápidamente inflamables como esteras y materiales plásticos, tal es el caso de la discoteca Play que fue clausurada en el mes de febrero por Defensa Civil por no prestar las garantías para eventos de diversión (Ver Fotografía 7.19).

También informes de la policía mencionan que en este distrito existe comercio de drogas y la falta de personal policial es limitado al contar con un efectivo de inteligencia para una población con más de 5000 habitantes y en temporada de verano la población se incrementa hasta 15 000 y los fines de semana puede llegar hasta 50000 personas.

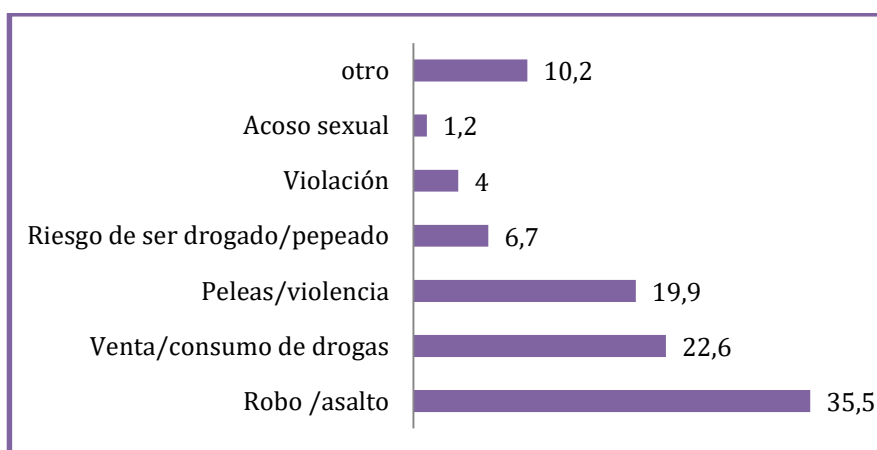
En el caso de sismo o incendio estos locales son considerados como puntos críticos (Ver Mapa P-G) por la concentración en masa de personas y frente a estos peligros las personas entran en pánico y las salidas de emergencia (si es que las hay) son bloqueadas por las mismas personas al tratar de huir.



Fotografía 7.19 Cierre de la discoteca Play en el sector de Mártir Olaya por Defensa Civil del distrito de Punta Hermosa. Fuente: Perú 21.

La percepción del peligro de asistir a los centros de diversión (Gráfico 7.1) es mayor para los problemas relacionados con los robos y asaltos (35.5%), seguido por los problemas de venta y consumo de drogas (22.6%)<sup>14</sup>.

GRÁFICO 7.1 PORCENTAJE DE LOS PRINCIPALES PELIGROS EN DISCOTECAS, SEPTIEMBRE 2007



Fuente: Centro de Información y Educación para la Prevención del Abuso de Drogas. CEDRO

<sup>14</sup> Zavaleta, A. (2007): *Opinión Sobre Drogas en Usuarios de Centros de Diversión Nocturna*. Lima

### 7.2.3 Contaminación Ambiental

Gran parte de las viviendas del distrito no cuentan con un sistema de desagüe y sus desechos y aguas servidas son vertidas en silos por más de 40 años, tal como ocurre en las urbanizaciones El Carmen, Mártir Olaya y viviendas de otros sectores que no cuentan con este servicio. En las fotografías 7.20, se observa como estas aguas residuales afloran en la parte del talud natural de la playa, siendo un foco de contaminación.

También el distrito de Punta Hermosa cuenta con pozas donde son vertidas parte de las aguas residuales de viviendas ubicadas en la zona sur, centro y norte, mediante el uso de bombeo a la parte alta situada sobre la carretera Panamericana norte. Sin embargo, cuando este tipo de bombeo se atasca o detiene por falta de energía eléctrica, las aguas residuales son vertidas directamente al mar causando contaminación en la zona ribereña.



Fotografías 7.20 Fuentes de contaminación y propagación de vectores infecciosos (registro propio, junio -2013).

## 7.2.4 Peligro de Explosión e Incendios

El riesgo tecnológico se relaciona con fuentes de peligro (industriales o equipamiento de la ciudad) donde se procesan, se transportan, almacenan o manejan material peligroso y que pueden por diferentes causas intrínsecas o externas (caso de sismos) producir escenarios de accidentes como incendios, explosiones o contaminaciones tóxicas (Donze, 2004)<sup>15</sup>.

En el distrito de Punta Hermosa hay un solo grifo de venta de combustibles, un distribuidor de gas para uso doméstico (Fotografías 7.21), y cuatro ferreterías. Las ferreterías son consideradas peligrosas por el almacenamiento de materiales corrosivos, que son capaces de provocar daños al entrar en contacto con el tejido humano, causando quemaduras y gases tóxicos. También almacenan sustancias como el carburo de calcio que al interactuar con el agua libera acetileno, un gas incoloro que presenta un peligro grave de incendio y es usado en combinación con el oxígeno para soldadura y corte. Adicionalmente, el acetileno puede presentar descomposición molecular, generando alta temperatura y posibles explosiones.

Las estaciones de combustible no solo es un peligro por explosión o incendios, también representa un peligro para los trabajadores. El riesgo intrínseco de la gasolina para la salud humana es alto debido a su gran volatilidad. La vía de entrada inhalatoria es la más importante en la exposición laboral, aunque también lo es la vía dérmica. A concentraciones elevadas la gasolina se comporta como un anestésico e irritante de las mucosas pudiendo provocar dolor de cabeza, mareos,

---

<sup>15</sup> Análisis de Vulnerabilidad Ante Sismos del Centro Histórico de Lima

visión borrosa y náuseas. Se han descrito en la bibliografía irritación de ojos a unos niveles de concentración entre 160 y 270 ppm durante 8 horas; e irritación de ojos, nariz y garganta y mareos por exposición durante 1 hora a unos niveles de concentración entre 500 y 900 ppm<sup>16</sup>. Según normas internacionales CANUTEC- ERGO 2012, Guía de Respuesta a Emergencias (GRE) desarrollada conjuntamente por el Departamento de Transporte de Canadá (TC), el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT), y países como México y Argentina, establece criterios de área de seguridad que, en caso de presentarse un evento se debe asegurar un radio mínimo de seguridad según el tipo de elemento, pero que también dependerá del volumen o la concentración.



Fotografías 7.21 Vista de centros de venta de líquidos y gases inflamables.

<sup>16</sup> Rossel,G; Torrado, S. (2007) Riesgos higiénicos de los trabajadores de estaciones de servicio, pág. 2.



### 7.2.4.1 Ponderación del Peligro

Los niveles de peligro de establecimientos de combustible, sólidos tóxicos, venta de gas, etc está en función al radio de seguridad mínimo en caso suceda una explosión, incendio o de liberación de gases tóxicos, según las normas internacionales CANUTEC- ERGO 2012. Por ejemplo, en el cuadro 7.6 para un establecimiento de gasolina el radio mínimo de seguridad será de 100 metros y si el establecimiento de combustible es mixto (gasolina y diesel) tendrá un radio mínimo de 150 m.

CUADRO 7.6 RANGO DE SEGURIDAD DE ACUERDO A PELIGROS TECNOLÓGICOS ESTABLECIDOS POR CANUTEC- ERGO 2012.

Categoría	Tipo de elemento	Peligros	Radio de seguridad mínimo (alta seguridad en m)
Combustibles líquidos	Diesel	Incendio	50
	Gasolina	Incendio -explosivo	100
	Mixtos( gasolina, diesel)	Incendio -explosivo	150
	GLP	Explosivo	100
Insecticidas/ raticidas	Gas toxico	Tóxico	50
	Gas incendio	Incendio tóxico	50
	Gas, tóxico, incendio	Incendio explosivo tóxico	50 o 100 (dependiendo concentración)
	Venenosos	Tóxico	50
Plaguicidas	Gas tóxico	Tóxico incendio	50 o 100 (dependiendo concentración)
	Gas tóxico incendio	Tóxico incendio	100
Desinfectantes	Sólido-tóxico	Tóxico incendio	50
	Sólido-tóxico-venenoso	Tóxico	50
	Sólido venenoso	Tóxico	50
	Líquido corrosivo	Tóxico explosivo	50
	Líquido venenoso	Tóxico incendio	100

Fuente: Análisis de Vulnerabilidad Ante Sismos del Centro Histórico de Lima.

## VIII. ANÁLISIS ESPACIAL Y MODELAMIENTO DE DATOS

### 8.1 Análisis de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad física está en función de la suma de tres factores: exposición, fragilidad y resiliencia (Figura 8.1). La exposición son los elementos físicos expuestos a espacios de zonas de riesgo, como por ejemplo viviendas en áreas propensas a deslizarse por inestabilidad del talud o alguna falla geológica, áreas inundables o cauces secos. La fragilidad está relacionada con la capacidad de resistir los elementos físicos frente a un peligro. La resiliencia con el nivel de preparación, reacción y recuperación de una sociedad.

En otras palabras, evaluar la vulnerabilidad es “evaluar la capacidad de elementos o sistema de resistir o absorber el impacto de un suceso que caracteriza una amenaza” (Cardona 2001).

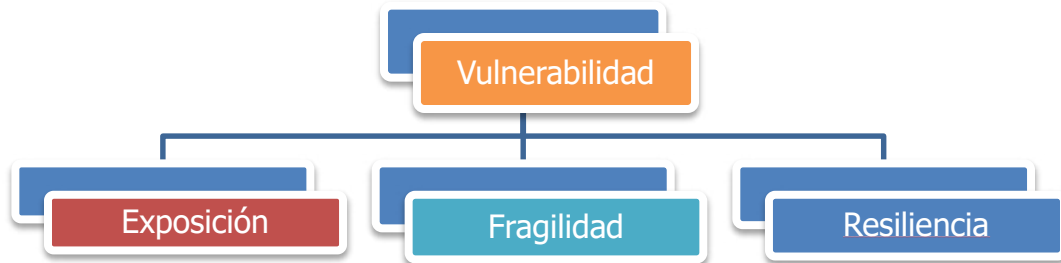


Figura 8.1 Factores de la vulnerabilidad

Una vez analizado la vulnerabilidad por el personal técnico calificado, se debe complementar como producto de dicho proceso, las recomendaciones de las medidas de prevención (de carácter estructural y no estructural) adecuadas, con la finalidad de mitigar o reducir los efectos del daño, ante la ocurrencia de un peligro o peligros previamente identificados.

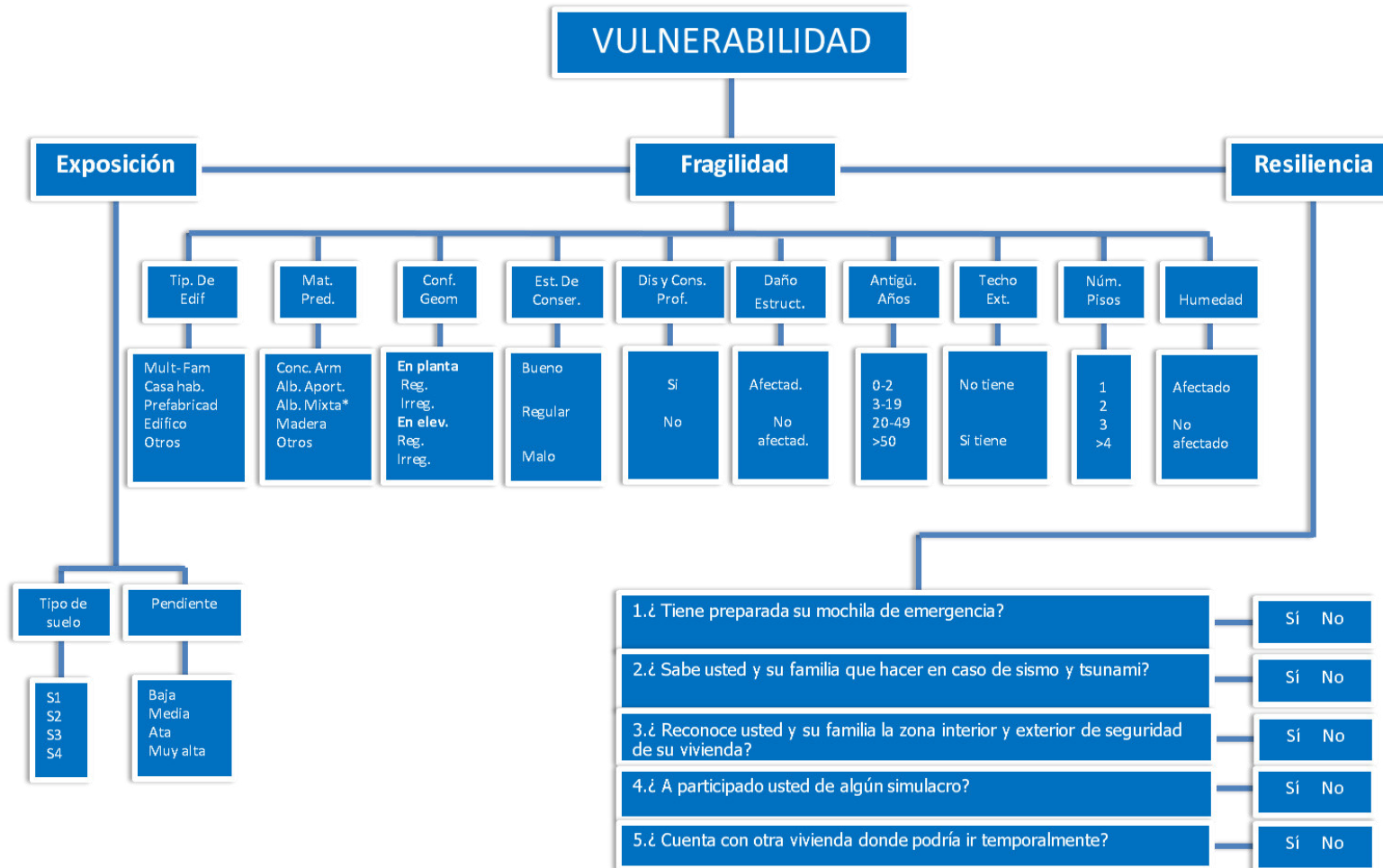


Figura 8.2 Modelo jerárquico para priorización de criterios en el análisis de la vulnerabilidad física para el distrito de Punta Hermosa.

### 8.1.1 Ponderación de los factores de vulnerabilidad: Exposición fragilidad y resiliencia según la metodología AHP

Para analizar la vulnerabilidad se debe ponderar según la metodología AHP cuál de los tres factores (Exposición, fragilidad y resiliencia) tiene mayor relevancia en la identificación de espacios vulnerables (Cuadro 8.1).

CUADRO 8.1 PUNTUACIÓN DEL FACTOR DE PONDERACIÓN

	Más importante que						Igual	Menos importante que									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9
<b>Extremadamente fuerte</b>																	
<b>Muy fuerte</b>																	
<b>Fuerte</b>																	
<b>Moderado</b>																	
<b>Igual</b>																	
<b>Moderado</b>																	
<b>Fuerte</b>																	
<b>Muy fuerte</b>																	
<b>Extremadamente fuerte</b>																	

Fuente: Adaptación propia de la escala de Saaty

Primero se debe elaborar la matriz original realizando comparaciones pareadas. En este caso, comparando cuál de los factores tiene mayor relevancia en el análisis de la vulnerabilidad física.

Entonces, se debe hacer las siguientes preguntas y que los especialistas en la materia responderán:

¿Cuánto más importante es el factor exposición en el análisis de la vulnerabilidad física con respecto al factor fragilidad?: según los expertos, el factor exposición es moderadamente menos importante que el factor fragilidad en el análisis de la vulnerabilidad física, dando una puntuación de 1/3.

¿Cuánto más importante es el factor exposición en el análisis de la vulnerabilidad física con respecto al factor resiliencia?: entonces, se da una puntuación de 4, que se interpreta en la escala de Saaty como el factor exposición está entre moderada y fuertemente más importante en el que el factor resiliencia en el análisis de la vulnerabilidad física.

¿Cuánto más importante es el factor fragilidad en el análisis de la vulnerabilidad física con respecto al factor resiliencia?: entonces, se da una puntuación de 5, que se interpreta en la escala de Saaty como el factor fragilidad es fuertemente más importante que el factor resiliencia en el análisis de la vulnerabilidad física. La comparación entre dos mismos criterios es uno quedando completamente formada la matriz original.

Matriz original.

AHP	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1	1/3	4
Fragilidad	3	1	5
Resiliencia	1/4	1/5	1
suma	4.25	1.53	10.00

Matriz normalizada: Se obtiene al dividir cada valor de columna de la matriz original entre la suma de la misma columna. El vector prioridad es el promedio de cada fila.

AHP	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Prioridad
Exposición	0.24	0.22	0.40	0.28
Fragilidad	0.71	0.65	0.50	0.62
Resiliencia	0.06	0.13	0.10	0.10
Column sum	1.00	1.00	1.00	1.00

Multiplicación de la matriz original por el vector prioridad: Ahora se multiplica el primer valor del vector prioridad (0.28) por cada valor de la columna "Exposición" de la matriz original. La columna "Suma total", es la sumatoria de cada fila.

AHP	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Suma total
Exposición	0.28	0.21	0.40	0.89
Fragilidad	0.84	0.62	0.50	1.96
Resiliencia	0.07	0.12	0.10	0.29

Luego se divide la columna "Suma total" entre el Vector Prioridad

0.89		0.28		3.17
1.96	÷	0.62	=	3.16
0.29		0.10		2.94

Luego se obtiene:  $\lambda_{max} = \frac{3.17+3.16+2.94}{3}$

$$\lambda_{max} = 3.09$$

Ahora se tiene el índice de consistencia, donde  $n$  es el número de criterios pareados.

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1}$$

Luego:  $CI=0.04$

Luego la razón de consistencia donde  $RI$  toma valores de la siguiente tabla:

<i>Dimensión de la matriz (n)</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Inconsistencia aleatoria media(RI)</i>	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

$$RC = \frac{CI}{RI}; \text{ entonces: } RC = \frac{0.04}{0.52} = 0.08$$

Entonces:

Si  $RC > 0.1$ ; los juicios son inconsistentes

Si  $RC \leq 0.1$ ; se asume como consistente

Si  $RC = 0$ ; es consistente.

Si el resultado de RC sería mayor a 0.1, entonces tendría que evaluarse nuevamente la puntuación según la escala de Saaty obteniendo una nueva matriz original y repetir todo el proceso, hasta obtener  $0 < RC \leq 0.1$ .

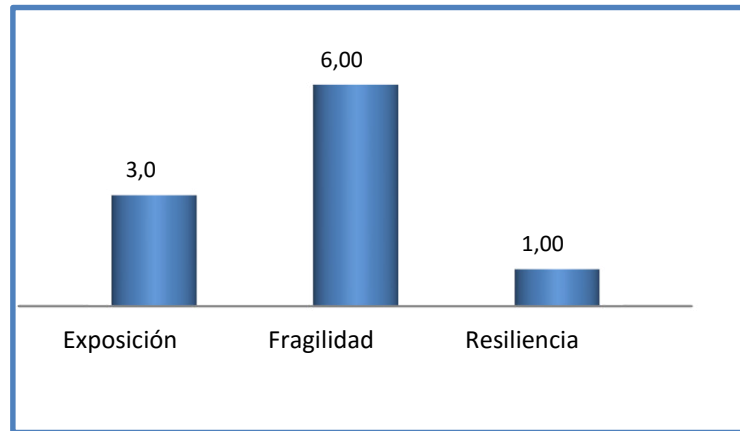
Los valores obtenidos como ponderaciones validas son:

Exposición : 0.28  $\approx$  30%

Fragilidad : 0.62  $\approx$  60%

Resiliencia : 0.10  $\approx$  10%

GRÁFICO 8.1 VALORES DE PONDERACIÓN DE LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD FÍSICA



Fuente: Gráfica del autor según opinión de los especialistas.

El resultado se muestra en el gráfico 8.1 con 60% de importancia del factor fragilidad en el análisis de la vulnerabilidad física, 30% para el factor exposición y un 10% para la resiliencia.

### 8.1.2 Análisis de la vulnerabilidad en función a la exposición

Se consideraron dos variables en el análisis de la vulnerabilidad en función de la exposición (Figura 8.3): tipo de suelo y pendiente del terreno.

Para calcular la ponderación de cada variable se usará la metodología del Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) y para cada sub-variable la ponderación del Instituto de Defensa Civil (INDECI) con niveles de: Bajo, Medio Alto y Muy alto; y con ponderaciones que van desde uno hasta cuatro respectivamente.



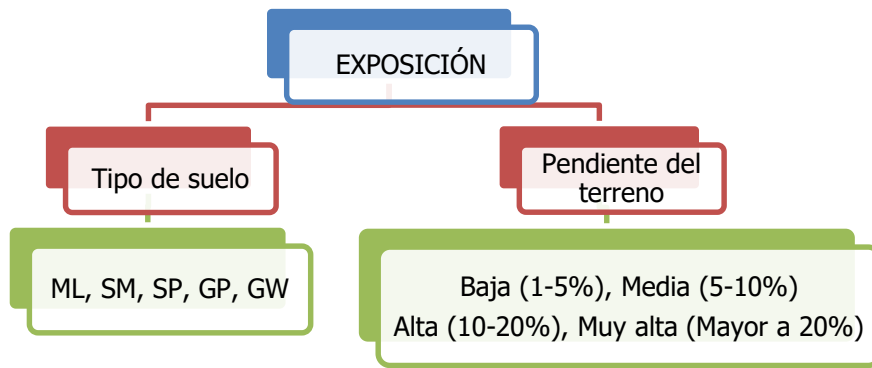


Figura 8.3 Variables de la vulnerabilidad en función a la exposición

### 8.1.2.1 Vulnerabilidad por Tipo de Suelo

Según el estudio de suelos realizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), que igualmente se encargó del análisis geotécnico de las muestras de suelos obtenidas en el campo, identificó hasta 5 tipos de suelos según la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) (Cuadro 8.2) lo cual se describe a continuación.

El suelo tipo GW es el predominante en la parte oriental del Distrito, corresponde a gravas bien gradadas, conformada por materiales de origen aluvial.

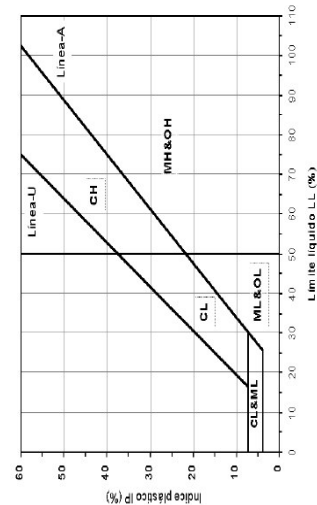
La parte central alta del poblado se asienta sobre suelos tipo SP que corresponden a arenas medias a gruesas pobremente gradadas con clastos sub-angulosos conformados por materiales de origen aluvial.

El distrito propiamente dicho se asienta sobre suelos tipo SM arenas gruesas a medias con regular gradación y presencia de limos con clastos sub-angulosos que corresponden a depósitos aluvio-fluviales.

## CUADRO 8.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA LA PRÁCTICA DE INGENIERÍA

### Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

División Mayor	Símbolo	Nombres Típicos	Criterio de clasificación en laboratorio														
<p style="text-align: center;"><b>SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS</b> Más de la mitad del material es retenido en la malla Nº 200</p> <p style="text-align: center;"><b>SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS</b> Más de la mitad del material pasa por la malla Nº 200</p> <p style="text-align: center;">Las partículas de 0,075 mm de diámetro (malla Nº200) son aproximadamente las más pequeñas visibles a simple vista.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 30%; text-align: center;"><b>ARENAS</b></td> <td style="width: 70%; text-align: center;"><b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Limite líquido menor de 50%</td> </tr> <tr> <td style="width: 30%; text-align: center;"><b>GRAVAS</b></td> <td style="width: 70%; text-align: center;"><b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Limite líquido mayor de 50%</td> </tr> <tr> <td style="width: 30%; text-align: center;">Suelos altamente orgánicos</td> <td style="width: 70%;"></td> </tr> </table>	<b>ARENAS</b>	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Limite líquido menor de 50%	<b>GRAVAS</b>	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Limite líquido mayor de 50%	Suelos altamente orgánicos		GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	<p>Dependiendo del porcentaje de finos (fracción que pasa por la malla Nº200), los suelos gruesos se clasifican como: menos de 5% son GW, GP, SW, SP; más de 5% son GM, GC, SM, SC; de 5% a 12% son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles (nunca puede ser GW-GP o SW-SP)</p> <p>Coefficiente de uniformidad <math>C_u</math>: mayor de 4                      Coeficiente de curvatura <math>C_c</math>: entre 1 y 3</p> <p style="text-align: center;"><b>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;">Límites abajo de la "Línea A" y con IP menor que 4</td> <td style="width: 50%;">Arriba de "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</td> </tr> <tr> <td>Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7</td> <td></td> </tr> </table> <p>Coefficiente de uniformidad <math>C_u</math>: mayor de 6                      Coeficiente de curvatura <math>C_c</math>: entre 1 y 3</p> <p style="text-align: center;"><b>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA SW</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;">Límites abajo de la "Línea A" y con IP menor que 4</td> <td style="width: 50%;">Arriba de "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</td> </tr> <tr> <td>Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7</td> <td></td> </tr> </table>	Límites abajo de la "Línea A" y con IP menor que 4	Arriba de "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7		Límites abajo de la "Línea A" y con IP menor que 4	Arriba de "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7	
	<b>ARENAS</b>	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Limite líquido menor de 50%															
	<b>GRAVAS</b>	<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Limite líquido mayor de 50%															
	Suelos altamente orgánicos																
	Límites abajo de la "Línea A" y con IP menor que 4	Arriba de "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.															
	Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7																
	Límites abajo de la "Línea A" y con IP menor que 4	Arriba de "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.															
	Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7																
	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos															
	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo															
	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla															
	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, poco o nada de finos															
	SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, poco o nada de finos															
	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo															
	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla															
	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos															
CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arenosas o limosas																
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad																
MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos																
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas																
OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad																
Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos																



Finalmente, el suelo tipo ML que conforman arenas finas y poco finas conforman las terrazas marinas actuales en el borde litoral. También en las inmediaciones de los afloramientos rocosos se encuentran

suelos GP que corresponden a depósitos de origen coluvial (Mapa VE-01).

Los Suelos según su textura son considerados BUENOS cuando la mayoría de sus componentes son de material grueso como rocas, gravas, grava arenosa arenas gravosas entre otros según la clasificación SUCS. Este tipo de suelos tienen mayor capacidad portante. Se consideran MALOS cuando su capacidad portante es baja siendo estos de materiales finos como arenas, limos, arcillas.

La buena calidad de los suelos depende en gran medida de la textura y granulometría, pero también tiene que ver su peso específico, formas de las partículas, el grado de compactación, el nivel freático, etc.

#### **8.1.2.2 Nivel de Vulnerabilidad y Valores de Ponderación Según el Tipo de Suelo**

Según la clasificación SUCS, los suelos GW, son permeables en estado compacto, tienen excelente resistencia al corte. Los suelos GP tienen buena resistencia al corte en estado compacto y son muy permeables. Los suelos ML y SM son semipermeables a impermeable y tienen menor resistencia al corte.

Entonces, según las características del tipo de suelo, su capacidad portante y resistencia al corte, se pondera como se muestra en el cuadro 8.3.

**CUADRO 8.3 VALORES DE PONDERACIÓN Y NIVEL DE VULNERABILIDAD POR TIPO DE SUELO**

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Niveles de vulnerabilidad</b>	<b>Ponderación</b>
ML	Muy alto	4
SM	Alto	3
SP	Medio	2
GP	Bajo	1
GW	Bajo	1

Fuente: Elaboración propia, 2013

### **8.1.2.3 Vulnerabilidad por Pendiente del Terreno**

En el Manual Básico para la Estimación del Riesgo publicado por INDECI se indica los cuatro niveles de pendiente: baja, media, alta y muy alta. A mayor pendiente y altura aumenta la fuerza gravitacional que desestabiliza las edificaciones (Mapa VE-02).

El cuadro 8.4 indica el nivel de vulnerabilidad según el rango de pendiente en porcentaje e indica el peso para cada nivel.

**CUADRO 8.4 VALORES DE PONDERACIÓN Y NIVEL DE VULNERABILIDAD POR PENDIENTE**

<b>Rango de pendiente en %</b>	<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>	<b>Pesos</b>
20% a más	Muy fuerte	4
10-20%	Fuerte	3
5-10%	Medio	2
1-2%	Baja	1

Fuente: INDECI, 2011

### 8.1.2.4 Obtención del mapa de vulnerabilidad en función a la exposición

Para obtener el mapa de exposición se ha ponderado las variables como tipo de suelo y pendiente del terreno. Para esto se ha utilizado la metodología AHP para asignar los pesos de cada variable.

A la siguiente pregunta: ¿Cuánto más importante es la variable tipo de suelo en el análisis de la vulnerabilidad física con respecto a la variable pendiente del terreno?: según los especialistas en construcción la variable "tipo de suelo" es fuertemente más importante que la variable pendiente del terreno por lo que en la escala de Saaty le corresponde una puntuación de 5.

Matriz original

AHP	Tipo de suelo	Pendiente
Tipo de suelo	1	5
Pendiente	1/5	1
suma	1.20	6.00

Matriz normalizada

AHP	Tipo de suelo	Pendiente	Vector prioridad
Tipo de suelo	0.83	0.83	0.83
Pendiente	0.17	0.17	0.17
Column sum	1.000	1.000	1.000

AHP	Tipo de suelo	Pendiente	Suma total
Tipo de suelo	0.83	0.85	1.68
Pendiente	0.17	0.17	0.34

RC: 0.00

Los valores obtenidos como ponderaciones validas son:

Tipo de suelo : 0.83 ≈ 80%

Pendiente : 0.17 ≈ 20%

Donde los pesos correspondientes son:

Menor de 25% : 1

26% al 50% : 2

51% al 75% : 3

76% al 100% : 4

CUADRO 8.5 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA POR EL GRADO DE EXPOSICIÓN

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
Tipo de suelo	4
Pendiente del terreno donde se asienta la vivienda	1

Fuente: Elaboración propia, 2013

Luego obtenemos la fórmula para el mapa de exposición:

$$EXP = \frac{(4 * TS) + PT}{5}$$

Dónde:

EXP: Vulnerabilidad por el grado de exposición.

TS: Tipo de suelo.

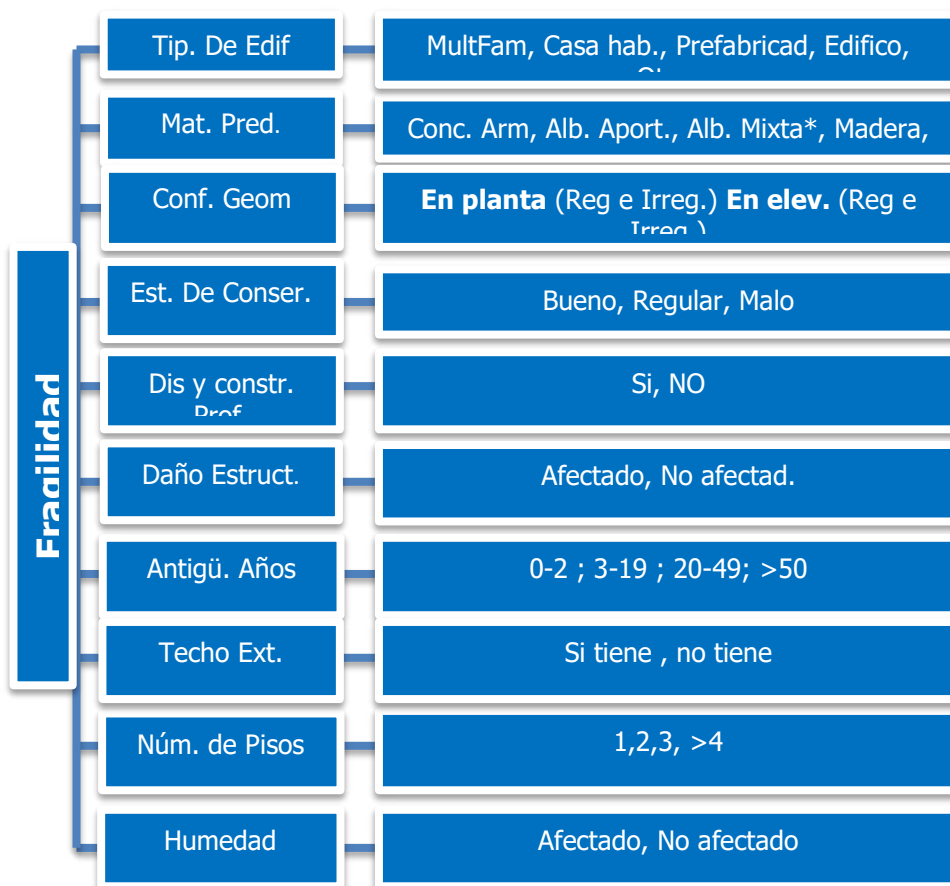
PT: Pendiente del terreno donde se asienta la vivienda.

### 8.1.3 Ponderación de los Criterios de Vulnerabilidad por el Factor de Fragilidad

Para la ponderación se hace uso de la metodología AHP para ponderar las variables de vulnerabilidad física con respecto a la fragilidad, la cual es adaptada a la metodología de INDECI.

La figura 8.4 muestra las variables y sub variables considerados en el análisis de la vulnerabilidad física.

FIGURA 8.4 VARIABLES Y SUB VARIABLES PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA SEGÚN EL GRADO DE FRAGILIDAD DE LAS EDIFICACIONES.



Fuente: Elaboración propia sustentado en la metodología INDECI<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> INDECI (2006), Manual Básico para la Estimación del Riesgo.

Se realizó comparaciones pareadas entre las diez variables del factor fragilidad. Entonces, se hace las siguientes preguntas que responderán los expertos:

¿Cuánto más importante es la variable "tipo de edificación" en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable "material predominante"?: según los expertos, la variable "tipo de edificación" es muy fuertemente menos importante que la variable "material predominante" en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad, dando una puntuación de 1/7.

¿Cuánto más importante es la variable "Tipo de edificación" en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable "Configuración geométrica"?: entonces, se da una puntuación de 1/3, que se interpreta en la escala de Saaty como la variable "Tipo de edificación" es moderadamente menos importante que la variable "Configuración geométrica" en el análisis de la vulnerabilidad física.

¿Cuánto más importante es la variable "Tipo de edificación" en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable "Estado de conservación"?: entonces, se da una puntuación de 1/3, que se interpreta en la escala de Saaty como la variable "Tipo de edificación" es moderadamente menos importante que la variable "Estado de conservación" en el análisis de la vulnerabilidad física.

¿Cuánto más importante es la variable "Tipo de edificación" en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable "Diseño y construcción por un profesional"?: entonces, se da una puntuación de 1/5, que se interpreta en la escala de Saaty como la variable "Tipo de



edificación” es fuertemente menos importante que la variable “Estado de conservación” en el análisis de la vulnerabilidad física.

¿Cuánto más importante es la variable “Tipo de edificación” en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable “Daño estructural”? entonces, se da una puntuación de 1/9, que se interpreta en la escala de Saaty como la variable “Tipo de edificación” es extremadamente menos importante que la variable “Daño estructural” en el análisis de la vulnerabilidad física.

¿Cuánto más importante es la variable “Tipo de edificación” en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable “Antigüedad”? entonces, se da una puntuación de 1/5, que se interpreta en la escala de Saaty como la variable “Tipo de edificación” es fuertemente menos importante que la variable “Daño estructural” en el análisis de la vulnerabilidad física.

¿Cuánto más importante es la variable “Tipo de edificación” en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable “Techo exterior”? entonces, se da una puntuación de 1/4, que se interpreta en la escala de Saaty como la variable “Tipo de edificación” esta entre moderadamente a fuertemente menos importante que la variable “Techo exterior” en el análisis de la vulnerabilidad física.

¿Cuánto más importante es la variable “Tipo de edificación” en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable “Número de niveles”? entonces, se da una puntuación de 1/3, que se interpreta en la escala de Saaty como la variable “Tipo de edificación” es moderadamente menos importante que la variable “Número de niveles” en el análisis de la vulnerabilidad física.

¿Cuánto más importante es la variable "Tipo de edificación" en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable "Humedad"?: entonces, se da una puntuación de 1/5, que se interpreta en la escala de Saaty como la variable "Tipo de edificación" es fuertemente menos importante que la variable "Humedad" en el análisis de la vulnerabilidad física.

Una vez terminada de hacer las comparaciones pareadas de la variable "Tipo de edificación" con todas las demás, se pasa a hacer la comparación pareada de la variable "Material predominante", así como sigue:

¿Cuánto más importante es la variable "Material predominante" en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable "Conf. Geométrica"?: entonces, se da una puntuación de 7, que en la escala de Saaty se interpreta como la variable "Material predominante" es muy fuertemente más importante que la variable "Conf. Geométrica" en el análisis de la vulnerabilidad física.

¿Cuánto más importante es la variable "Material predominante" en el análisis de la vulnerabilidad física por fragilidad con respecto a la variable "Estad. De conservación"?: entonces, se da una puntuación de 6, que en la escala de Saaty se interpreta como la variable "Tipo de edificación" está entre fuerte y muy fuertemente más importante que la variable "Estad. de conservación" en el análisis de la vulnerabilidad física. Así sucesivamente se desarrolla el mismo procedimiento de comparaciones pareadas para las variables que faltan, hasta obtener la matriz original como se describió para ponderar los factores de vulnerabilidad por Exposición fragilidad y resiliencia (pág. 1148 -151).

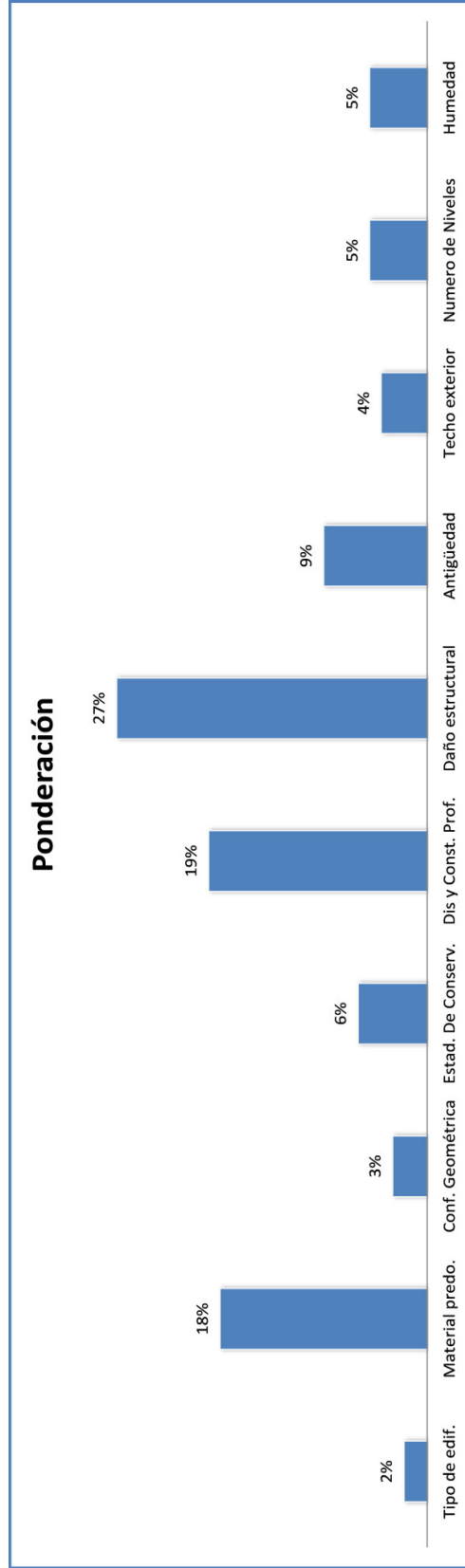
## MATRIZ ORIGINAL Y MATRIZ NORMALIZADA

AHP	Tipo de edif.	Material predo.	Conf. Geométrica	Estad. De Conserv.	Dis y Const. Prof.	Daño estructural	Antigüedad	Techo exterior	Número de Niveles	Humedad
Tipo de edif.	1	1/7	1/3	1/3	1/5	1/9	1/5	1/4	1/3	1/5
Material predo.	7	1	7	6	1/3	1/5	6	4	5	4
Conf. Geométrica	3	1/7	1	1	1/4	1/5	1/4	1/2	1/3	1/3
Estad. De Conserv.	3	1/6	1	1	1/5	1/3	1	3	2	1
Dis y Const. Prof.	5	3	4	5	1	1/2	5	4	3	5
Daño estructural	9	5	5	3	2	1	4	6	7	5
Antigüedad	5	1/6	4	1	1/5	1/4	1	6	2	3
Techo exterior	4	0.25	2	1/3	1/4	1/6	1/6	1	1/3	1
Número de Niveles	3	0.2	3	1/2	1/3	1/7	1/2	3	1	1
Humedad	5	0.25	3	1	1/5	1/5	1/3	1	1	1
Suma	45.00	10.32	30.33	19.17	4.97	3.10	18.45	28.75	22.00	21.53

AHP	Tipo de edif.	Material predo.	Conf. Geométrica	Estad. De Conserv.	Dis y Const. Prof.	Daño estructural	Antigüedad	Techo exterior	Núm. de Niveles	Humedad	Vector prioridad
Tipo de edif.	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
Material predo.	0.16	0.10	0.23	0.31	0.07	0.06	0.33	0.14	0.23	0.19	0.18
Conf. Geométrica	0.07	0.01	0.03	0.05	0.05	0.06	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Estad. De Conserv.	0.07	0.02	0.03	0.05	0.04	0.11	0.05	0.10	0.09	0.05	0.06
Dis y Const. Prof.	0.11	0.29	0.13	0.26	0.20	0.16	0.27	0.14	0.14	0.23	0.19
Daño estructural	0.20	0.48	0.16	0.16	0.40	0.32	0.22	0.21	0.32	0.23	0.27
Antigüedad	0.11	0.02	0.13	0.05	0.04	0.08	0.05	0.21	0.09	0.14	0.09
Techo exterior	0.09	0.02	0.07	0.02	0.05	0.05	0.01	0.03	0.02	0.05	0.04
Número de Niveles	0.07	0.02	0.10	0.03	0.07	0.05	0.03	0.10	0.05	0.05	0.05
Humedad	0.11	0.02	0.10	0.05	0.04	0.06	0.02	0.03	0.05	0.05	0.05
Column sum	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.98

## Multiplicación de la matriz no normalizada por el vector prioridad

AHP	Tipo de edif.	Material predo.	Conf. Geométrica	Estad. De Conserv.	Dis y Const. Prof.	Daño estructural	Antigüedad	Techo exterior	Número de Niveles	Humedad	Suma Total
Tipo de edif.	0.02	0.03	0.01	0.02	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.20
Material predo.	0.14	0.18	0.21	0.36	0.06	0.05	0.54	0.16	0.25	0.20	2.16
Conf. Geométrica	0.06	0.03	0.03	0.06	0.05	0.09	0.02	0.02	0.02	0.02	0.35
Estad. De Conserv.	0.10	0.54	0.12	0.30	0.19	0.14	0.09	0.12	0.10	0.05	0.67
Dis y Const. Prof.	0.18	0.90	0.15	0.18	0.38	0.27	0.36	0.24	0.15	0.25	2.40
Daño estructural	0.10	0.03	0.12	0.06	0.04	0.07	0.09	0.24	0.35	0.25	3.26
Antigüedad	0.08	0.05	0.06	0.02	0.05	0.05	0.02	0.04	0.02	0.15	1.00
Techo exterior	0.06	0.04	0.09	0.03	0.06	0.04	0.02	0.12	0.05	0.05	0.42
Número de Niveles	0.10	0.05	0.09	0.06	0.04	0.05	0.03	0.04	0.05	0.05	0.58
Humedad											0.56



Ahora se divide la columna "Suma total" entre el "Vector Prioridad"

0.20		0.02		9.92
2.16		0.18		11.99
0.35		0.03		11.77
0.67		0.06		11.13
2.40		0.19		12.61
3.26	÷	0.27	=	12.07
1.00		0.09		11.06
0.42		0.04		10.48
0.58		0.05		11.66
0.56		0.05		11.14

Luego se obtenemos:

$$\lambda_{max} = \frac{9.92+11.99+11.77+11.13+12.61+12.07}{10}$$

$$\frac{+11.06 + 10.48 + 11.66 + 11.14}{10} = 11.38$$

Ahora obtenemos el índice de consistencia, donde  $n$  es el número de criterios pareados.

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} \quad \text{Luego: } CI=0.15$$

Luego la razón de consistencia donde  $RI$  toma valores de la siguiente tabla:

<b>Dimensión de la matriz (n)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Inconsistencia aleatoria media(RI)</b>	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

$$RC = \frac{CI}{RI}; \text{ entonces: } RC = \frac{0.15}{1.49} = 0.10$$

Entonces como  $RC \leq 0.1$ ; se asume como consistente.

Ahora para los valores obtenidos se adapta a la ponderación de INDECI, donde se establece cuatro intervalos tal como se muestra a continuación:

Intervalos en %	Peso
21-28	4
14-21	3
7--14	2
0-7	1

CUADRO 8.6 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA POR FRAGILIDAD

Variable	Porcentaje AHP	Peso
Tipo de edif.	2	1
Material predo.	18	3
Conf. Geométrica	3	1
Estad. De Conserv.	6	1
Dis y Const. Prof.	19	3
Daño estructural	27	4
Antigüedad	9	2
Techo exterior	4	1
Número de Niveles	5	1
Humedad	5	1

Fuente: Elaboración propia, 2013

Luego para obtener el mapa de vulnerabilidad por fragilidad se da el peso correspondiente a cada variable y se obtiene el siguiente algoritmo.

$$FRA = \frac{(4 * DE) + (3 * DCP) + (3 * MP) + (2 * A) + (EC)}{18}$$

$$\frac{(H) + (NN) + (TE) + (CG) + (TED)}{18}$$

Dónde:

DE	: Daño estructural
DCP	: Diseño y construcción Prof.
MP	: Material predominante
A	: Antigüedad
EC	: Estado de Conservación
H	: Humedad
NN	: Número de Niveles
TE	: Techo exterior
CG	: Conf. Geométrica
TED	: Tipo de edificación

#### **8.1.4 Análisis de la Vulnerabilidad en Función a la Fragilidad de las Edificaciones**

Está relacionada con el tipo de edificación y los materiales empleados, así como también si la construcción fue diseñada y construida según la norma sismo resistente peruana E-030. Dentro de la vulnerabilidad por fragilidad se considera cuatro variables de mayor ponderación, siendo las primeras viviendas que se encuentran con algún daño estructural por sismos anteriores, el diseño y construcción, material predominante y finalmente la antigüedad de las viviendas ya que las construcciones muy antiguas fueron edificadas sin una norma de sismo resistencia.

### 8.1.4.1 Vulnerabilidad por el Tipo de Edificación

Para ponderar según el tipo de edificación se tomó en consideración el diseño de la edificación, las salidas, y elementos no estructurales. Por ejemplo, se considera que un edificio es más vulnerable que una casa habitación por el número de familias que lo habitan, su evacuación tardaría más tiempo en realizarse y con probables accidentes al momento de evacuar (caídas por escaleras, rompimiento de vidrios de las ventanas etc).

Los edificios y viviendas multifamiliares están construidos con un sistema aporticado y es uno de los sistemas que han mostrado mejor comportamiento ante sismos debido a la presencia de muros de ladrillos con columnas, vigas de concreto armado y techo de losa aligerada. Este tipo de edificaciones tienen una baja vulnerabilidad (Cuadro 8.7).

CUADRO 8.7 PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA POR TIPO DE EDIFICACIÓN

<b>Tipo de edificación</b>	<b>Nivel de vulnerabilidad</b>	<b>Ponderación</b>
Prefabricadas e improvisadas	Muy alto	4
Otros ( colegios, parroquias, etc)	Alto	3
Tienda-deposito	Medio	2
Edificio	Bajo	1
Multifamiliar	Bajo	1
Casa habitación	Bajo	1

Fuente: Adaptación propia modificada del análisis de vulnerabilidad ante sismos del Centro Histórico de Lima.



La tipología constructiva casa habitación son edificaciones de sistema mixto, de baja altura (no más de dos pisos) así que al presentarse irregularidades de configuración en planta y en elevación se reducen drásticamente. Es un sistema de baja vulnerabilidad.

Las viviendas prefabricadas e improvisadas no cuentan con ningún tipo de asesoramiento técnico en la construcción empleándose materiales no adecuados haciéndolo muy vulnerables frente a un sismo y a inundaciones. Este tipo constructivo tiene una vulnerabilidad alta.

Las construcciones identificadas como tienda depósitos en el distrito de Punta Hermosa son muros perimétricos de albañilería confinada con columnas de concreto, que en su mayoría no tienen ningún tipo de techo y vigas de amarre. Algunas de estas construcciones cuentan con techos livianos de material precario como estera, cartón o material de lona. Este tipo constructivo tiene una vulnerabilidad media (Mapa VF-01).

#### **8.1.4.2 Vulnerabilidad por el Material Predominante**

El mejor material para la construcción son el ladrillo, cemento, acero y materiales no metálicos como la arena y grava, que mediante un adecuado manejo profesional establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones garantiza un mejor comportamiento frente a los movimientos sísmicos.

Sin embargo, las viviendas prefabricadas e improvisadas, al suceder un sismo de gran magnitud no serían afectadas por tener una masa muy liviana; por lo tanto, no producen fuerzas y no causarían mayor daño a sus ocupantes, ni daños económicos, por lo tanto, se

considera que es menos vulnerable que las edificaciones de albañilería confinada u otra tipología constructiva (Mapa VF-02).

El cuadro 8.8 indica la ponderación de la vulnerabilidad según el material de construcción de la vivienda.

CUADRO 8.8 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD SEGÚN EL MATERIAL PREDOMINANTE

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
Concreto armado	1
Albañilería aporticada (columnas y vigas de amarre)	1
Albañilería mixta (muro portante, columnas y vigas)	2
Madera (módulos prefabricados)	4
Otros (estera, cartón, triplay)	4

Fuente: Adaptado de INDECI, 2010

#### **8.1.4.3 Vulnerabilidad por su Configuración Geométrica**

Las Viviendas que presentan una configuración uniforme en planta, van a tener un mejor comportamiento estructural, por tener su centro de gravedad en el punto de equilibrio, que hace la estructura sea más estable, soportando mejor las ondas sísmicas<sup>18</sup> (Mapa VF-03).

El cuadro 8.9 indica los niveles de vulnerabilidad según la configuración geométrica y el cuadro 8.10, los valores de ponderación para dichos niveles.

<sup>18</sup> INDECI-Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

CUADRO 8.9 NIVELES DE VULNERABILIDAD SEGÚN LA CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA

<b>Configuración Geométrica</b>			
<b>En Planta</b>		<b>En Elevación</b>	
Regular	Baja	Regular	Baja
Irregular	Muy alta	Irregular	Muy alta

Fuente: INDECI, 2011

CUADRO 8.10 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD SEGÚN LA CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
Regular en planta	1
Irregular en planta	4
Regular en elevación	1
Irregular en elevación	4

Fuente: INDECI, 2010

#### **8.1.4.4 Vulnerabilidad por su Estado de Conservación**

Las edificaciones que no tiene un buen estado de mantenimiento son más vulnerables a colapsar o fracturarse ante un sismo. El efecto del intemperismo deteriora las bases muros o columnas, aunque también se observó viviendas que no fue reparado el daño que causo el sismo del Pisco del año 2007 (Mapa VF-04).

El cuadro 8.11 indica la ponderación de la vulnerabilidad según el estado en que se encuentre la vivienda para lo cual se consideró tres niveles (malo, regular y bueno).

**CUADRO 8.11 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD  
SEGÚN SU ESTADO DE CONSERVACIÓN**

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
Malo	4
Regular	2.5
Bueno	1

Fuente: Elaboración propia, 2013

#### **8.1.4.5 Vulnerabilidad por Construcciones Empíricas**

Las viviendas que fueron diseñadas y construidas por un profesional en edificaciones tienen una vulnerabilidad baja por construirse según lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

El cuadro 8.12 muestra una ponderación de vulnerabilidad muy alta de las viviendas que fueron diseñadas y construidas empíricamente ya que no existe la garantía de un buen comportamiento frente a un movimiento sísmico, en tanto, las viviendas diseñadas y construidas por un profesional, tiene una vulnerabilidad baja. (Ver Mapa VF-05).

**CUADRO 8.12 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD  
SEGÚN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

<b>Diseño y construcción</b>	<b>Ponderación</b>
Construido empíricamente	4
Diseñado y construido por un profesional	1

Fuente: INDECI, 2011.

#### **8.1.4.6 Vulnerabilidad por Daño Estructural**

Se considera que las viviendas que fueron afectadas por sismos pasados y principalmente por el sismo de Pisco del año 2007, tienen mayor probabilidad de colapso frente a un sismo de intensidad 8.5 (cuadro 8.13), ya que una intensidad mucho menor pudo causar daños en paredes, columnas o vigas de 126 viviendas que fueron observadas, pero se cree que fueron mucho más ya que en algunos casos fueron resanadas o presentan daño en el interior de la vivienda (Mapa VF-06).

CUADRO 8.13 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD SEGÚN EL DAÑO ESTRUCTURAL

<b>Daño estructural</b>	<b>Ponderación</b>
Presenta daños	4
No presenta daños	1

Fuente: Elaboración propia, 2013

#### **8.1.4.7 Vulnerabilidad por Antigüedad de la Vivienda**

La mayor ponderación de vulnerabilidad obviamente recae en las viviendas con más de 50 años de edificadas y es por dos razones principales. La primera es por haberse construido hace mucho tiempo sin una norma de sismorresistencia moderna, y la segunda por el deterioro de elementos estructurales por acción de del intemperismo e antigüedad (Mapa VF-07). El cuadro 8.14 detalla la ponderación según el intervalo de antigüedad en que fueron construidas las viviendas.

CUADRO 8.14 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD  
SEGÚN EL DAÑO ESTRUCTURAL

<b>Antigüedad</b>	<b>Ponderación</b>
0-2 años	1
3-19 años	2
años	3
>50 años	4

Fuente: INDECI, 2011

#### **8.1.4.8 Vulnerabilidad por Tenencia de Techo Exterior**

Dentro de las observaciones hechas en campo y que no se encuentra dentro de la metodología propuesta por INDECI, son viviendas que cuentan con techos exteriores y que no son parte del sistema estructural. Este tipo de elemento no estructural no está anclado a la construcción, aumentando el nivel de vulnerabilidad de la vivienda (Mapa VF-08).

El cuadro 8.15 muestra que el mayor nivel de vulnerabilidad recae en viviendas que cuentan con techos exteriores.

CUADRO 8.15 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD  
SEGÚN TENENCIA DE TECHO EXTERIOR

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
Con techo exterior	4
Sin techo exterior	1

Fuente: elaboración propia, 2013

#### **8.1.4.9 Vulnerabilidad por Número de Niveles**

Las viviendas de un solo nivel tienen mejor y rápido acceso a las rutas de evacuación exterior, en comparación con las viviendas que tienen más de un piso. El nivel de vulnerabilidad aumenta por la ubicación de las personas en el edificio, haciéndolo difícil la salida por escaleras que están en movimiento (Mapa VF-09).

El cuadro 8.16 muestra la ponderación según el número de pisos de la edificación.

CUADRO 8.16 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD SEGÚN EL NÚMERO DE PISOS

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
Un piso	1
Dos pisos	2
Tres pisos	3
Más de cuatro pisos	4

Fuente: INDECI, 2011

#### **8.1.4.10 Vulnerabilidad por Humedad**

Las viviendas ubicadas en la playa tienen daño constante por humedad porque soportan el ambiente marino y carga agresiva de sales lo cual afectan, no solo a la estructura de la vivienda, sino también a la salud de las personas que lo habitan debido a la formación de hongos en el interior de las viviendas. (Mapa VF-10).

El cuadro 8.17 muestra una mayor ponderación de vulnerabilidad a las viviendas que presentan humedad de las que no presentan.

CUADRO 8.17 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD  
SEGÚN EL ESTADO DE HUMEDAD

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
Presenta humedad	4
Sin humedad	1

Fuente: adaptado de INDECI, 2011

### 8.1.5 Análisis de la Vulnerabilidad en Función a la Resiliencia

Para establecer el nivel de resiliencia de la población se realizó cinco preguntas claves:

1. ¿Tiene preparada su mochila de emergencia?
2. ¿Sabe usted y su familia que hacer en caso de sismo y tsunami?
3. ¿Reconoce usted y su familia la zona interior y exterior de seguridad?
4. ¿A participado usted de algún simulacro?
5. ¿Cuenta con otra vivienda donde podría ir temporalmente?

Si la respuesta a las preguntas fue respondida de forma negativa la ponderación es de cuatro. Si fue respondido en forma afirmativa, la ponderación es de uno.

CUADRO 8.18 VALORES DE PONDERACIÓN DE VULNERABILIDAD  
SEGÚN EL NIVEL DE RESILIENCIA

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
No	4
Si	1

Fuente: Elaboración propia, 2013



## 8.2 Análisis del Peligro

Se utiliza la metodología AHP para ponderar los peligros naturales y antrópicos y para ello se genera primero un mapa cualitativo del peligro combinando varios mapas de factores. La opinión de expertos es utilizada para definir los valores de ponderación. Esto tiene la consecuencia que cada científico puede asignar valores diferentes, es por esta razón que se utiliza la metodología AHP como la única manera de reducir la subjetividad al momento de dar pesos a cada mapa temático.

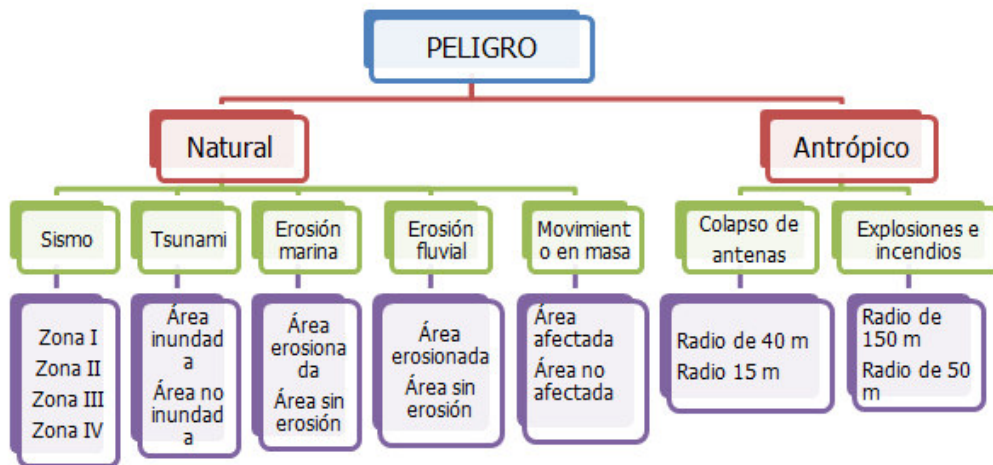


Figura 8.5 Variables de la vulnerabilidad en función a la exposición

### 8.2.1 Ponderación del Peligro Natural

El nivel del peligro está determinado por una combinación de factores. Los diferentes factores, que influyen en el grado de peligro, se pueden evaluar separadamente, aunque ellos se influyen uno al otro (por ejemplo en una zona costera con peligro sísmico muy alto también habrá peligro de tsunami). Los factores se proporcionan en forma de mapas temáticos de peligro, cada mapa temático representara el nivel y peligro.

En el distrito de Punta Hermosa se identificó cinco peligros naturales como son: sismo, tsunami, erosión marina, movimientos en masa y erosión fluvial.

Para ponderar cuál de los peligros naturales tienen mayor importancia en el análisis de peligrosidad, se aplica la metodología AHP como en los casos anteriores, para lo cual se hace comparaciones pareadas.

Entonces, se debe hacer las siguientes preguntas y que los especialistas en la materia responderán:

¿Cuánto más importante es el peligro sísmico en el análisis de peligrosidad con respecto al peligro de inundación por Tsunami?: según los expertos, el peligro sísmico es fuertemente más importante que el peligro de inundación por Tsunami, debido a que un sismo ocurre repentinamente, entonces se da una puntuación de 5 en la Escala de Saaty.

¿Cuánto más importante es el peligro sísmico en el análisis de peligrosidad con respecto al peligro de erosión marina?: según los expertos, el peligro sísmico es extremadamente más importante que el peligro de erosión marina. Luego se da una puntuación de 9 en la Escala de Saaty.

¿Cuánto más importante es el peligro sísmico en el análisis de peligrosidad con respecto al peligro de movimientos en masa?: según los expertos, el peligro sísmico es fuertemente más importante que el peligro de Movimientos en masa. Entonces se da una puntuación de 5 en la Escala de Saaty.

¿Cuánto más importante es el peligro sísmico en el análisis de peligrosidad con respecto al peligro de erosión fluvial?: según los expertos, el peligro sísmico es muy fuertemente más importante que el peligro de erosión

fluvial en el análisis de peligrosidad. Entonces se da una puntuación de 7 en la Escala de Saaty

Ahora hacemos una comparación pareada del peligro tsunami con los peligros naturales de erosión marina, movimientos en masa y erosión fluvial.

¿Cuánto más importante es el peligro tsunami en el análisis de peligrosidad con respecto al peligro de erosión marina?: según los expertos, el peligro tsunami es fuertemente más influyente que el peligro de erosión marina en el análisis de peligrosidad. Luego se da una puntuación de 5 en la Escala de Saaty.

¿Cuánto más importante es el peligro tsunami en el análisis de peligrosidad con respecto al peligro de movimientos en masa?: según los expertos, el peligro tsunami es moderadamente más influyente que el peligro movimientos en masa en el análisis de peligrosidad. Luego se da una puntuación de 3 en la Escala de Saaty.

¿Cuánto más importante es el peligro tsunami en el análisis de peligrosidad con respecto al peligro de erosión fluvial?: según los expertos, el peligro tsunami esta entre modera y fuertemente más influyente que el peligro de erosión fluvial en el análisis de peligrosidad. Luego se da una puntuación de 4 en la Escala de Saaty.

Ahora hacemos una comparación pareada del peligro erosión marina con los peligros naturales de movimientos en masa y erosión fluvial.

¿Cuánto más importante es el peligro de erosión marina en el análisis de peligrosidad con respecto al peligro de movimientos en masa?: según los expertos, el peligro de erosión marina moderadamente menos importante que el peligro movimientos en masa en el análisis de peligrosidad. Luego se da una puntuación de 1/3 en la Escala de Saaty.

¿Cuánto más importante es el peligro de erosión marina en el análisis de peligrosidad con respecto al peligro de erosión fluvial?: según los expertos, el peligro de erosión marina tiene la misma importancia que el peligro movimientos en masa en el análisis de peligrosidad. Luego se da una puntuación de 1 en la Escala de Saaty.

La comparación de un elemento con el mismo tiene una puntuación de uno y finalmente se obtiene la siguiente matriz original.

Matriz original

AHP	Sismo	Tsunami	Erosión marina	Movimientos en masa	Erosión fluvial
Sismo	1	5	9	5	7
Tsunami	1/5	1	5	3	4
Erosión marina	1/9	1/5	1	1/3	1
Movimientos en masa	1/5	1/3	3	1	1
Erosión fluvial	1/7	1/4	1	1	1
Columna Suma	1.65	6.78	19.00	10.33	14.00

Dividiendo cada celda de la primera columna de la matriz original entre la suma total de dicha columna se obtiene la matriz normalizada.

AHP	Sismo	Tsunami	Erosión marina	Movimientos en masa	Erosión fluvial	Vector Priorid
Sismo	0.60	0.74	0.47	0.48	0.50	0.56
Tsunami	0.12	0.15	0.26	0.29	0.29	0.22
Erosión marina	0.07	0.03	0.05	0.03	0.07	0.05
Movimientos en masa	0.12	0.05	0.16	0.10	0.07	0.10
Erosión fluvial	0.09	0.04	0.05	0.10	0.07	0.07
Columna suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Luego cada valor de la primera columna de la matriz original es multiplicado por la primera celda de la columna del vector prioridad y así sucesivamente para las demás columnas, obteniendo la siguiente matriz.

AHP	Sismo	Tsunami	Erosión marina	Movimientos en masa	Erosión fluvial	Suma Total
Sismo	0.56	1.10	0.45	0.50	0.49	3.10
Tsunami	0.11	0.22	0.25	0.30	0.28	1.16
Erosión marina	0.06	0.04	0.05	0.03	0.07	0.26
Movimientos en masa	0.11	0.07	0.15	0.10	0.07	0.51
Erosión fluvial	0.08	0.06	0.05	0.10	0.07	0.36

Ahora se divide la columna "suma total", (promedio de cada fila) entre el vector prioridad.

3.10		0.56		5.54
1.16		0.22		5.28
0.26	÷	0.05	=	5.19
0.51		0.10		5.05
0.36		0.07		5.07

Luego obtenemos:

$$\lambda_{max} = \frac{5.54+5.28+5.19+5.05+5.07}{5}$$

$$\lambda_{max} = 5.23$$

Ahora obtenemos el índice de consistencia, donde  $n$  es el número de criterios pareados.

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1}$$

Luego:  $CI=0.06$

Luego la razón de consistencia donde  $RI$  toma valores de la siguiente tabla:

<b>Dimensión de la matriz (n)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Inconsistencia aleatoria media(RI)</b>	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

$$RC = \frac{CI}{RI}; \text{ entonces: } RC = \frac{0.06}{1.11} = 0.05$$

Entonces como  $RC \leq 0.1$ ; se asume como consistente.

Luego los valores quedan definidos como:

<b>Sismo</b>	<b>0.56</b>	<b>≈</b>	<b>6</b>
<b>Tsunami</b>	<b>0.22</b>	<b>≈</b>	<b>2</b>
<b>Erosión marina</b>	<b>0.05</b>	<b>≈</b>	<b>1/2</b>
<b>Movimientos en masa</b>	<b>0.1</b>	<b>≈</b>	<b>1</b>
<b>Erosión fluvial</b>	<b>0.07</b>	<b>≈</b>	<b>1</b>

CUADRO 8.19 VALORES DE PONDERACIÓN DE PELIGROS NATURALES

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
peligro sísmico	6
Peligro de inundación	2
Peligro de erosión marina	1/2
Peligro por movimientos en masa	1
Peligro de erosión fluvial	1

Fuente: Elaboración propia, 2013

Para obtener el mapa de peligros naturales en base a las ponderaciones de cada peligro, se establece el siguiente algoritmo.

$$PN = \frac{(6 * PS) + (2 * PI) + MM + PF + \frac{1}{2} * EM}{10.5}$$

Dónde:

PN : Peligro natural

PS : Peligro sísmico

PI : Peligro de inundación.

MM : Peligro por movimientos en masa

PF : Peligro de erosión fluvial

EM : peligro por erosión marina

### **8.2.1.1 Nivel del Peligro Sísmico**

El peligro sísmico es la probabilidad de ocurrencia de uno o más eventos sísmicos, con potencial destructivo. Para conocer los niveles de afectación de los suelos del distrito de Punta Hermosa ante el impacto de los sismos se ha examinado la geología local, los parámetros geotécnicos, geodinámicos, de resistencia portante y de isoperiodos sísmicos. La ponderación de las zonas sísmicas fue propuesta por Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) y el INDECI en el estudio de Lima Metropolitana realizada para el APESEG en el año 2005 (Cuadro 8.20).

CUADRO 8.20 PONDERACIÓN DE PELIGRO SÍSMICO

ZONA I	1
ZONA II	2
ZONA III	3
ZONA IV	4

Fuente: CISMID

### 8.2.1.2 Nivel de Peligro de Inundación por Tsunami

Se considera un nivel muy alto de peligro por inundación por tsunami a aquellas viviendas que serían inundadas por el tsunami y el área no inundada con un nivel bajo (Cuadro 8.21).

CUADRO 8.21 PONDERACIÓN DE PELIGRO POR INUNDACIÓN

Zona inundada	4
Zona no inundada	1

Fuente: Elaboración propia, 2013.

### 8.2.1.3 Nivel de Peligro por Erosión Marina

El peligro de erosión marina es considerado muy alto (Cuadro 8.22) donde las viviendas cercanas al litoral han sufrido o están propensas a ser afectadas por el por el movimiento de las olas, cuyo origen se encuentra en la energía cinética del viento. Este movimiento es destructor porque disgrega y erosiona los materiales de la costa afectando a las estructuras de defensa ribereña.



CUADRO 8.22 PONDERACIÓN DE PELIGRO POR EROSIÓN MARINA

Zona erosionada	4
Zona no erosionada	1

Fuente: Elaboración propia, 2013

#### 8.2.1.4 Nivel de Peligro por Movimiento en Masa

La susceptibilidad de un sitio para sufrir un deslizamiento es determinada por factores condicionantes como la litología, estratigrafía, geomorfología etc. y a factores desencadenantes tales como filtración de aguas, precipitación, fisuras, sismos, desestabilización de taludes, etc.

Se considera un nivel de peligro muy alto a las viviendas ubicadas en fuertes pendientes, fisuras en el suelo por la desestabilización del talud natural para construcción de viviendas o carreteras, percolación de aguas subterráneas y suelos inestables (Cuadro 8.23).

CUADRO 8.23 PONDERACIÓN DE PELIGRO POR MOVIMIENTO EN MASA

Área con peligro de movimiento en masas.	4
Sin peligro de movimiento en masas.	1

Fuente: Elaboración propia, 2013

### 8.2.1.5 Nivel de Peligro por Erosión Fluvial

El nivel de peligro por erosión fluvial se considera muy alto cuando existen viviendas dentro del área de inundación; aunque, hayan pasado muchos años y el cauce de estas quebradas permanezca seca, puede nuevamente activarse y causar daño a la población aledaña (Cuadro 8.24).

CUADRO 8.24 PONDERACIÓN DE EROSIÓN FLUVIAL

Área con peligro de erosión	4
Sin peligro de erosión	1

Fuente: Elaboración propia, 2013

### 8.2.2 Ponderación del Peligro Antrópico

Se identificó la presencia de peligros antrópicos tales como la caída de antenas de telefonía, la explosión e incendio de estaciones de combustibles, centros de venta de gas doméstico, ferreterías por almacenamiento de material corrosivo y tóxico y finalmente depósitos de materiales para la de construcción de viviendas improvisadas, techos exteriores de madera, terrazas de esteras o de caña bambú, etc. También se identificó puntos críticos por concentración en masa de personas como o son almacenes, discotecas y clubes.

Un estudio de riesgo tecnológico o antrópico, se define a través de fallas en las fuentes de peligro (intrínsecas o por factores externos o como los sismos) que dependen de datos físicos, químicos, meteorológicos, y mecánico civiles<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> Análisis de Vulnerabilidad ante sismos del centro histórico de Lima.

### 8.3 Análisis del Riesgo

Una vez determinado los niveles de probabilidad de ocurrencia del peligro identificado y el análisis de vulnerabilidad, se procede a evaluar el riesgo de acuerdo a la estructura establecida en la figura 8.6. Obsérvese que el peligro es definido por peligros naturales y antrópicos, además la vulnerabilidad es función de la exposición, fragilidad y Resiliencia.

Varnes (1984), define el riesgo como " el grado esperado de pérdida debido a fenómenos naturales particulares". En un estudio detallado se necesitaría evaluar los costos de perdida al suceder un posible desastre.



Figura 8.6 Diagrama del riesgo en función al peligro y vulnerabilidad

En este estudio se calcula el riesgo con criterio descriptivo debido a que se basa en la combinación del peligro natural y la vulnerabilidad y para ello se usa una matriz de doble entrada, tal como lo propone INDECI (Cuadro 8.25) y obtener como resultado un mapa cualitativo del riesgo. Por ejemplo un área

con un nivel de peligro alto y una vulnerabilidad media, da como resultado un riesgo medio.

CUADRO 8. 25 MATRIZ DE PELIGRO Y VULNERABILIDAD

<b>Peligro Muy Alto</b>	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
<b>Peligro Alto</b>	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
<b>Peligro Medio</b>	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
<b>Peligro Bajo</b>	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	<b>Vulnerabilidad Baja</b>	<b>Vulnerabilidad Media</b>	<b>Vulnerabilidad Alta</b>	<b>Vulnerabilidad Muy Alta</b>

## IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 9.1 Vulnerabilidad Física

Para conocer la vulnerabilidad física del distrito de Punta Hermosa, se ha considerado un conjunto de indicadores estructurales (Configuración geométrica, material predominante, diseño estructural, etc. En términos generales, la vulnerabilidad física del distrito esta entre el nivel bajo a medio, ya que la mayor parte de edificaciones son construidas de ladrillos y cemento con albañilería mixta (aporticado y confinado); en cuanto a la configuración geométrica el 88% de las edificaciones del distrito son regulares tanto en elevación como en planta; además, el 52% de las viviendas tiene una antigüedad entre 3 a 19 años (Mapa V-G).

En el cuadro 9.1, se observa que el 79% de las viviendas tienen una vulnerabilidad baja según el tipo de edificación, el 18% medio, el 1% alto y 2% muy alto. Según el material predominante, el 95% de viviendas tienen un nivel de vulnerabilidad medio y solo el 3% tienen una vulnerabilidad muy alta.

CUADRO 9.1 PORCENTAJE DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD, SEGÚN CRITERIOS TOMADOS EN CAMPO

VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD	NIVELES			
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
1. Vulnerabilidad por tipo de edificación	79	18	1	2
2. Vulnerabilidad por material predominante	2	95	0	3
3. Vulnerabilidad por su configuración geométrica	88	0	0	12
4. Vulnerabilidad por su estado de conservación	80	15	0	5

5. Vulnerabilidad según su diseño y construcción	9	0	0	91
6. Vulnerabilidad por daño estructural	79	0	0	5
7. Vulnerabilidad por antigüedad de la vivienda	4	52	36	9
8. Vulnerabilidad por tenencia de techo exterior y alero	89	6	0	5
9. Vulnerabilidad por número de pisos	55	29	12	4
10. Vulnerabilidad por humedad	55	0	0	45

## 9.2 Vulnerabilidad Social

De la encuesta realizada a 384 personas residentes en el distrito de Punta Hermosa, solo el 24% responden tener su mochila de emergencia preparada, esto significa que el 76% no ha llegado a comprender la importancia de tener provisiones básicas para afrontar una situación de emergencia después de ocurrido un sismo de gran magnitud hasta que llegue la ayuda humanitaria.

Un promedio de 80% de las personas encuestadas respondieron, que saben cómo reaccionar frente a un sismo y/o tsunami, reconocen las zonas de seguridad interna y externa de sus viviendas y finalmente han participado de los simulacros realizados por INDECI, esto hace que sean menos vulnerables a un movimiento sísmico; evacuando o situándose en zonas seguras que pueden ser internas o externas de la vivienda.

Sin embargo, la población encuestada menciona que el gobierno local no llega a todos los sectores urbanos a informar o capacitarlos de cómo reaccionar ante una situación de emergencia como un sismo y/o tsunami, y que en su mayoría se informaron por otros medios. La información y los planes para la resiliencia del distrito deben estar disponibles a todo el público y que se converse acerca de estos propósitos en su totalidad, como lo indica el documento "Cómo desarrollar ciudades más resilientes: Un Manual para

líderes de los gobiernos locales” presentado por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR, 2011).

### **9.3 Peligros Naturales**

En cuanto a los peligros naturales hay dos de mayor importancia, los sismos y tsunamis. El 51% de las viviendas se encuentran en un nivel alto de peligro por sismicidad, esto se debe a la predominancia de suelos marino-aluvial, además de la presencia de arena con moderada a baja compactación y el 5% de viviendas están en peligro muy alto por encontrarse sobre una Zona IV que corresponde a una parte de la Urbanización El Carmen.

El cuadro 9.2 indica los cuatro niveles de riesgo según el peligro identificado; obsérvese por ejemplo, que el 85% de viviendas del área urbana del Distrito están en un nivel bajo con respecto al peligro de inundación por tsunami y el 15% de viviendas tienen un nivel muy alto por estar dentro del área de inundación.

También hay que mencionar que un 4% de viviendas está expuesta a un nivel de peligro muy alto por movimientos en masa de ocurrir un sismo de gran magnitud.

La ocupación de laderas y el corte del talud natural en la parte sur del Distrito con fines constructivos, aumenta la susceptibilidad a deslizamientos.

El mapa de peligros naturales (Mapa PN), indica las áreas expuestas a los cinco peligros identificados en el distrito de Punta Hermosa.

CUADRO 9.2 PORCENTAJE DEL NIVEL DE PELIGRO, SEGÚN EL PELIGRO NATURAL IDENTIFICADO

PELIGROS NATURALES	NIVELES			
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
1. Peligro natural por sismicidad	25	20	50	5
2. Peligro natural por tsunami	85	0	0	15
3. Peligro natural por erosión marina	99	0	0	1
4. Peligro natural por erosión fluvial	99	0	0	1
5. Peligro natural por movimiento en masa	96	0	0	4

#### 9.4 Peligros Antrópicos

Los peligros antrópicos identificados en el distrito de Punta Hermosa son cuatro. Se observó, antenas de telefonía de 15 m. y 40 m de altura aproximadamente, que al colapsar, afectaría a 9 viviendas y 35 respectivamente y que se encuentran ubicadas en la Urb. Miramar y Santa Cruz (cuadro 9.3).

Para las ferreterías que almacenan líquidos corrosivos o elementos solidos (carburo), se considera un radio mínimo de seguridad según las normas internacionales CANUTEC-ERGO 2012, encontrándose en un área de vulnerabilidad muy alta a 52 viviendas. Para el único grifo de combustible ubicado en la urb. Mártir Olaya y un puesto de venta de gas licuado en la Urb. Santos Cruz; se encuentran ubicadas a 88 y 5 viviendas respectivamente, al peligro por explosión e incendio.

El mapa de peligros naturales y antrópicos (Mapa P-G), indica la ubicación y los radios mínimos de seguridad para los peligros antes mencionados.



**CUADRO 9.3 PELIGROS ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO  
DE PUNTA HERMOSA**

<b>PELIGROS ANTROPICOS</b>	<b>RADIO MINIMO DE SEGURIDAD (m)</b>	<b>LOTES AFECTADOS</b>
1. antena telefónica (15m. de alto)	15	9
2. antena telefónica (40m. de alto)	40	35
3. ferretería	30	52
4. Depósito de gas licuado.	30	5
5. Estación de combustible	150	88

## **X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **10.1 Conclusiones**

En el distrito de Punta Hermosa se identificó cinco peligros de origen natural que podría afectar a la población como son: el sismo, tsunami, erosión marina, peligro de inundación por activación de quebradas secas y erosión de laderas. En cuanto a la identificación de los peligros antrópicos, se identificó estaciones de venta de gas doméstico, estaciones de combustibles, antenas de telefonía en mal estado y contaminación ambiental de playas por vertimiento de aguas residuales.

Se generó información de la realidad física actualizada mediante el levantamiento de información de cada una de las viviendas del área urbana y se creó una base de datos SIG, que servirá en la gestión de riesgos y la planificación del desarrollo del Distrito.

Se obtuvo los planos de vulnerabilidad física, de peligros naturales y/o antrópicos y el plano final de nivel de riesgo en el área urbana del distrito de Punta Hermosa, identificando las viviendas de mayor riesgo.

Los niveles de riesgo del distrito de Punta Hermosa fueron identificados usando las ponderaciones propuestas por INDECI en el Manual Básico para la Estimación del Riesgo y utilizando la metodología AHP para evaluar el nivel de riesgo de cada edificación, en función a la ponderación de los niveles de peligro del territorio donde se encuentra ubicada la edificación, así como el nivel de vulnerabilidad física de las viviendas.

Se concluye que de 2658 edificaciones evaluadas en área urbana del distrito del Punta Hermosa; 71 construcciones están en un nivel de riesgo muy alto, 704 en nivel alto, 1474 en un nivel medio y 409 edificaciones tienen un nivel de riesgo bajo de acuerdo a los peligros naturales y antrópicos identificados (Ver Mapa R).

El nivel bajo de riesgo considera a las edificaciones con una mínima probabilidad de sufrir daño estructural al suceder un sismo de gran magnitud, el cual permitiría ser habitadas posteriormente.

El nivel medio de riesgo considera viviendas que podrían sufrir daño estructural sin mayor importancia y que después de la inspección por un profesional o el Instituto Nacional de Defensa Civil, podrían ser habitadas nuevamente.

El nivel alto de riesgo considera edificaciones propensas a tener daño estructural importante después de un sismo de gran magnitud y tendría que ser evaluada minuciosamente y tal vez no podría ser habitada hasta la reparación de los elementos estructurales afectados.

El nivel de riesgo muy alto considera viviendas con una probabilidad muy alta de sufrir daño estructural severo o posible colapso de la edificación, estas viviendas no podrían ser habitadas. Por el contrario, después de una inspección estructural por un profesional o por INDECI podría requerir ser demolida.

En el caso del distrito de Punta Hermosa, el nivel de riesgo aumenta en las zonas cercanas al litoral como la Playa El Silencio, el Club Náutico, Club Kon tiki, la Playa Central, Playa Sur, Playa Norte, a consecuencia de una posible inundación por tsunami 20 minutos después de un sismo de gran magnitud frente a la costa del Callao.

Así mismo, en la Urb. El Carmen el nivel de riesgo es alto por presentarse posibles procesos de licuación de suelos y no por inundación de tsunami, ya que se encuentra a más de 25 m de altura sobre el nivel del mar. La humedad del suelo, por la percolación de aguas residuales que son vertidas en silos por más de 40 años, aumenta aún más el nivel de vulnerabilidad.

Por otro lado, las viviendas con un nivel muy alto de riesgo considera a las construcciones con más de 50 años de antigüedad y serían afectadas por el sismo y tsunami, sumado a esto el daño estructural de nivel medio sufrido por sismos anteriores como los ocurridos en los años de 1974 y 2007.

La mayoría de las edificaciones entre una y las contiguas no tiene una junta de dilatación sísmica y muchas veces, las losas aligeradas de una y de otra vivienda tienen niveles de altura diferentes, haciendo que los techos de la vivienda contigua golpeen las paredes y columnas en un "Efecto de hacha", lo cual debilitan muros y columnas de la vivienda contigua.

En el caso de erosión marina esta depende de la geoforma costera, formada principalmente por acantilados de unos 4 a 6 metros de altura presentes en la parte central del Distrito, a pesar que se ha construido defensas como muros de concreto o la colocación de geomallas sintéticas que atenuó la erosión en este sector. Sin embargo, cabe resaltar que el peligro aún está presente en la parte de la Playa Norte donde la erosión dejó al descubierto la red de desagüe y es donde se deberían tomar medidas de prevención a fin de evitar el asentamiento o retroceso costero que afecta directamente a las viviendas cercanas al litoral.

El Club Kon Tiki y la Mz. C de la Playa Sur está expuesta a fuertes pendientes y la construcción tiene una configuración irregular en elevación. Además, en este sector se observa percolación de aguas subterráneas, desprendimiento de suelo y fracturas en los muros de protección del talud, lo que hace que el nivel de riesgo sea alto aun siendo sus construcciones relativamente nuevas.

En cuanto a los peligros antrópicos identificados en la Urb. Miramar, existe una antena de telefonía cuyas bases se encuentran en mal estado, siendo un peligro para la población aledaña. Peligros como estaciones de combustible, ferreterías, depósitos de venta de gas, depósitos de madera, estera, etc. y puntos críticos identificados como hostales, discotecas, clubes, almacenes,

etc. el nivel de riesgo es muy alto frente a un sismo de gran magnitud por la concentración en masas de personas o por el material que almacenan estos depósitos que podrían causar incendios, explosiones, o liberación de gases tóxicos afectando la integridad física y la salud de las personas.

Existen constantes derrames de aguas servidas en la Urb. La planicie, afectaría incluso a las playas Señoritas y Caballeros. Esto se debería, entre otros factores, a la antigüedad de las instalaciones del equipo de bombeo, el aumento de población en los meses de verano y el corte de energía eléctrica. La contaminación de playas, causadas por descargas de desagües domésticos no tratados, constituye un problema serio para la salud de la población por la presencia potencial de microorganismos patógenos.

La información que se obtiene al final de este estudio es de vital importancia para que las autoridades y población en general, trabajen en forma conjunta para realizar la gestión del riesgo a fin de prevenir pérdidas de vidas humanas y económicas garantizando el desarrollo sostenible y una sociedad con mayor nivel de resiliencia e igualdad.

## **10.2 Recomendaciones**

Una vez que las viviendas del área urbana del distrito de Punta Hermosa tengan acceso a agua y desagüe, se debe clausurar los silos que se encuentran en la parte frontal de las viviendas para evitar la erosión y desestabilizar la edificación. Los suelos arenosos y silos construidos en algunas viviendas de la Urb. La Planicie, podría ser la causa de fracturas de las fachadas de viviendas.

La autoridad municipal, no solo debe controlar las construcciones de la parte central del Distrito, sino también de todos los sectores como la Urb. El

Carmen, Mártir Olaya y la urb. Santa Cruz, garantizando el uso adecuado de materiales de construcción y también el diseño y construcción profesional de edificaciones que en el futuro disminuirá la vulnerabilidad física haciendo un Distrito más resiliente.

La Gerencia de Promoción de Urbano y Control Territorial, debe implementar políticas para la construcción de viviendas menos vulnerables a peligros naturales y prevenir los peligros antrópicos para garantizar un desarrollo sostenible, por ejemplo tal vez premiar a las personas como menos pago de tributos si es que invierten en mejorar la parte estructural de la vivienda haciendo más resistentes a los sismos.

También promover una cultura de prevención de los peligros naturales o antrópicos en la población, como la emisión de volantes con información de los peligros a los que está expuesta la comunidad, así como también las normas técnicas prácticas de edificar y los beneficios de una vivienda diseñada y construida por profesionales.

Instruir a la población no solo de cómo reaccionar en el momento de un desastre sino también como comportarse en el post desastre, como lo recomienda en el Manual de Esfera en el uso y la distribución del agua, como deberían depositarse las heces, con qué equipo constar como linternas víveres, etc. Hasta que llegue la ayuda humanitaria.

Hacer estudios más detallados de suelo en la Urb. Miramar y en La Urb. El Carmen identificando si la percolación de aguas subterráneas es por infiltración pluvial en la parte alta de la cordillera o por aguas servidas.

Este estudio solo analizo la vulnerabilidad física por lo que se recomienda complementar con estudios de la vulnerabilidad social, educativa, económica, etc.

El equipo técnico de Defensa Civil de la municipalidad debe inspeccionar los puntos críticos mencionados como colegios, hoteles, clubes, discotecas, centros de salud y otros, con el fin de mejorar su infraestructura y las salidas de emergencia sean adecuadas, o estén libres de materiales que obstruyan el paso.

Las playas deberían contar con paneles donde se manifieste la importancia de la protección de la piel de los rayos ultravioleta y los bañistas tomen acciones preventivas para prevenir el cáncer de piel u otras enfermedades relacionadas a la radiación ultravioleta.

La resiliencia es a nivel individual, grupal o comunitario por lo que las autoridades del municipio de Punta Hermosa deben desarrollar capacidades de gestión de emergencia con la participación de todos los sectores urbanos a fin de estar preparados y afrontar las emergencias por fenómenos naturales o antrópicos que puedan suceder.

Las medidas de mitigación que deberían tomarse no deben ser solamente físicas pensando solamente en los daños por desastre de peligros naturales, sino también tomar medidas frente a los peligros antrópicos identificados como contaminación del suelo por vertimiento de aguas servidas, desestabilización del talud natural, mantenimiento constante de la estructura o las bases de las antenas de telefonía para prevenir el colapso, y a peligros identificados por el cambio climático tal como el incremento de la radiación ultravioleta.

Para finalizar se recomienda al gobierno local considerar los diez aspectos esenciales para lograr ciudades resilientes en el documento "*Cómo desarrollar ciudades más resilientes: Un Manual para líderes de los gobiernos locales*" presentado por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR) en Ginebra en mayo del 2011, para reducir el nivel del riesgo de desastres y evitar serios perjuicios a la economía y la población.



## **BIBIOGRAFÍA**

1. Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES. (2009). “Diseño de escenario sobre el impacto de un sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao”. Lima.
2. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2011, Riesgo Sísmico y Medidas de Reducción del Riesgo en el Centro Histórico de Lima, Lima, Perú.
3. APESEG (2005). Estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico en 42 distritos de Lima y Callao, CISMID, 10 pag.
4. Blaikie, P, Cannon, T; Davis, I; Wisner, B; (1996) “Vulnerabilidades, El entorno Social de los desastres”, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, La Red, ITDG, Bogotá - Colombia.
5. Tavera, H., Bernal, I., Salas, H. (2007). El sismo de Pisco del 15 de Agosto, 2007(7.9Mw). Departamento de Ica-Perú. (Informe Preliminar). Dirección de Sismología, Instituto Geofísico del Perú.
6. Tavera, H., Condori, C. (2010). Análisis y localización de probables área de ruptura por sismos, en el borde occidental del Perú: Distribución de valores de “b”. Dirección de Sismología, Instituto Geofísico del Perú.
7. Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD), 2004, Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres, EIRD, Naciones Unidas. Disponible en <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>. Acceso 04/03/2013.

8. Osorio, E. (2012), *Influencia del Contenido Frecuencial de Ondas Sísmicas en la Estabilidad de Taludes*, Bogotá-Colombia, pág. 8.
9. Zavaleta, A. (2007), *Opinión Sobre Drogas en Usuarios de Centros de Diversión Nocturna*. Lima- Perú.
10. Rossel, G; Torrado, S. y Nùria S. (2007) *Riesgos higiénicos de los trabajadores de estaciones de servicio*, pág. 2. España.
11. Cardona, y Barbat (2000) "El Riesgo sísmico de Estructuras" en *Estructuras sometidas a Acciones dinámicas* Car., E., Lopez Almansa, F. & Oller, S. (Eds.), CIMNE, Barcelona.
12. S. Ashford, N. Sitar, (1997) "Analysis of topographic amplification of inclined shear waves in a steep coastal bluff", *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 87, no. 3, pp. 692-700.
13. Cardona A, Omar D. (1993). *Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo: elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo*. En los desastres no son naturales. Maskey Andrew (Editor). Bogotá. Ediciones Tercer Mundo, p.56.
14. Cardona, O. Hurtado, J. Duque, G. Moreno, A. Chardon, A. Velásquez, L. y Prieto, D., (2003), "La noción del riesgo desde la perspectiva de los desastres: Marco conceptual para su gestión integral, Manizales, Colombia.
15. Cannon, T, (2006) *Revista Latinoamericana Número 7 Tecnología & Sociedad "Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático" - Soluciones prácticas ITDG, "Análisis de la vulnerabilidad, los medios de vida y los desastres"*.

16. Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2012, guía metodológica de Elaboración de un estudio técnico de análisis de peligro y vulnerabilidades de un sector crítico de riesgo de desastre urbano identificado en el distrito en materia de vivienda, construcción y saneamiento. Lima, Perú.
17. Saaty, T. (1988), "The analytical Hierarchy Process" McGraw Hill.
18. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), (2006), "Manual Básico para la Estimación del Riesgo" Lima – Perú.
19. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), (2011), "Manual de Estimación del Riesgo ante Movimientos en Masa en Laderas", Lima, Perú.
20. Rodríguez, L. (2011). Valoración de los niveles de gestión institucional de riesgos mediante el uso de indicadores, caso de estudio: sector vivienda del área metropolitana de Mérida, Pág. 1. Disponible en: <http://cigir.org/documentos/Tesis/TesisLuisRodriguez.pdf>. Acceso 05/02/2014.
21. Lozano, O. (2008): Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES), "Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Inundaciones y Sismos, de las Edificaciones en Centros Urbanos", Lima, Perú.
22. Maskrey, A. (1998), Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, NAVEGANDO ENTRE BRUMAS, "La Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al Análisis de Riesgo en América Latina" Lima, Perú.
23. Narváez, L. Lavell, A. Pérez, G., (2009): "La Gestión del Riesgo de Desastres: Un Enfoque Basado en Procesos". Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina – PREDECAN. Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú.

24. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR-2011), "Cómo desarrollar ciudades más resilientes: Un Manual para líderes de los gobiernos locales" Ginebra - Suiza.
  
25. Servicio Nacional de Geología y Minería, 2007, "Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas" Publicación Geológica Multinacional N°4, Preparado como una iniciativa interinstitucional, a través del Grupo de Estándares para Movimientos en Masa (GEMMA).

## **Anexo I. Panel Fotográfico**



Erosión de laderas por desestabilidad del talud natural



Vista del acantilado en la Playa el Silencio



Vista de la comisaria abandonada después del sismo del año 2007



Vista del estadio en la Urb. Santa Cruz





Viviendas afectadas por la humedad y el salitre.



Corte del talud natural en las playas Caballero y Señoritas con fines constructivos.



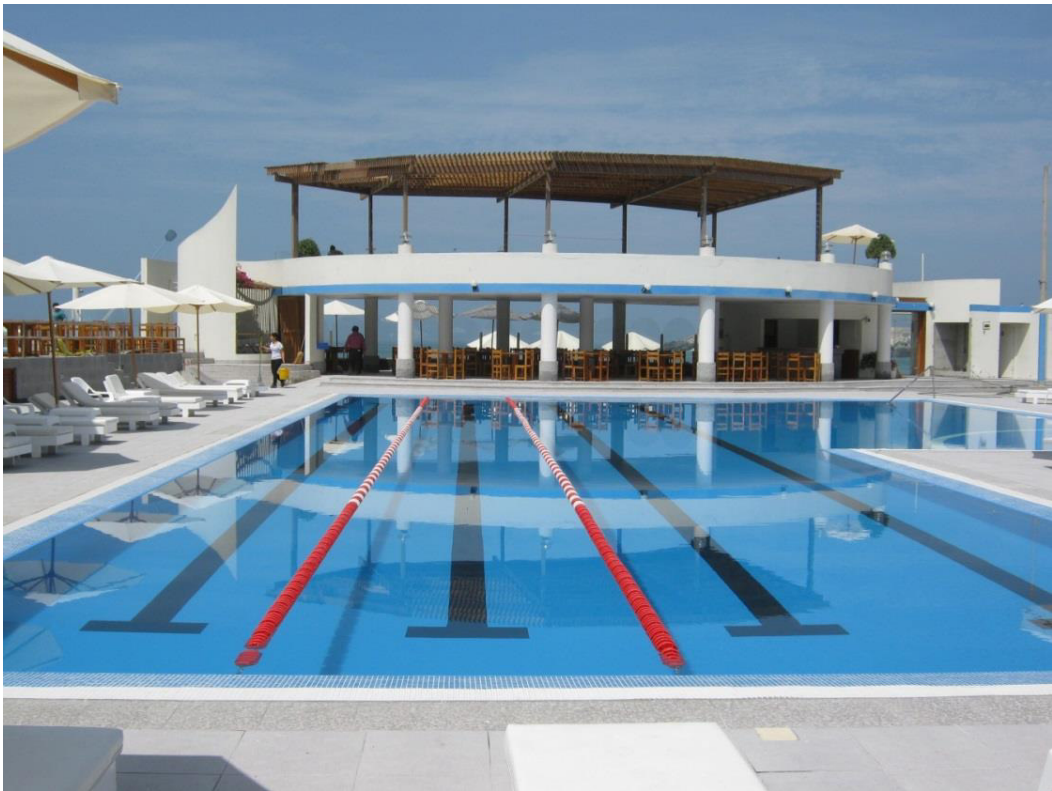
Quebrada Principal que corta al distrito de Punta Hermosa  
(Zona geotécnica)



Parroquia ubicada en la plaza de armas



Local Municipal del distrito de Punta Hermosa.



Vista del Club Náutico



Biblioteca Municipal



Complejo deportivo



AV. García Rada



AV. Punta Hermosa



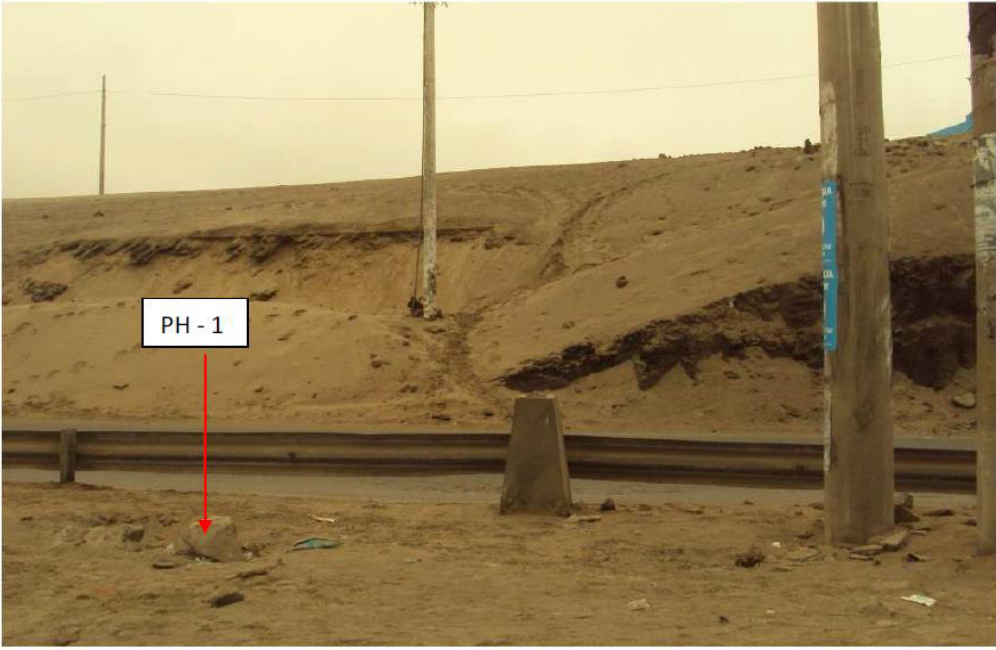
Vista de la Playa norte





Vista de la Playa Central




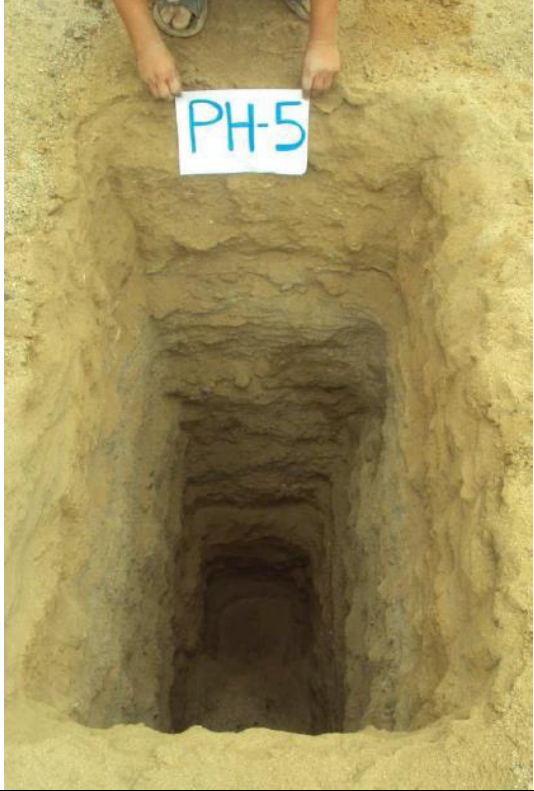
## **Anexo II. Fichas de Análisis Geotécnico de calicatas**


Nombre: PH_1	Distrito: Punta Hermosa	Playa Sur
Realizado por: E.G.T.	Fecha: Agosto 2010	
		
<b>Ubicación:</b> Norte: 8635092 Este : 302512 Elevación : 29 m Referencia: Extremo sur del distrito. (Panamericana).		Análisis granulométrico: Arena gruesa a media con poco limo y clastos  Clasificación SUCS: SM Capacidad portante: 6.51 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Descripción</b>		
0-1.2	Deposito aluvial – marino, compuesto de arena gruesa, con fragmentos de roca subangulosa predomina de 0.5 - 1 cm. (<10%), moderado contenido de sales, material seco.	
1.2-3	Deposito aluvial – marino, compuesto de arena gruesa a media con ligero contenido de limo y arcilla, con fragmentos de roca subredondeada predomina de 0.5-1 cm. (<20%), moderada a baja compactación, bajo contenido de sales, ligero contenido de humedad.	
<b>Observaciones</b>		
Se encuentra en la zona de depósito aluvial con influencia marina y más reciente la influencia coluvial, esto en la segunda terraza.		


Nombre: PH_2		Distrito: Punta Hermosa		Playa Centro	
Realizado por: E.G.T.			Fecha: Agosto 2010		
			<p><b>Ubicación:</b></p> <p>Norte: 8635450  Este : 302234  Elevación: 48 m  Referencia.: Ca. Calle 1 c/ Antigua Panamericana sur</p> <p>Análisis granulométrico: Arena gruesa a media con clastos subredondeados  Clasificación SUCS: SW</p> <p>Capacidad portante: 5.04 kg/cm<sup>2</sup></p>		
			<b>Descripción</b>		
0-1.1		Material tipo caliche, consolidado compuesto de arenas medias con abundantes sales, se rompe de 1 a 2 golpes.			
1.1-1		Deposito marino con aluvial, Arena gruesa, con fragmentos de roca subangulosa predomina de 0.5 - 1 cm. (<20%), máximo de 2cm., baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.			
1-1.2		Deposito marino con influencia aluvial, Arena gruesa, con fragmentos de roca subangulosa predomina de 1-2 cm. (<10%), máximo de 8cm., baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.			
1.2-3		Deposito marino con influencia aluvial, arena gruesa con ligero contenido de limo y arcilla, con fragmentos de roca subangulosa a subredondeada predomina de 0.5-1 cm. (<20%), moderada a baja compactación, bajo contenido de sales, moderado contenido de humedad.			
<b>Observaciones</b>					
La zona está compuesta de material marino con influencia aluvial, se ubica en la segunda terraza.					

Nombre: PH_3		Distrito: Punta Hermosa		Playa Norte	
Realizado por: E.G.T.			Fecha: Agosto 2010		
			<b>Ubicación:</b> Norte: 8635478 Este : 301767 Elevación: 34 m Referencia: Ca. Calle 2 c/ Ca. Calle 3		
			Análisis granulométrico: Arena gruesa a media con clastos subredondeados  Clasificación SUCS: SM  Capacidad portante: 3.80 kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Descripción</b>					
0-0.7		Deposito aluvial con influencia marina, compuesto de arena gruesa a media, baja compactación, moderado contenido de sales, ligero contenido de humedad.			
0.7-1.2		Deposito aluvial, con poca influencia marina, arena gruesa con fragmentos de roca subredondeados a redondeados 1-5 cm. (<20%), máximo de 15 cm., moderada a baja compactación, moderado contenido de sales, ligero contenido de humedad.			
1.2-3		Deposito aluvial con poca influencia marina, arena gruesa, baja compactación, moderado contenido de sales, ligero contenido de humedad.			
<b>Observaciones</b>					
Se ubica en la segunda terraza donde predomina el material de origen aluvial, con poca influencia marina.					

Nombre: PH_4		Distrito: Punta Hermosa	Extremo Oeste
Realizado por: E.G.T.		Fecha: Agosto 2010	
		<p><b>Ubicación:</b></p> <p>Norte: 8635322 Este : 301280</p> <p>Elevación : 19 m</p> <p>Referencia: Ca. Pacasmayo c/ Jr. Grau</p> <p>Análisis granulométrico: Arena media a gruesa con clastos subredondeados</p> <p>Clasificación SUCS: SM</p> <p>Capacidad portante: 8.69 kg/cm<sup>2</sup></p>	
<b>Descripción</b>			
0-0.3	Deposito aluvial con marino, compuesto de arena media, moderada a baja compactacion, moderado contenido de sales, ligero contenido de humedad.		
0.3-2.0	Predomina el material aluvial, sobre el marino, arena gruesa a media, con fragmentos de roca subredondeados de 1-3 cm. (<20%), máximo de 10 cm. moderada a baja compactación, moderado contenido de sales, ligero contenido de humedad.		
2.0-3.0	Material aluvial, fragmentos de roca subredondeados a redondeados de > 25 cm. con arena gruesa, y influencia marina.		
<b>Observaciones</b>			
La calicata se ubica en la primera terraza, compuesta por material aluvial, con poca influencia marina.			

Nombre: PH_5		Distrito: Punta Hermosa		Balneario Oeste	
Realizado por: E.G.T.			Fecha: Agosto 2010		
			<b>Ubicación:</b>  Norte: 8635792 Este : 301318  Elevación : 26 m  Referencia: Ca. El Galeon c/ Ca. La Corbeta  Análisis granulométrico:  Arena media a fina con clastos subredondeados  Clasificación SUCS: SM  Capacidad portante: 3.90 kg/cm2		
			<b>Descripción</b>		
0-0.3		Deposito marino con aluvial, arena media a fina, baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.			
0.3-0.6		Deposito tipo caliche marino, consolidado compuesto de arenas medias con abundantes sales, se rompe de 1 a 2 golpes.			
0.6-2		Deposito aluvial marino, Arena gruesa con fragmentos de roca subangulosa de 1-2 cm. (<20%), máximo de 8 cm., baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.			
2-2.4		Deposito aluvial marino, Arcilla+++ y limo +, moderada a baja compactación, moderado contenido de sales, material con ligera humedad.			
2.4-3		Deposito marino, poca influencia aluvial, Arena fina, baja compactación, moderado contenido de sales, material con ligera humedad.			
<b>Observaciones</b>					
Se ubica en la segunda terraza marina, predomina la influencia marina sobre el aluvial.					

Nombre: PH_6		Distrito: Punta Hermosa	Balneario Centro
Realizado por: E.G.T.		Fecha: Agosto 2010	
		<p><b>Ubicación:</b></p> <p>Norte: 8636052 Este : 301441</p> <p>Elevación: 40 m</p> <p>Referencia.: Alt. Ca. Garcia Rada c/ Ca. Maria Parado de Bellido.</p> <p>Análisis granulométrico: Arenas gruesas a medias con clastos Subangulosos</p> <p>Clasificación SUCS: SP</p> <p>Capacidad portante: 3.41 kg/cm<sup>2</sup></p>	
<b>Descripción</b>			
0 – 1	Relleno, de arenas gruesas con fragmentos de roca angulosa 5-10 cm. (<40%), moderadamente salado, moderada a abaja compactación, material seco.		
1 – 1.7	Deposito aluvial marino, arena gruesa a media color gris amarillento con poco limo, baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.		
1.7 – 1.9	Deposito marino tipo caliche, consolidado compuesto de arenas medias con abundantes sales, se rompe de 1 a 2 golpes.		
1.9 – 2.3	Deposito aluvial-marino, arena media a fina color gris amarillento, moderada a baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.		
2.3 - 3	Deposito aluvial marino, arena fina con poco limo y arcilla, color gris claro, moderada a baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.		
<b>Observaciones</b>			
Zona de depositación aluvial con influencia marina, ubicada en la segunda terraza.			

Nombre: PH_7		Distrito: Punta Hermosa	Balneario Este
Realizado por: E.G.T.		Fecha: Agosto 2010	
		<b>Ubicación:</b> Norte: 8635882 Este : 301788  Elevación : 43 m  Referencia.: Ca. Hipolito Unanue c/ Ca. Tupac Amaru.  Análisis granulométrico:  Arena fina a media con limos y clastos subredondeados  Clasificación SUCS: SM  Capacidad portante: 6.82 kg/cm2	
		<b>Descripción</b>	
0 – 0.8	Deposito aluvial con influencia marina, arena fina con poco limo y arcilla, color marrón amarillento, moderada a baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.		
0.8 – 2.5	Deposito aluvial con influencia marina, arena gruesa, color gris amarillento, baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.		
2.5 – 2.6	Deposito aluvial con influencia marina, arena fina con poco limo y arcilla, color marrón amarillento, moderada a baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.		
2.6 - 3	Deposito aluvial con influencia marina, arena gruesa, color gris amarillento, baja compactación, moderado contenido de sales, material seco.		
<b>Observaciones</b>			
Material aluvial con influencia marina, se ubica en la segunda terraza.			



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

## **DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES**

### **LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

DCR - LMS 286/2010

**SOLICITANTE :** INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU  
MICROZONIFICACION SISMO GEOTECNICA EN LIMA  
METROPOLITANA - INDECI - PNUD - COOPI - IRD -  
IGP  
**PROYECTO :**  
**UBICACIÓN** PUNTA HERMOSA  
**MUESTRA :** PH - 1  
**PROFUNDIDAD :** 3.00 m  
**FECHA :** La Molina , 23 de agosto de 2010

### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

<b>Especimen</b>	<b>:</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Lado (cm)</b>	<b>:</b>	6.00	6.00	6.00
<b>Altura (cm)</b>	<b>:</b>	2.544	2.544	2.544
<b>Densidad Seca ( gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>:</b>			
	<b>:</b>	1.66	1.66	1.66
<b>Humedad Inicial (%)</b>	<b>:</b>	1.24	1.24	1.24
<b>Humedad Saturación (%)</b>	<b>:</b>	15.89	16.31	15.24
<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>:</b>	0.50	1.00	1.50

#### **Deformación Unitaria**

( E - % )

0.5

1.0

2.0

3.0

4.0

5.0

7.0

9.0

11.0

13.0

15.0

#### **Esfuerzo Cortante**

(kg/cm<sup>2</sup>)

0.02 0.07 0.09

0.07 0.21 0.30

0.12 0.57 0.83

0.28 0.70 0.98

0.31 0.72 1.00

0.31 0.72 0.98

0.30 0.69 0.94

0.27 0.65 0.88

0.24 0.63 0.86

0.21 0.62 0.85

0.20 0.61 0.84

**Angulo de Fricción Interna del Suelo ( ° )**

31.73

**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>)**

0.00

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

## **DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES**

### **LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

DCR - LMS 286/2010

**SOLICITANTE :** INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU  
MICROZONIFICACION SISMO GEOTECNICA EN LIMA  
METROPOLITANA - INDECI - PNUD - COOPI - IRD -  
IGP  
**PROYECTO :**  
**UBICACIÓN :** PUNTA HERMOSA  
**MUESTRA :** PH - 2  
**PROFUNDIDAD :** 3.00 m  
**FECHA :** La Molina , 23 de agosto de 2010

### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

<b>Especimen</b>	:	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Lado (cm)</b>	:	6.00	6.00	6.00
<b>Altura (cm)</b>	:	2.544	2.544	2.544
<b>Densidad Seca ( gr/cm<sup>3</sup>)</b>	:	1.66	1.66	1.66
<b>Humedad Inicial (%)</b>	:	7.18	7.18	7.18
<b>Humedad Saturación (%)</b>	:	21.25	20.86	19.87
<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	:	0.50	1.00	1.50

### **Deformación Unitaria ( E - % )**

### **Esfuerzo Cortante (kg/cm<sup>2</sup>)**

0.5	0.10	0.15	0.25
1.0	0.13	0.22	0.30
2.0	0.18	0.30	0.52
3.0	0.23	0.38	0.64
4.0	0.25	0.47	0.74
5.0	0.28	0.51	0.83
7.0	0.31	0.53	0.91
9.0	0.33	0.57	0.97
11.0	0.33	0.61	0.97
13.0	0.33	0.64	0.97
15.0	0.33	0.64	0.97

**Angulo de Fricción Interna del Suelo ( ° )** 29.61  
**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>)** 0.04

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

## **DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES**

### **LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

DCR - LMS 286/2010

**SOLICITANTE :** INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU  
MICROZONIFICACION SISMO GEOTECNICA EN LIMA  
METROPOLITANA - INDECI - PNUD - COOPI - IRD -  
IGP  
**PROYECTO :**  
**UBICACIÓN :** PUNTA HERMOSA  
**MUESTRA :** PH - 3  
**PROFUNDIDAD :** 3.00 m  
**FECHA :** La Molina , 23 de agosto de 2010

### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

<b>Especimen</b>	<b>:</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Lado (cm)</b>	<b>:</b>	6.00	6.00	6.00
<b>Altura (cm)</b>	<b>:</b>	2.544	2.544	2.544
<b>Densidad Seca ( gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>:</b>	1.66	1.66	1.66
<b>Humedad Inicial (%)</b>	<b>:</b>	3.95	3.95	3.95
<b>Humedad Saturación (%)</b>	<b>:</b>	21.25	20.34	20.67
<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>:</b>	0.50	1.00	1.50

#### **Deformación Unitaria ( E - % )**

#### **Esfuerzo Cortante (kg/cm<sup>2</sup>)**

0.5	0.04	0.09	0.26
1.0	0.06	0.18	0.30
2.0	0.09	0.22	0.54
3.0	0.11	0.28	0.67
4.0	0.15	0.34	0.77
5.0	0.18	0.38	0.81
7.0	0.20	0.45	0.86
9.0	0.24	0.47	0.88
11.0	0.25	0.49	0.91
13.0	0.26	0.50	0.92
15.0	0.26	0.51	0.94

**Angulo de Fricción Interna del Suelo ( ° )** 27.96  
**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>)** 0.02

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

## **DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES**

### **LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

DCR - LMS 286/2010

**SOLICITANTE :** INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU  
MICROZONIFICACION SISMO GEOTECNICA EN LIMA  
METROPOLITANA - INDECI - PNUD - COOPI - IRD -  
IGP  
**PROYECTO :**  
**UBICACIÓN :** PUNTA HERMOSA  
**MUESTRA :** PH - 4  
**PROFUNDIDAD :** 3.00 m  
**FECHA :** La Molina , 23 de agosto de 2010

### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

<b>Especimen</b>	:	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Lado (cm)</b>	:	6.00	6.00	6.00
<b>Altura (cm)</b>	:	2.544	2.544	2.544
<b>Densidad Seca ( gr/cm<sup>3</sup>)</b>	:	1.66	1.66	1.66
<b>Humedad Inicial (%)</b>	:	1.83	1.83	1.83
<b>Humedad Saturación (%)</b>	:	18.23	17.68	18.28
<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	:	0.50	1.00	1.50

#### **Deformación Unitaria ( E - % )**

#### **Esfuerzo Cortante (kg/cm<sup>2</sup>)**

0.5	0.07	0.10	0.14
1.0	0.11	0.15	0.30
2.0	0.18	0.25	0.52
3.0	0.21	0.46	0.68
4.0	0.28	0.56	0.92
5.0	0.32	0.60	0.99
7.0	0.36	0.63	1.01
9.0	0.35	0.62	0.97
11.0	0.33	0.63	0.96
13.0	0.31	0.62	0.95
15.0	0.31	0.61	0.95

**Angulo de Fricción Interna del Suelo ( ° )** 32.75  
**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>)** 0.00

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

## **DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES**

### **LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

DCR - LMS 286/2010

**SOLICITANTE :** INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU  
MICROZONIFICACION SISMO GEOTECNICA EN LIMA  
METROPOLITANA - INDECI - PNUD - COOPI - IRD -  
IGP  
**PROYECTO :**  
**UBICACIÓN :** PUNTA HERMOSA  
**MUESTRA :** PH - 5  
**PROFUNDIDAD :** 3.00 m  
**FECHA :** La Molina , 23 de agosto de 2010

### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

<b>Especimen</b>	:	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Lado (cm)</b>	:	6.00	6.00	6.00
<b>Altura (cm)</b>	:	2.544	2.544	2.544
<b>Densidad Seca ( gr/cm<sup>3</sup>)</b>	:	1.66	1.66	1.66
<b>Humedad Inicial (%)</b>	:	0.008	0.008	0.008
<b>Humedad Saturación (%)</b>	:	19.24	18.35	18.19
<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	:	0.50	1.00	1.50

	<b>Deformación Unitaria</b> ( E - % )	<b>Esfuerzo Cortante</b> (kg/cm <sup>2</sup> )		
	0.5	0.09	0.13	0.25
	1.0	0.13	0.22	0.30
	2.0	0.18	0.31	0.84
	3.0	0.19	0.41	0.93
	4.0	0.22	0.45	0.95
	5.0	0.20	0.49	0.96
	7.0	0.20	0.51	0.96
	9.0	0.19	0.52	0.96
	11.0	0.18	0.50	0.96
	13.0	0.18	0.48	0.94
	15.0	0.17	0.46	0.94

**Angulo de Fricción Interna del Suelo ( ° )** 28.80  
**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>)** 0.00

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

## **DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES**

### **LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

DCR - LMS 286/2010

**SOLICITANTE :** INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU  
MICROZONIFICACION SISMO GEOTECNICA EN LIMA  
METROPOLITANA - INDECI - PNUD - COOPI - IRD -  
**PROYECTO :** IGP  
**UBICACIÓN :** PUNTA HERMOSA  
**MUESTRA :** PH - 6  
**PROFUNDIDAD :** 3.00 m  
**FECHA :** La Molina , 23 de agosto de 2010

### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

<b>Especimen</b>	:	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Lado (cm)</b>	:	6.00	6.00	6.00
<b>Altura (cm)</b>	:	2.544	2.544	2.544
<b>Densidad Seca ( gr/cm<sup>3</sup>)</b>	:	1.66	1.66	1.66
<b>Humedad Inicial (%)</b>	:	8.92	8.92	8.92
<b>Humedad Saturación (%)</b>	:	22.31	20.24	21.67
<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	:	0.50	1.00	1.50

<b>Deformación Unitaria</b> <b>( E - % )</b>	<b>Esfuerzo Cortante</b> <b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
0.5	0.08	0.14	0.31
1.0	0.11	0.21	0.30
2.0	0.15	0.35	0.61
3.0	0.17	0.41	0.72
4.0	0.21	0.47	0.82
5.0	0.23	0.51	0.86
7.0	0.25	0.56	0.97
9.0	0.27	0.59	0.98
11.0	0.27	0.60	1.00
13.0	0.28	0.61	1.01
15.0	0.28	0.61	1.02

**Angulo de Fricción Interna del Suelo ( ° )** 27.90  
**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>)** 0.04

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

## **DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES**

### **LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

DCR - LMS 286/2010

**SOLICITANTE :** INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU  
MICROZONIFICACION SISMO GEOTECNICA EN LIMA  
METROPOLITANA - INDECI - PNUD - COOPI - IRD -  
**PROYECTO :** IGP  
**UBICACIÓN :** PUNTA HERMOSA  
**MUESTRA :** PH - 7  
**PROFUNDIDAD :** 3.00 m  
**FECHA :** La Molina , 23 de agosto de 2010

### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

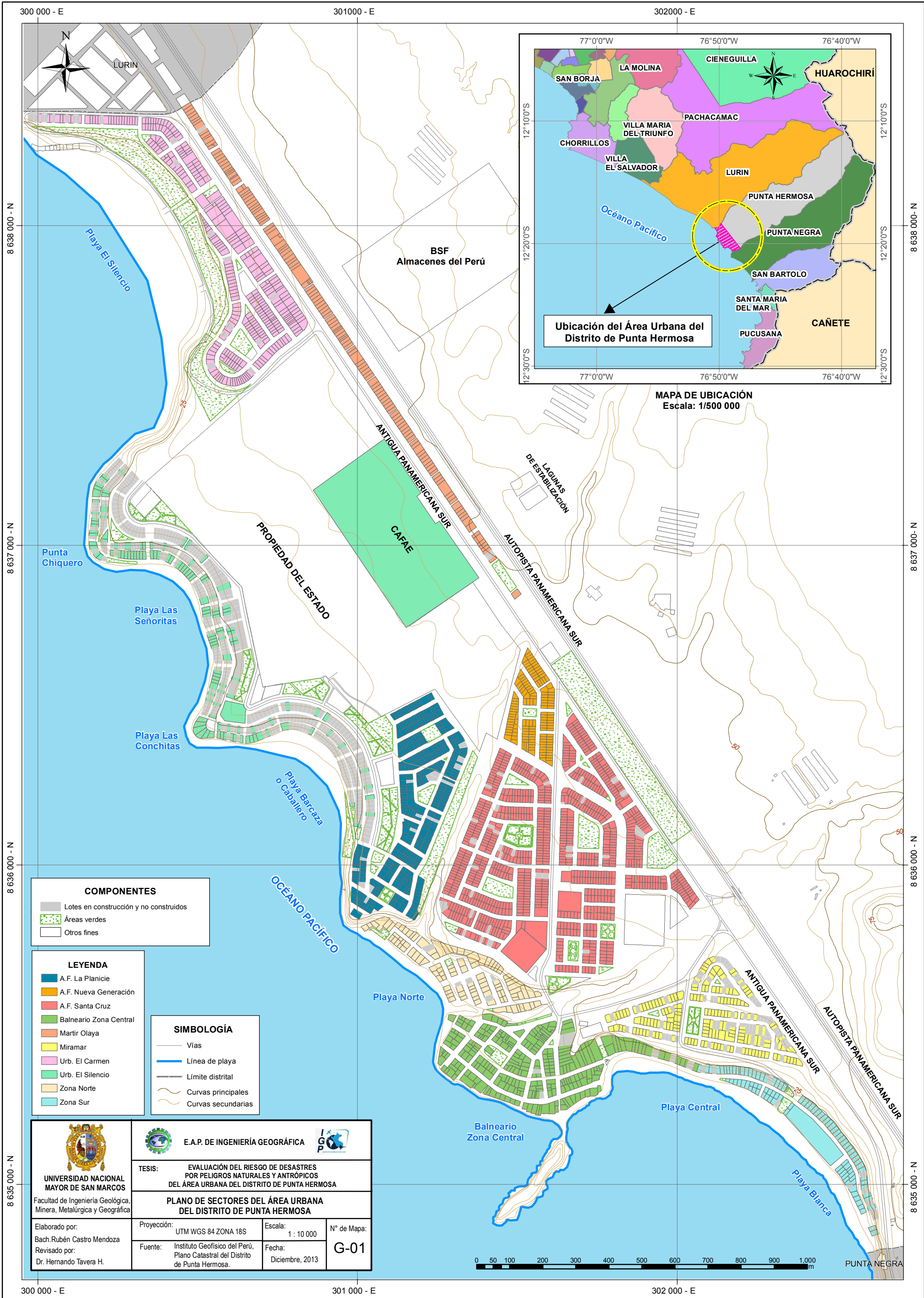
<b>Especimen</b>	<b>:</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Lado (cm)</b>	<b>:</b>	6.00	6.00	6.00
<b>Altura (cm)</b>	<b>:</b>	2.544	2.544	2.544
<b>Densidad Seca ( gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>:</b>	1.66	1.66	1.66
<b>Humedad Inicial (%)</b>	<b>:</b>	6.29	6.29	6.29
<b>Humedad Saturación (%)</b>	<b>:</b>	16.98	17.65	18.54
<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>:</b>	0.50	1.00	1.50

<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo Cortante</b>		
<b>( E - % )</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
0.5	0.08	0.14	0.38
1.0	0.11	0.18	0.30
2.0	0.15	0.28	0.81
3.0	0.19	0.34	0.93
4.0	0.22	0.41	1.00
5.0	0.23	0.52	1.03
7.0	0.25	0.54	1.05
9.0	0.24	0.52	1.04
11.0	0.23	0.51	1.02
13.0	0.22	0.51	1.01
15.0	0.21	0.50	1.00

**Angulo de Fricción Interna del Suelo ( ° )** 32.42  
**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>)** 0.00

## **Anexo III. Planos**





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

	Lotes en construcción y no construidos
	Áreas verdes
	Otros fines

**LEYENDA**

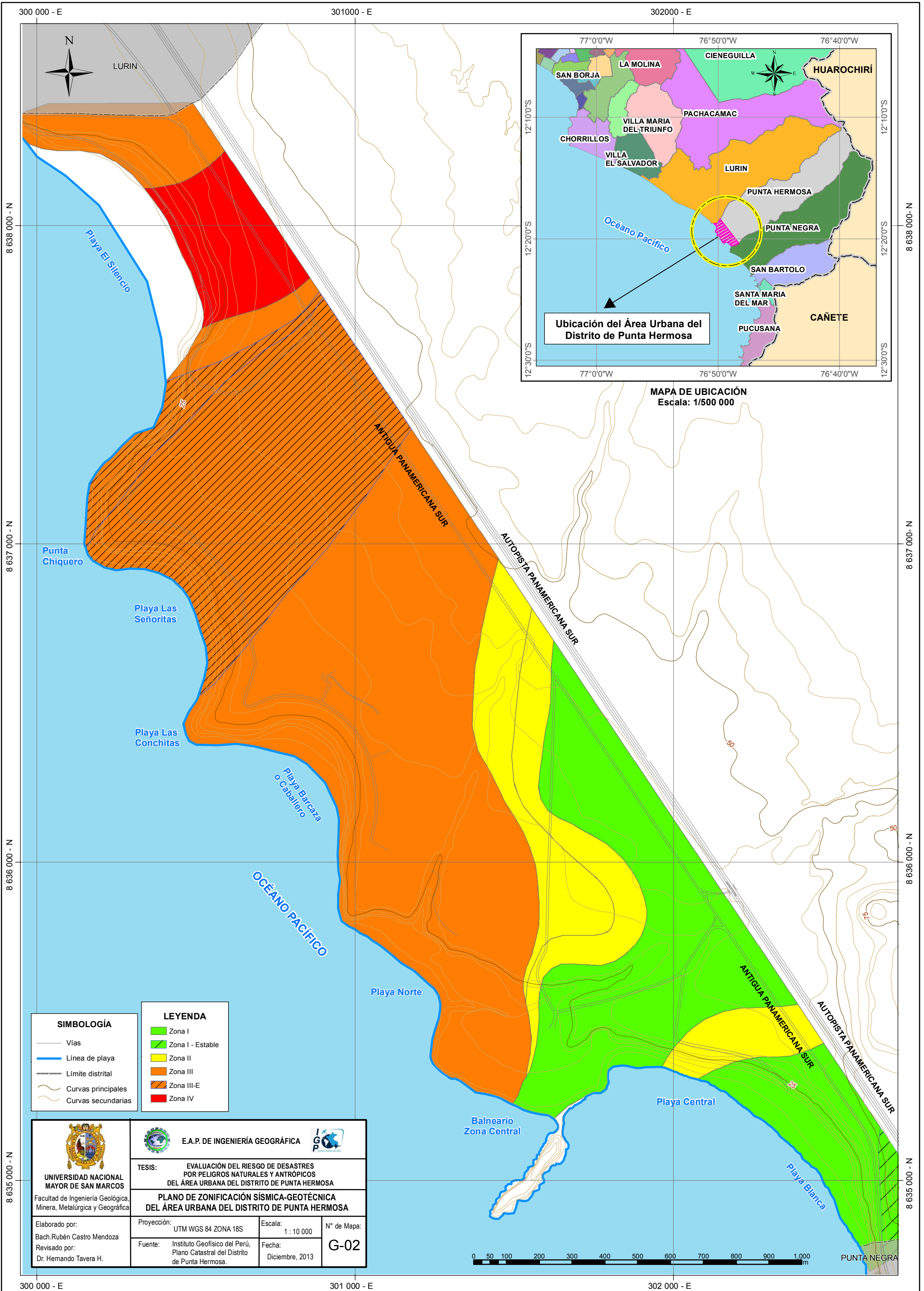
	A.F. La Planicie
	A.F. Nueva Generación
	A.F. Santa Cruz
	Balneario Zona Central
	Miramar
	Urb. El Carmen
	Urb. El Silencio
	Zona Norte
	Zona Sur

**SIMBOLOGÍA**

	Vías
	Línea de playa
	Límite distrital
	Curvas principales
	Curvas secundarias

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>						
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>						
<p><b>PLANO DE SECTORES DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>							
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</td> <td>Escala: 1: 10 000</td> <td>N° de Mapa: <b>G-01</b></td> </tr> <tr> <td>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</td> <td>Fecha: Diciembre, 2013</td> <td></td> </tr> </table>	Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1: 10 000	N° de Mapa: <b>G-01</b>	Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013	
Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1: 10 000	N° de Mapa: <b>G-01</b>					
Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013						





**SIMBOLOGÍA**

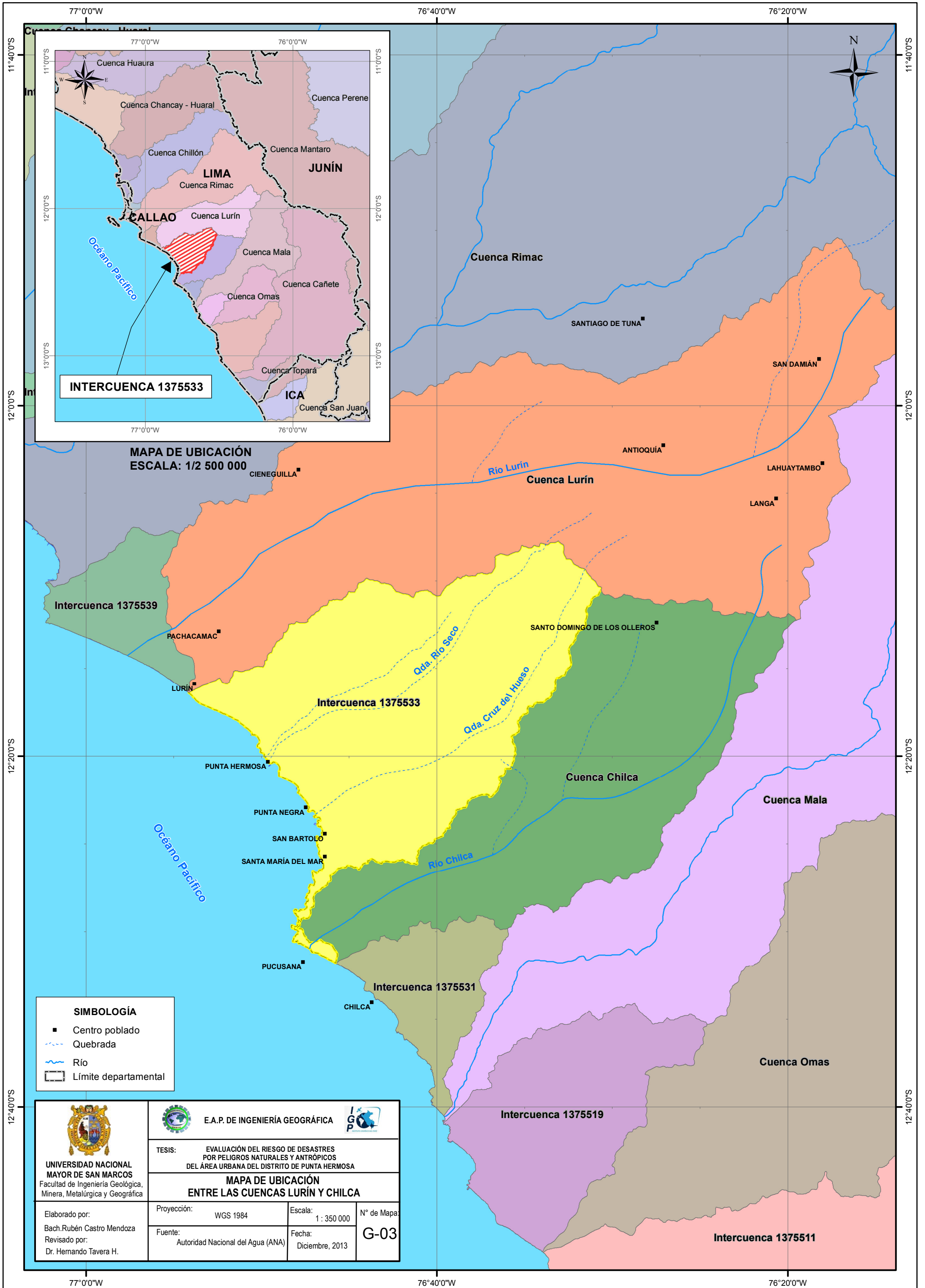
- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Zona I
- Zona I - Estable
- Zona II
- Zona III
- Zona III-E
- Zona IV

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</p>	
	<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</p>	
<p><b>PLANO DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA-GEOTÉCNICA DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>		
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p>	<p>Escala: 1 : 10 000</p>
<p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>	<p>Fecha: Diciembre, 2013</p>
		<p>N° de Mapa: <b>G-02</b></p>





**INTERCUENCA 1375533**

**MAPA DE UBICACIÓN  
ESCALA: 1/2 500 000**

**Intercuenca 1375539**

**Intercuenca 1375533**

**Intercuenca 1375531**

**Intercuenca 1375519**

**Intercuenca 1375511**

**SIMBOLOGÍA**

- Centro poblado
- Quebrada
- ~ Río
- ▭ Límite departamental



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
MAYOR DE SAN MARCOS**  
Facultad de Ingeniería Geológica,  
Minera, Metalúrgica y Geográfica



**E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA**



TESIS: **EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES  
POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS  
DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA**

**MAPA DE UBICACIÓN  
ENTRE LAS CUENCAS LURÍN Y CHILCA**

Elaborado por:  
Bach. Rubén Castro Mendoza  
Revisado por:  
Dr. Hernando Tavera H.

Proyección: WGS 1984

Escala: 1:350 000

N° de Mapa

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Fecha: Diciembre, 2013

**G-03**

77°0'0"W

76°40'0"W

76°20'0"W

12°40'0"S

12°20'0"S

12°0'0"S

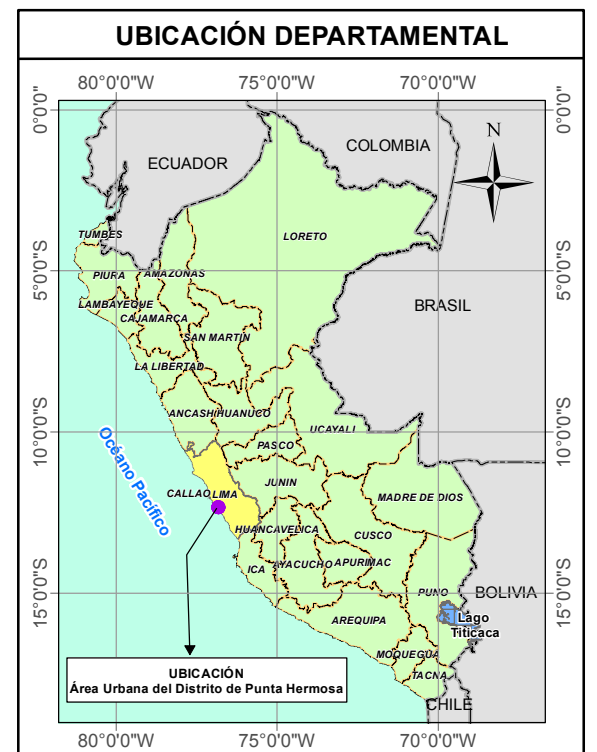
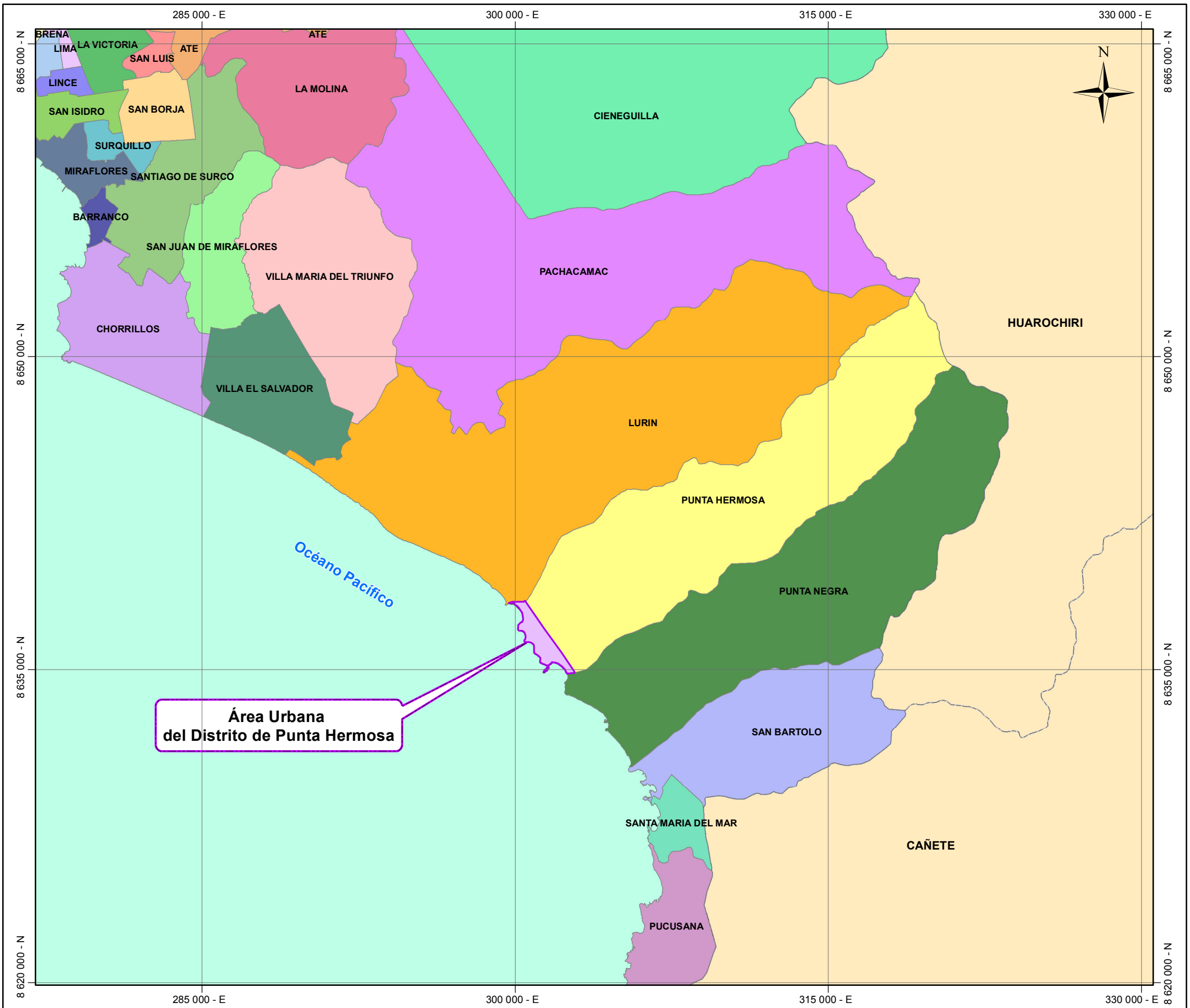
11°40'0"S

12°40'0"S

12°20'0"S

12°0'0"S

11°40'0"S



**SIMBOLOGÍA**

	Límite Distrital
	Límite Provincial
	Límite Departamental

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>		
	<p><b>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>		
<p><b>PLANO DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>			
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Elaboración propia</p>	<p>Escala: 1 : 200 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>Nº de Mapa: <b>G-04</b></p>

300 000 - E

301000 - E

302000 - E



LURIN



Ubicación del Área Urbana del Distrito de Punta Hermosa

MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

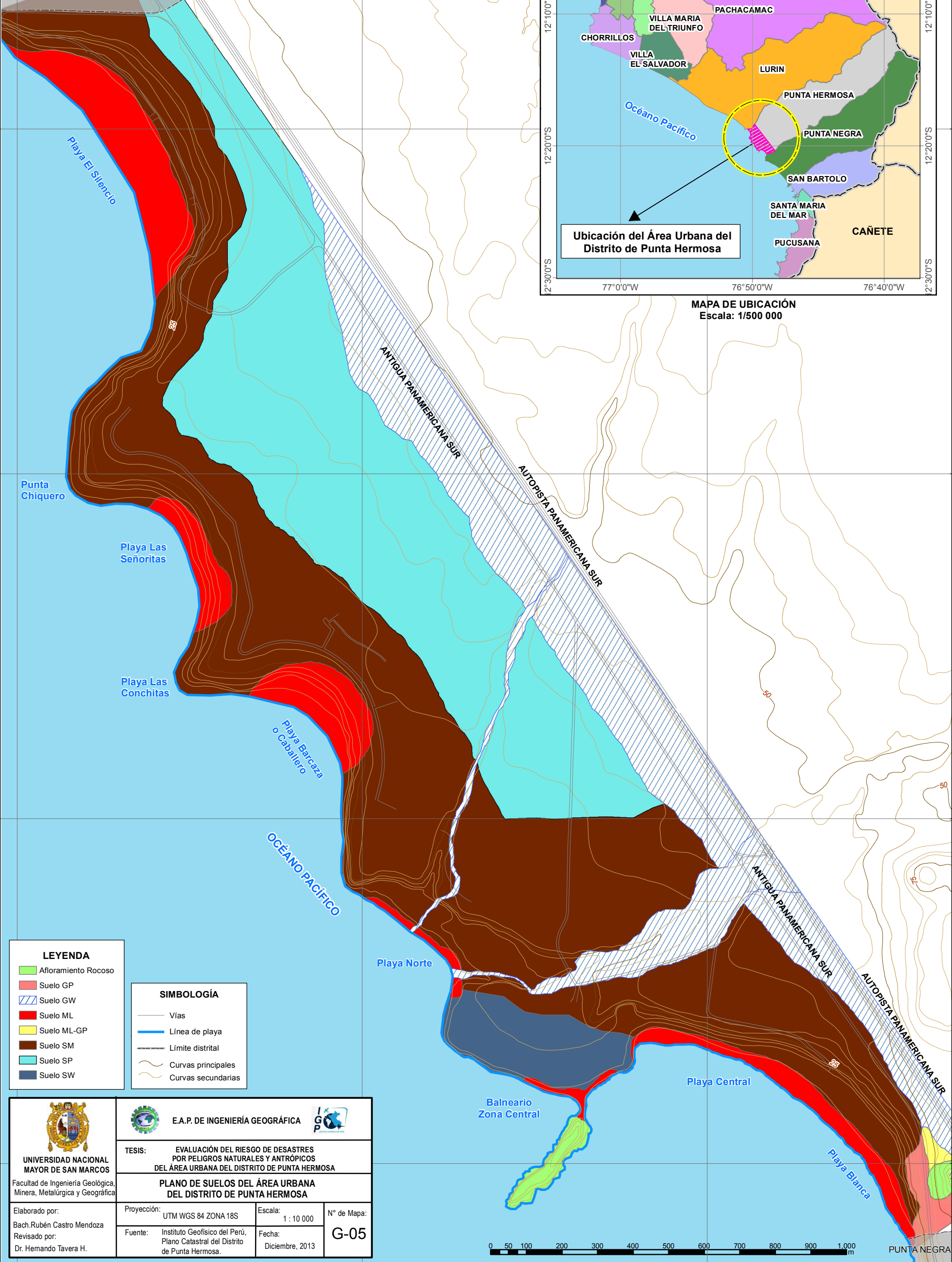
8 635 000 - N

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N



**LEYENDA**

- Afloramiento Rocoso
- Suelo GP
- Suelo GW
- Suelo ML
- Suelo ML-GP
- Suelo SM
- Suelo SP
- Suelo SW

**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias



UNIVERSIDAD NACIONAL  
MAYOR DE SAN MARCOS  
Facultad de Ingeniería Geológica,  
Minera, Metalúrgica y Geográfica



E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES  
POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS  
DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

**PLANO DE SUELOS DEL ÁREA URBANA  
DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA**

Elaborado por:  
Bach. Rubén Castro Mendoza  
Revisado por:  
Dr. Hernando Tavera H.

Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S  
Fuente: Instituto Geofísico del Perú,  
Plano Catastral del Distrito  
de Punta Hermosa.

Escala: 1 : 10 000  
Fecha: Diciembre, 2013

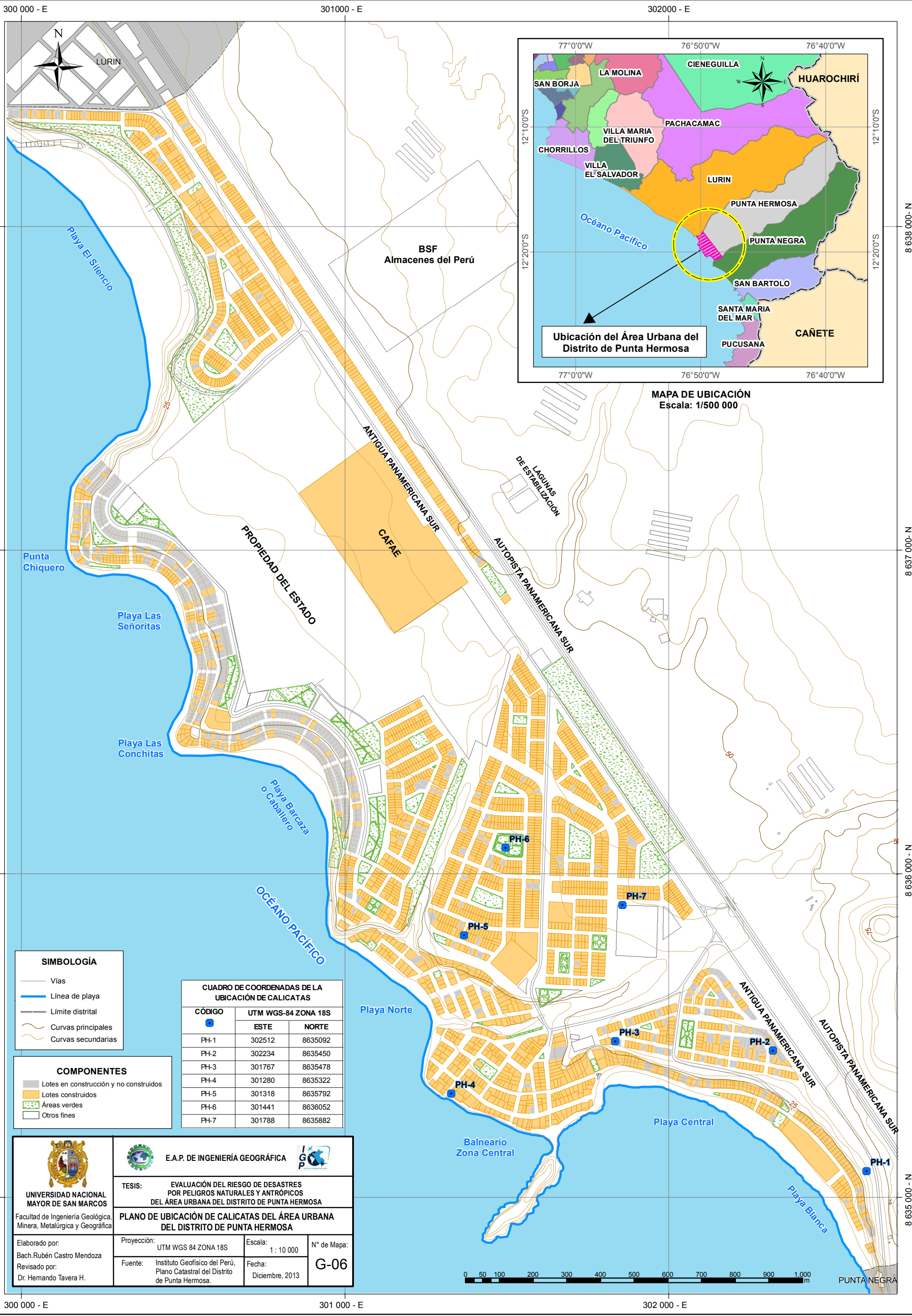
Nº de Mapa:  
**G-05**



300 000 - E

301 000 - E

302 000 - E



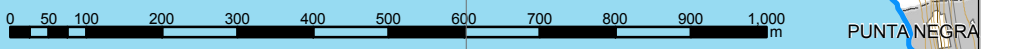
MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

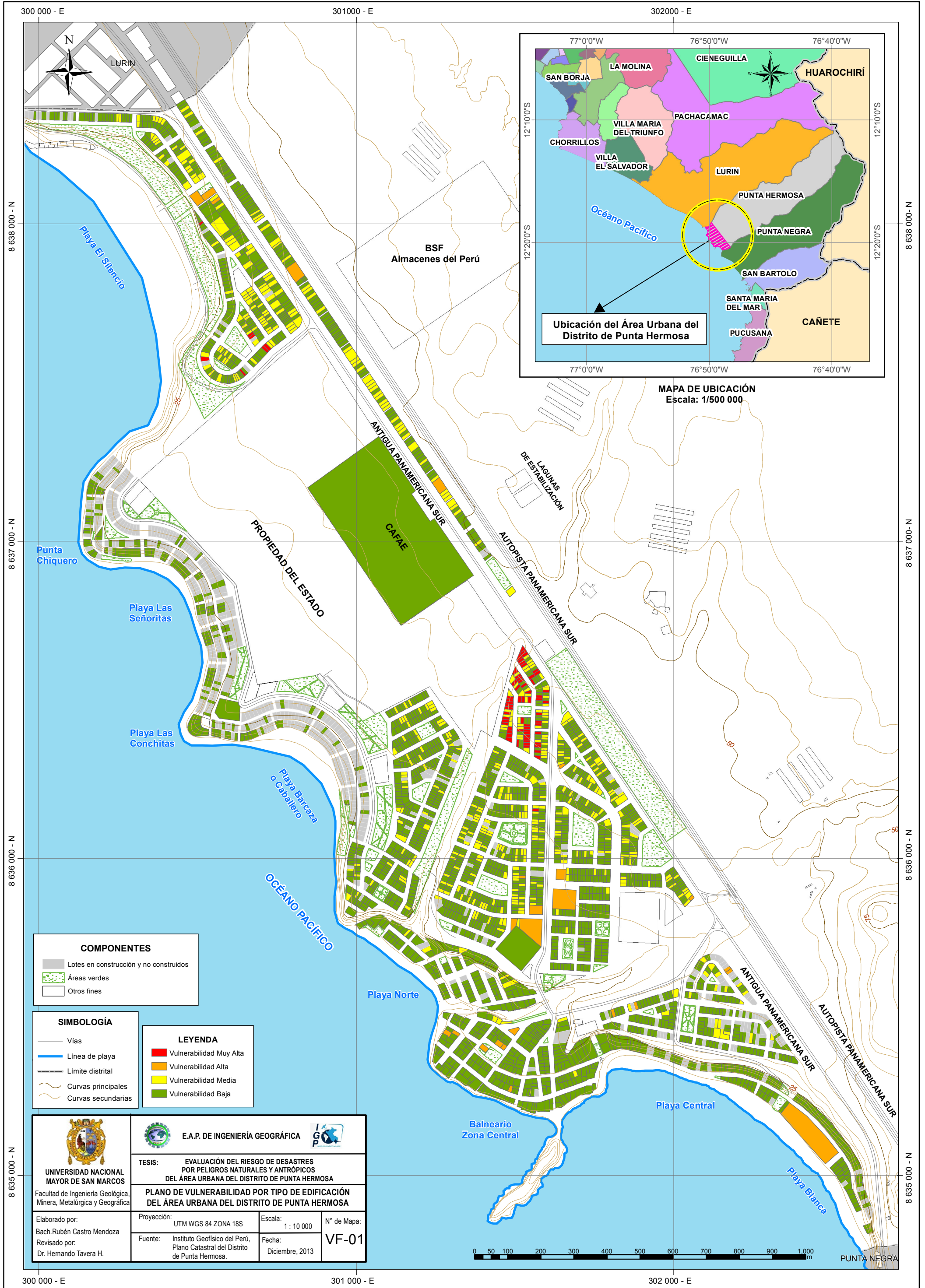
CUADRO DE COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE CALICATAS		
CÓDIGO	UTM WGS-84 ZONA 18S	
	ESTE	NORTE
PH-1	302512	8635092
PH-2	302234	8635450
PH-3	301767	8635478
PH-4	301280	8635322
PH-5	301318	8635792
PH-6	301441	8636052
PH-7	301788	8635882

- SIMBOLOGÍA**
- Vías
  - Línea de playa
  - Límite distrital
  - Curvas principales
  - Curvas secundarias

- COMPONENTES**
- Lotes en construcción y no construidos
  - Lotes construidos
  - Áreas verdes
  - Otros fines

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p> <p><b>PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>
<p>Escala: 1: 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>N° de Mapa: <b>G-06</b></p>





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

- Lotés en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Muy Alta
- Vulnerabilidad Alta
- Vulnerabilidad Media
- Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</p>
	<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</p>
<p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR TIPO DE EDIFICACIÓN DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>	
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>
<p>Escala: 1 : 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>N° de Mapa: <b>VF-01</b></p>



300 000 - E

301000 - E

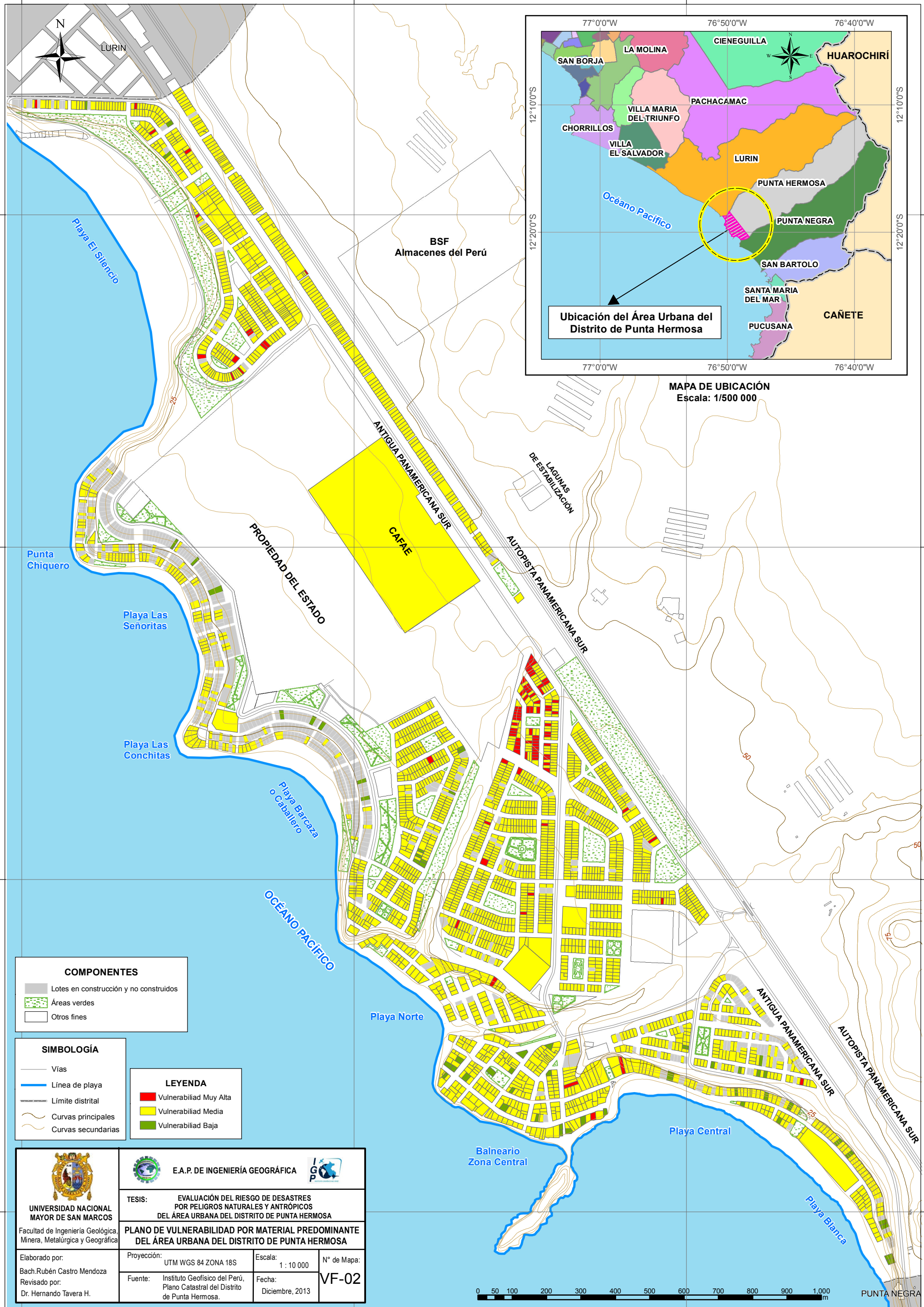
302000 - E

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N



8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N

MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Muy Alta
- Vulnerabilidad Media
- Vulnerabilidad Baja



UNIVERSIDAD NACIONAL  
MAYOR DE SAN MARCOS  
Facultad de Ingeniería Geológica,  
Minera, Metalúrgica y Geográfica



E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA  
TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES  
POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS  
DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

**PLANO DE VULNERABILIDAD POR MATERIAL PREDOMINANTE  
DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA**

Elaborado por:  
Bach. Rubén Castro Mendoza  
Revisado por:  
Dr. Hernando Tavera H.

Proyección:  
UTM WGS 84 ZONA 18S  
Fuente:  
Instituto Geofísico del Perú,  
Plano Catastral del Distrito  
de Punta Hermosa.

Escala:  
1 : 10 000  
Fecha:  
Diciembre, 2013

N° de Mapa:  
**VF-02**



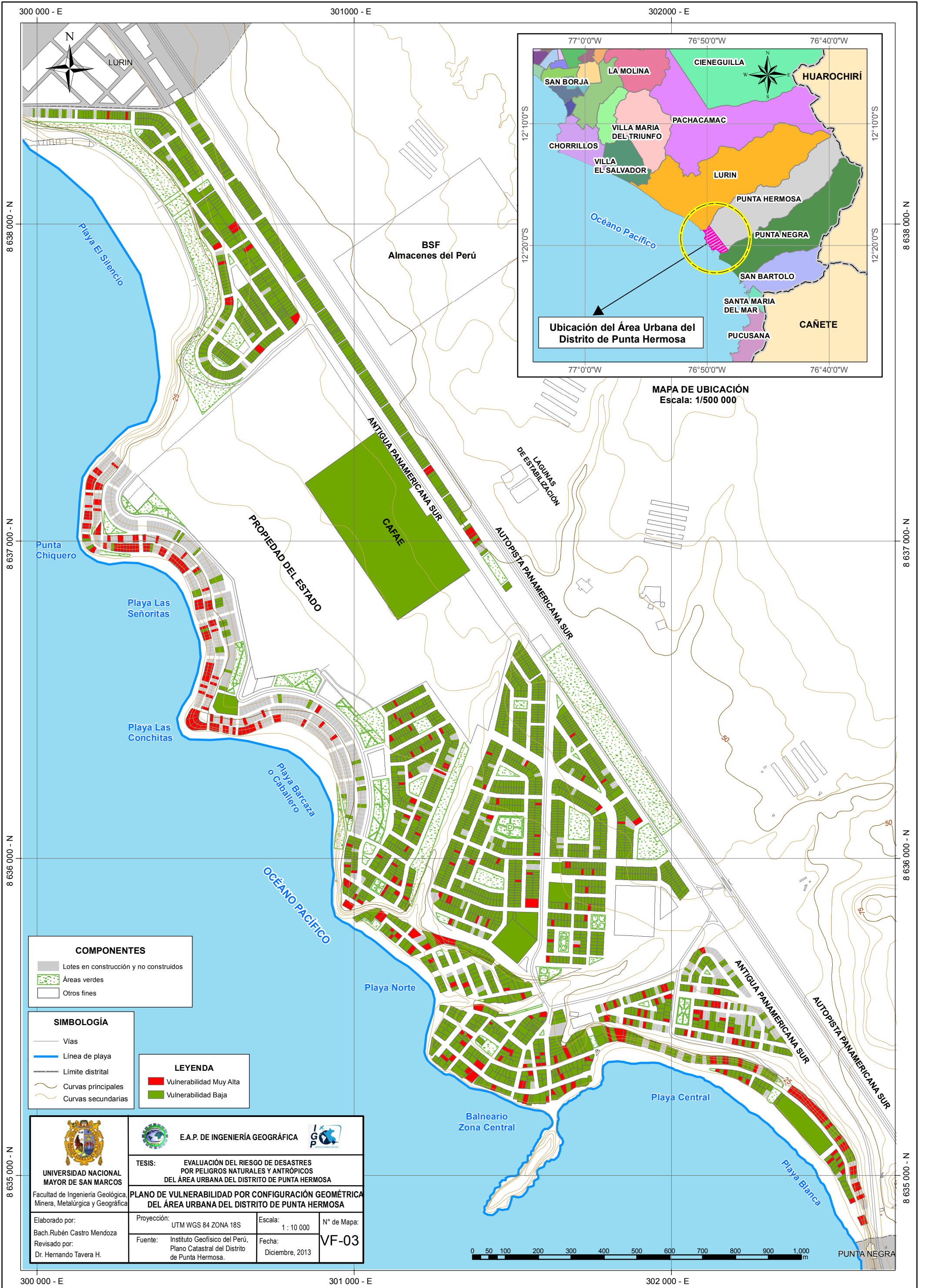
300 000 - E

301 000 - E

302 000 - E

PUNTA NEGRA





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

	Lotes en construcción y no construidos
	Áreas verdes
	Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

	Vías
	Línea de playa
	Límite distrital
	Curvas principales
	Curvas secundarias

**LEYENDA**

	Vulnerabilidad Muy Alta
	Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</p>
	<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</p>
<p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>	
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p>
<p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>
<p>Escala: 1:10 000</p>	<p>Fecha: Diciembre, 2013</p>
<p>N° de Mapa: VF-03</p>	





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

	Lotes en construcción y no construidos
	Áreas verdes
	Otros fines

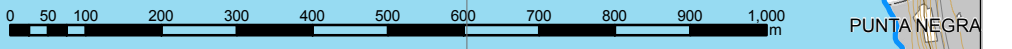
**SIMBOLOGÍA**

	Vías
	Línea de playa
	Límite distrital
	Curvas principales
	Curvas secundarias

**LEYENDA**

	Vulnerabilidad Muy Alta
	Vulnerabilidad Media
	Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>		
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p> <p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>		
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>	<p>Escala: 1 : 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>N° de Mapa: <b>VF-04</b></p>



300 000 - E

301000 - E

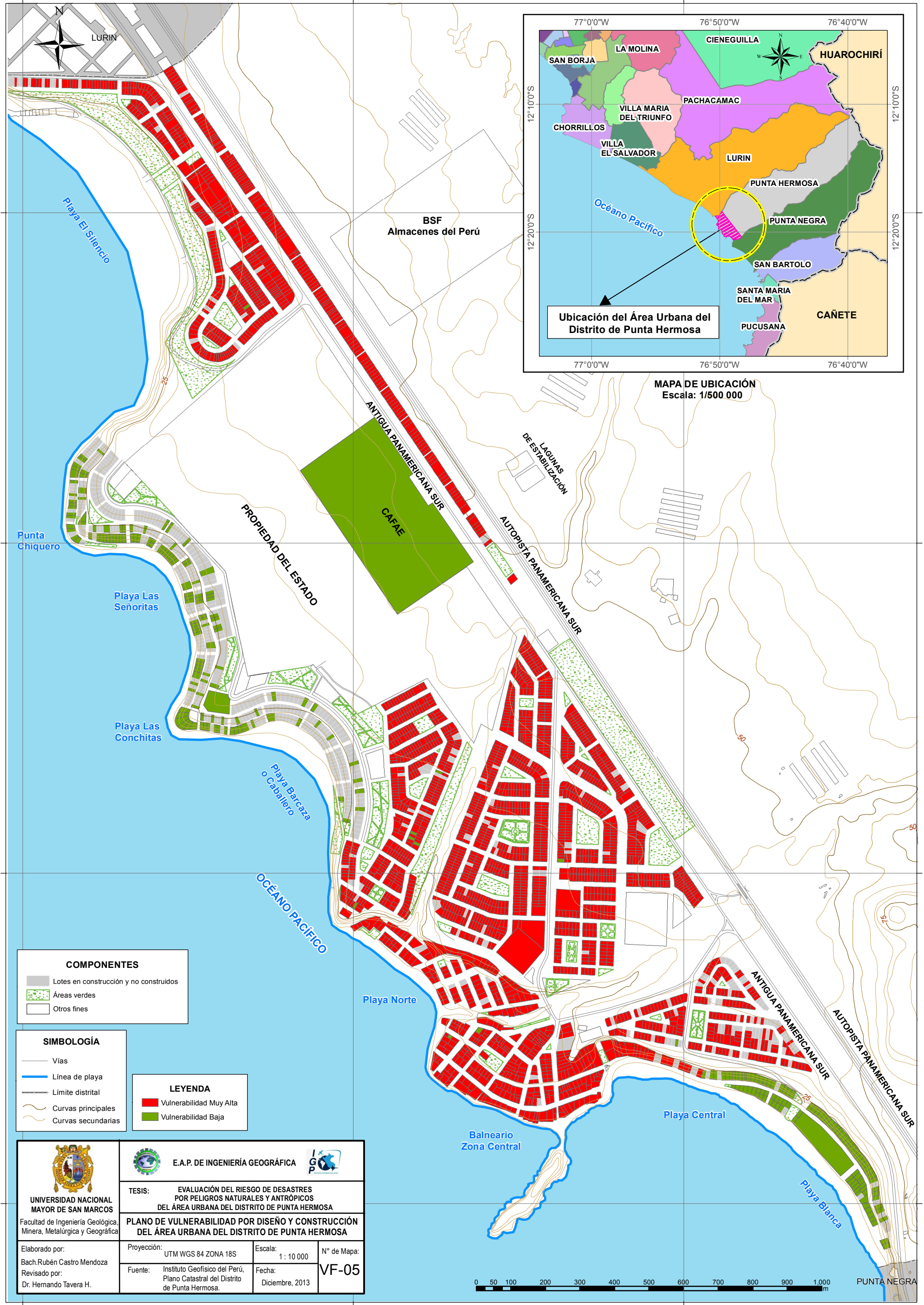
302000 - E

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N



8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N

**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Muy Alta
- Vulnerabilidad Baja

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
 Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

**E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA**

TESIS: **EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA**

**PLANO DE VULNERABILIDAD POR DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA**

Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza  
 Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.

Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S  
 Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.

Escala: 1 : 10 000  
 Fecha: Diciembre, 2013

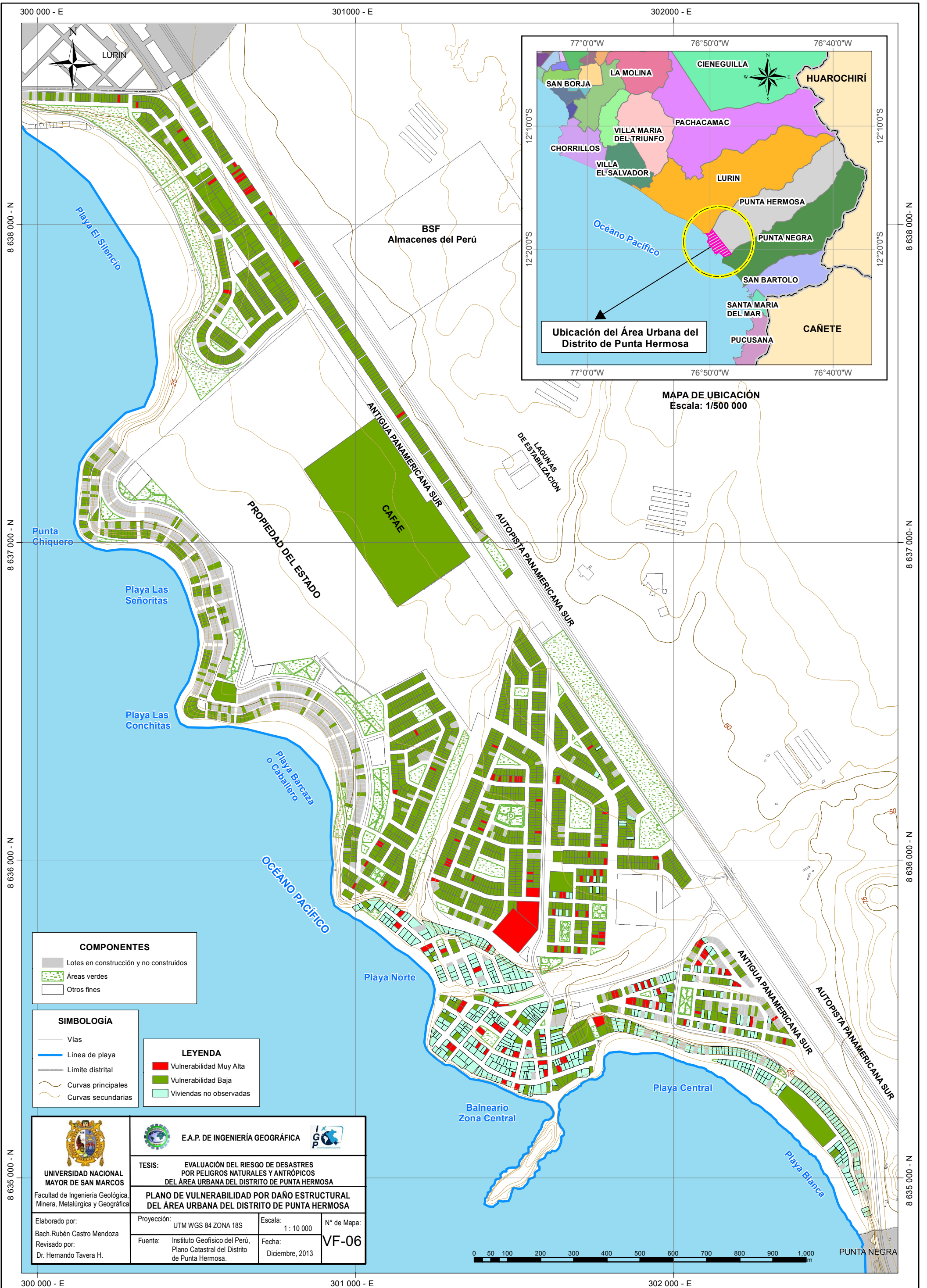
N° de Mapa: **VF-05**



300 000 - E

301 000 - E

302 000 - E



**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

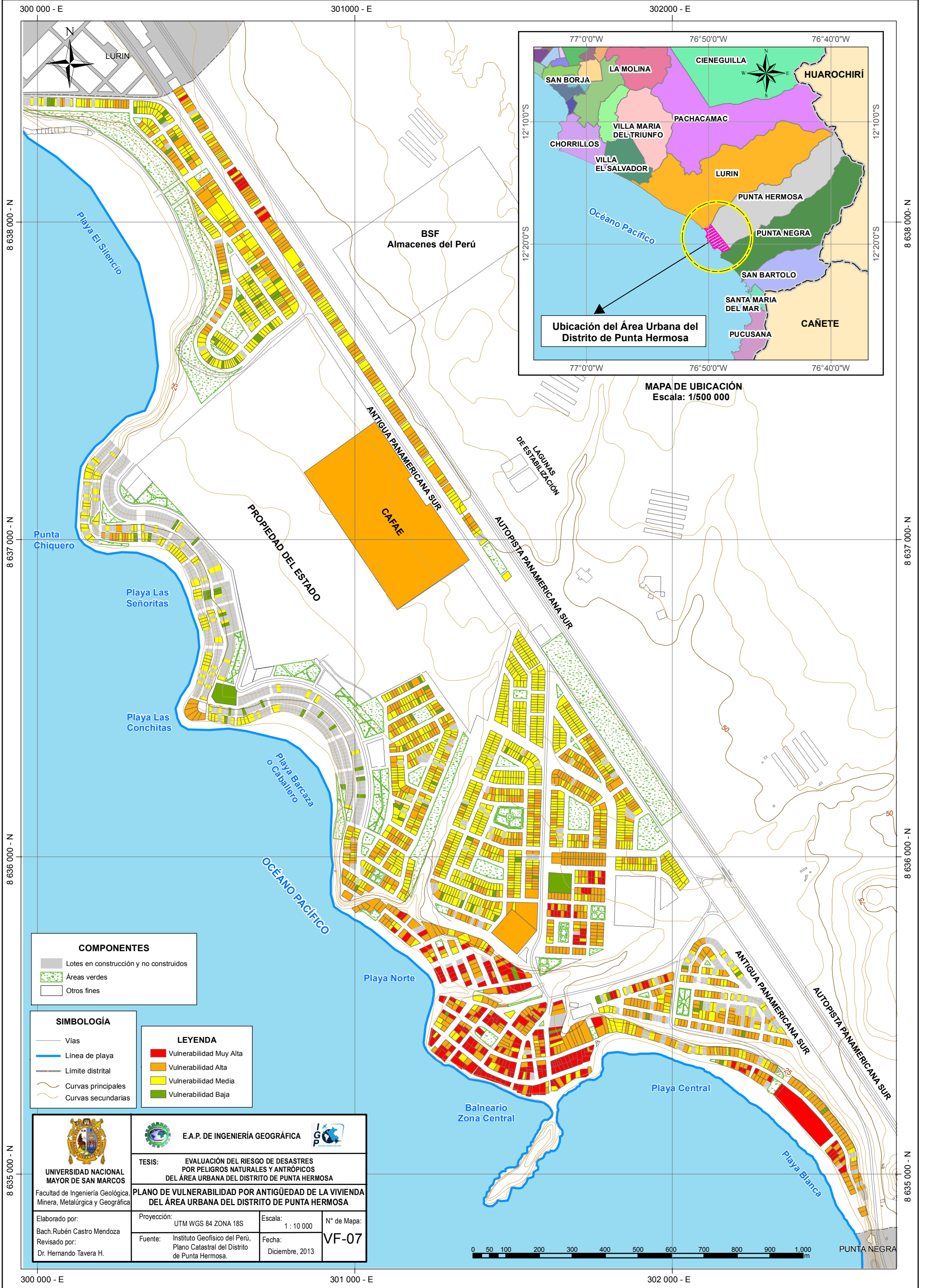
- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Muy Alta
- Vulnerabilidad Baja
- Viviendas no observadas

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>		
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p> <p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR DAÑO ESTRUCTURAL DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>		
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>	<p>Escala: 1 : 10 000 Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>N° de Mapa: <b>VF-06</b></p>





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Muy Alta
- Vulnerabilidad Alta
- Vulnerabilidad Media
- Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p> <p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR ANTIGÜEDAD DE LA VIVIENDA DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>
<p>Escala: 1 : 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>N° de Mapa: <b>VF-07</b></p>



300 000 - E      301000 - E      302000 - E

8 638 000 - N      8 637 000 - N      8 636 000 - N      8 635 000 - N

77°0'0"W      76°50'0"W      76°40'0"W

12°10'0"S      12°20'0"S

300 000 - E      301 000 - E      302 000 - E

8 638 000 - N      8 637 000 - N      8 636 000 - N      8 635 000 - N

300 000 - E

301000 - E

302000 - E

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

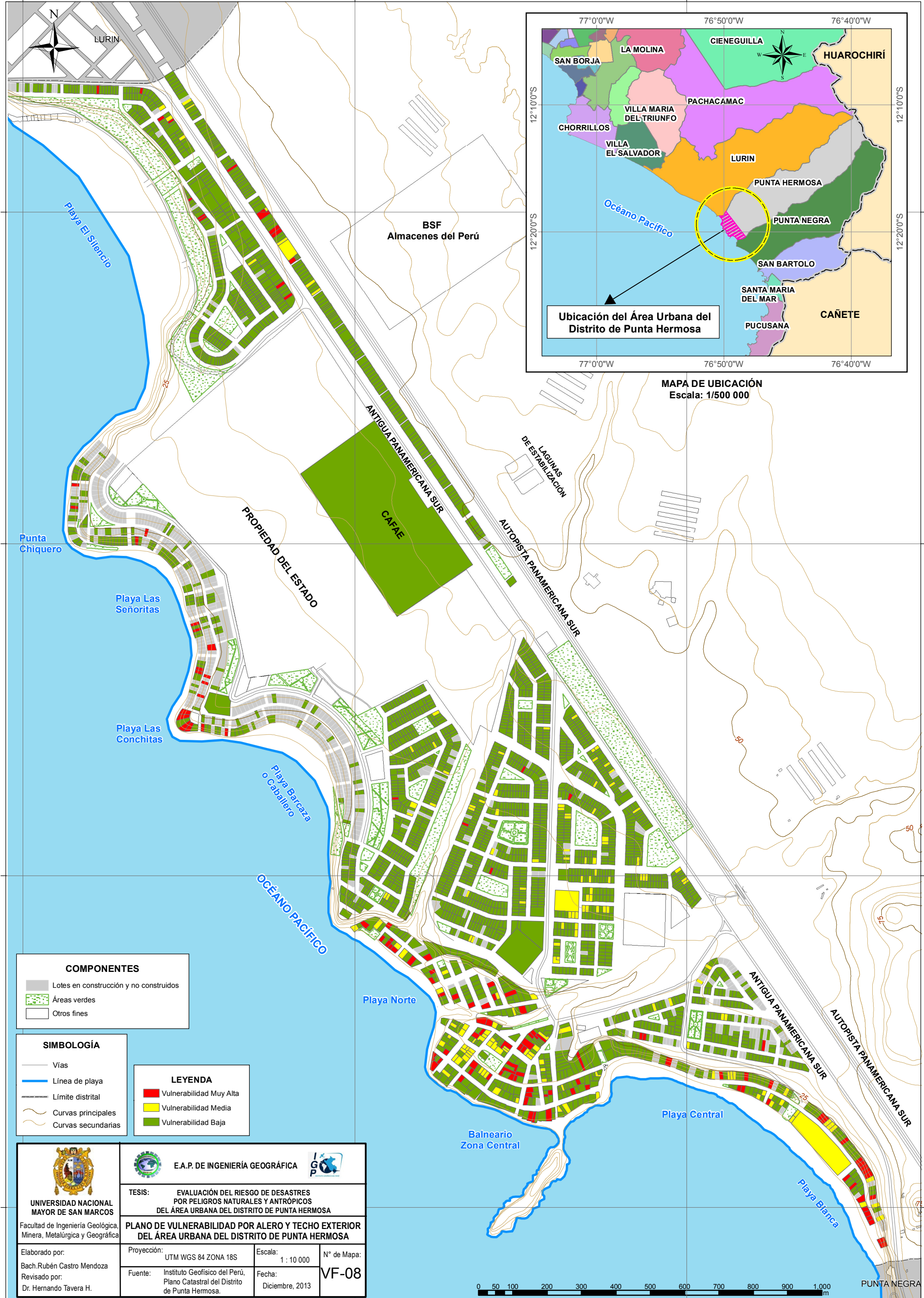
8 635 000 - N

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N



MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

COMPONENTES	
	Lotes en construcción y no construidos
	Áreas verdes
	Otros fines

SIMBOLOGÍA	
	Vías
	Línea de playa
	Límite distrital
	Curvas principales
	Curvas secundarias

LEYENDA	
	Vulnerabilidad Muy Alta
	Vulnerabilidad Media
	Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</p>						
	<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</p>						
<p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR ALERO Y TECHO EXTERIOR DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>							
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</td> <td>Escala: 1 : 10 000</td> <td>N° de Mapa: VF-08</td> </tr> <tr> <td>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</td> <td>Fecha: Diciembre, 2013</td> <td></td> </tr> </table>	Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa: VF-08	Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013	
Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa: VF-08					
Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013						



300 000 - E

301 000 - E

302 000 - E

300 000 - E

301000 - E

302000 - E

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

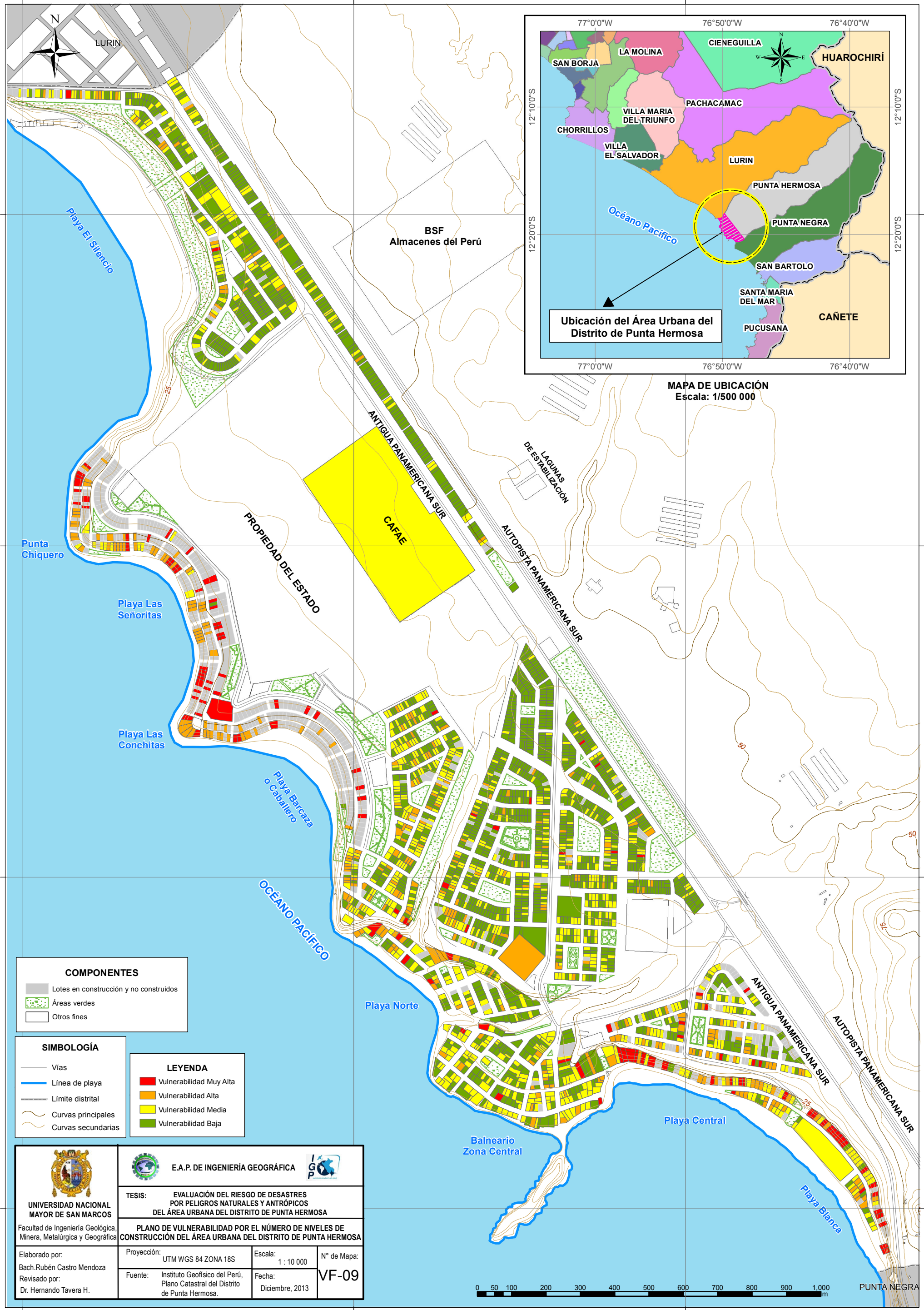
8 635 000 - N

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N



**COMPONENTES**

- Lotenes en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

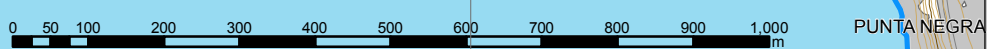
**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Muy Alta
- Vulnerabilidad Alta
- Vulnerabilidad Media
- Vulnerabilidad Baja

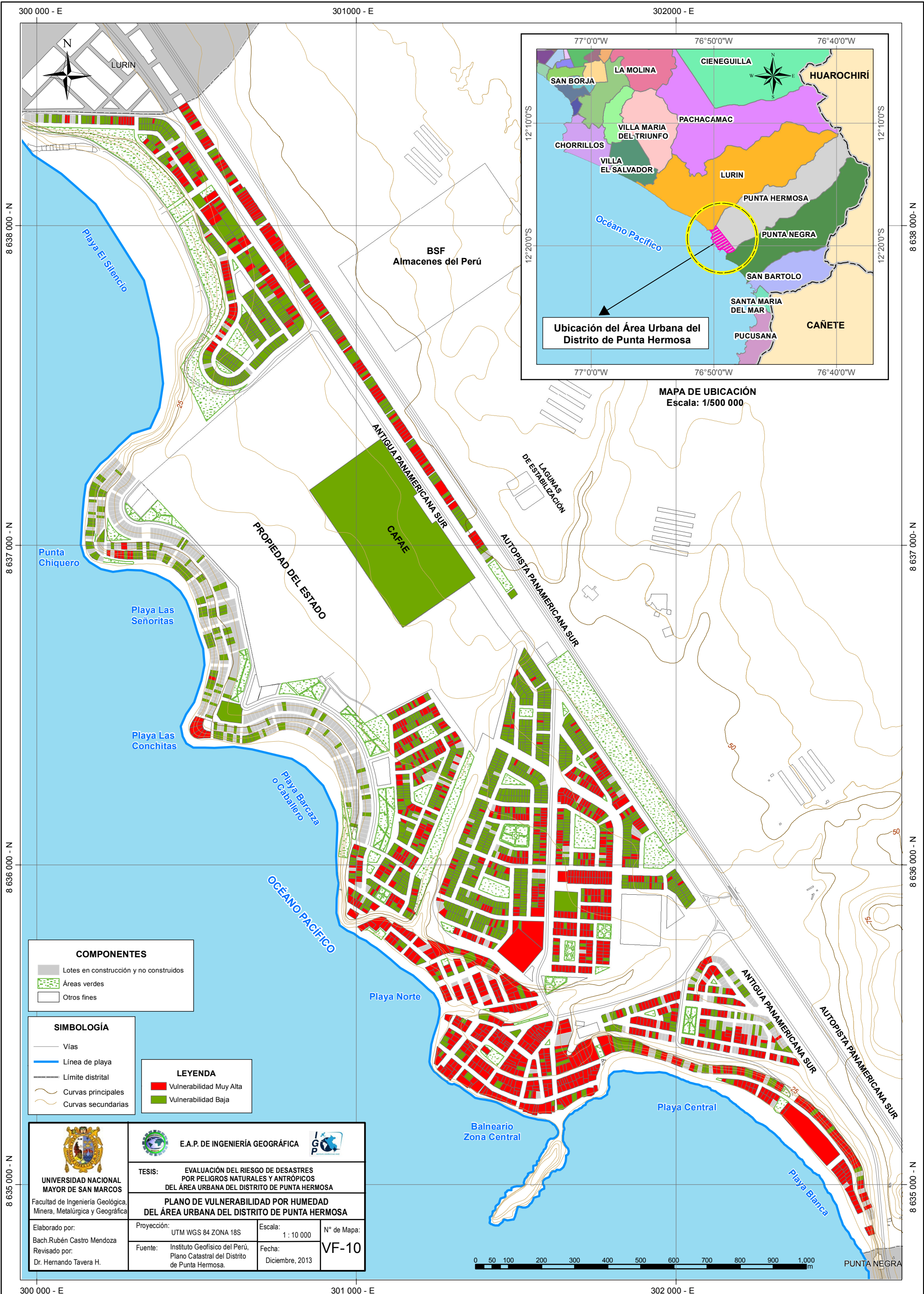
<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>
<p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR EL NÚMERO DE NIVELES DE CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>	
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>
<p>Escala: 1 : 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>Nº de Mapa: <b>VF-09</b></p>



300 000 - E

301 000 - E

302 000 - E



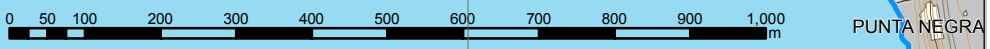
MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

COMPONENTES	
	Lotes en construcción y no construidos
	Áreas verdes
	Otros fines

SIMBOLOGÍA	
	Vías
	Línea de playa
	Límite distrital
	Curvas principales
	Curvas secundarias

LEYENDA	
	Vulnerabilidad Muy Alta
	Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</p>
	<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</p> <p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR HUMEDAD DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>
<p>Escala: 1 : 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>N° de Mapa: <b>VF-10</b></p>





300 000 - E

301000 - E

302000 - E

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

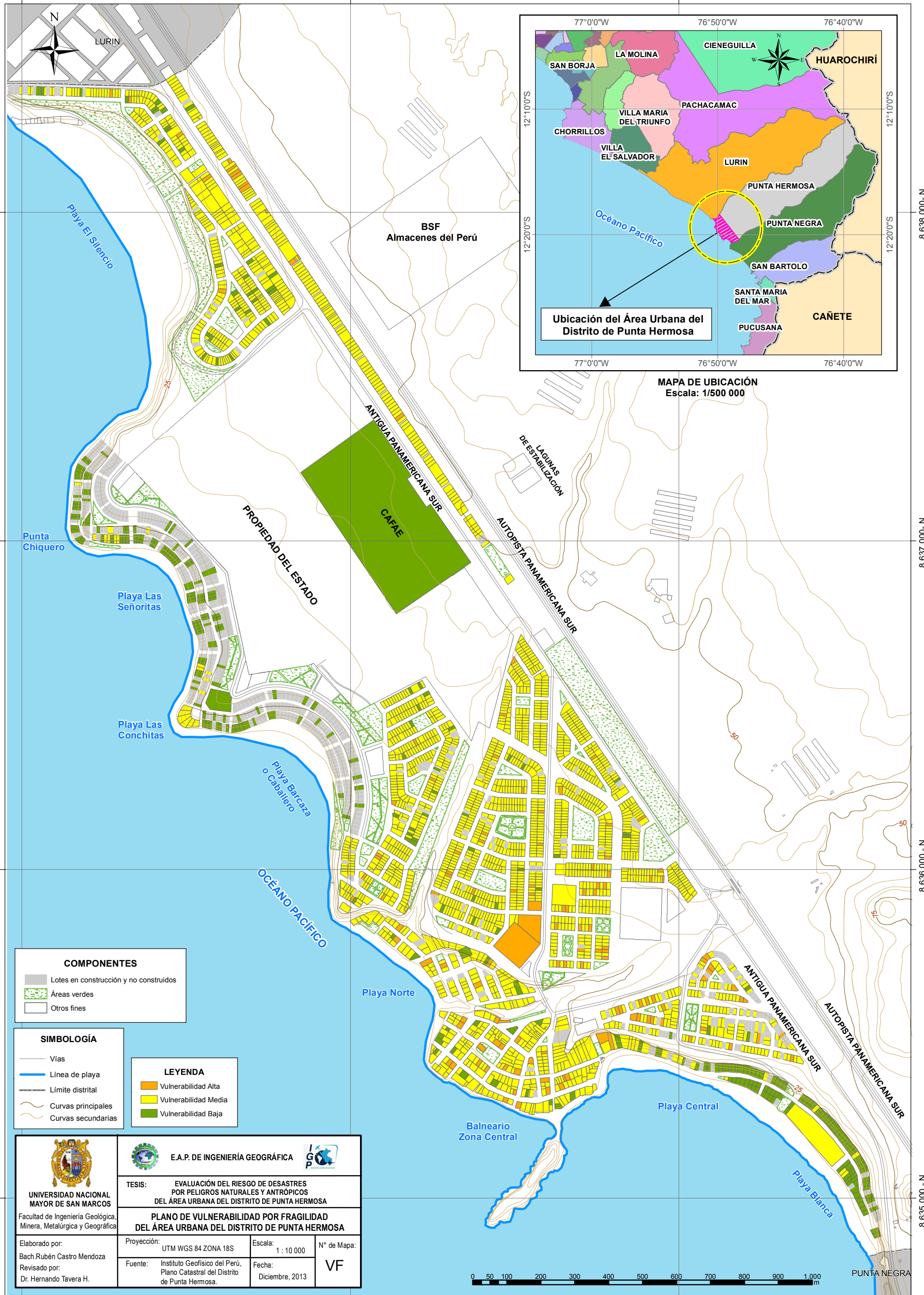
8 635 000 - N

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N



MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

COMPONENTES	
	Lotes en construcción y no construidos
	Áreas verdes
	Otros fines

SIMBOLOGÍA	
	Vías
	Línea de playa
	Límite distrital
	Curvas principales
	Curvas secundarias

LEYENDA	
	Vulnerabilidad Alta
	Vulnerabilidad Media
	Vulnerabilidad Baja

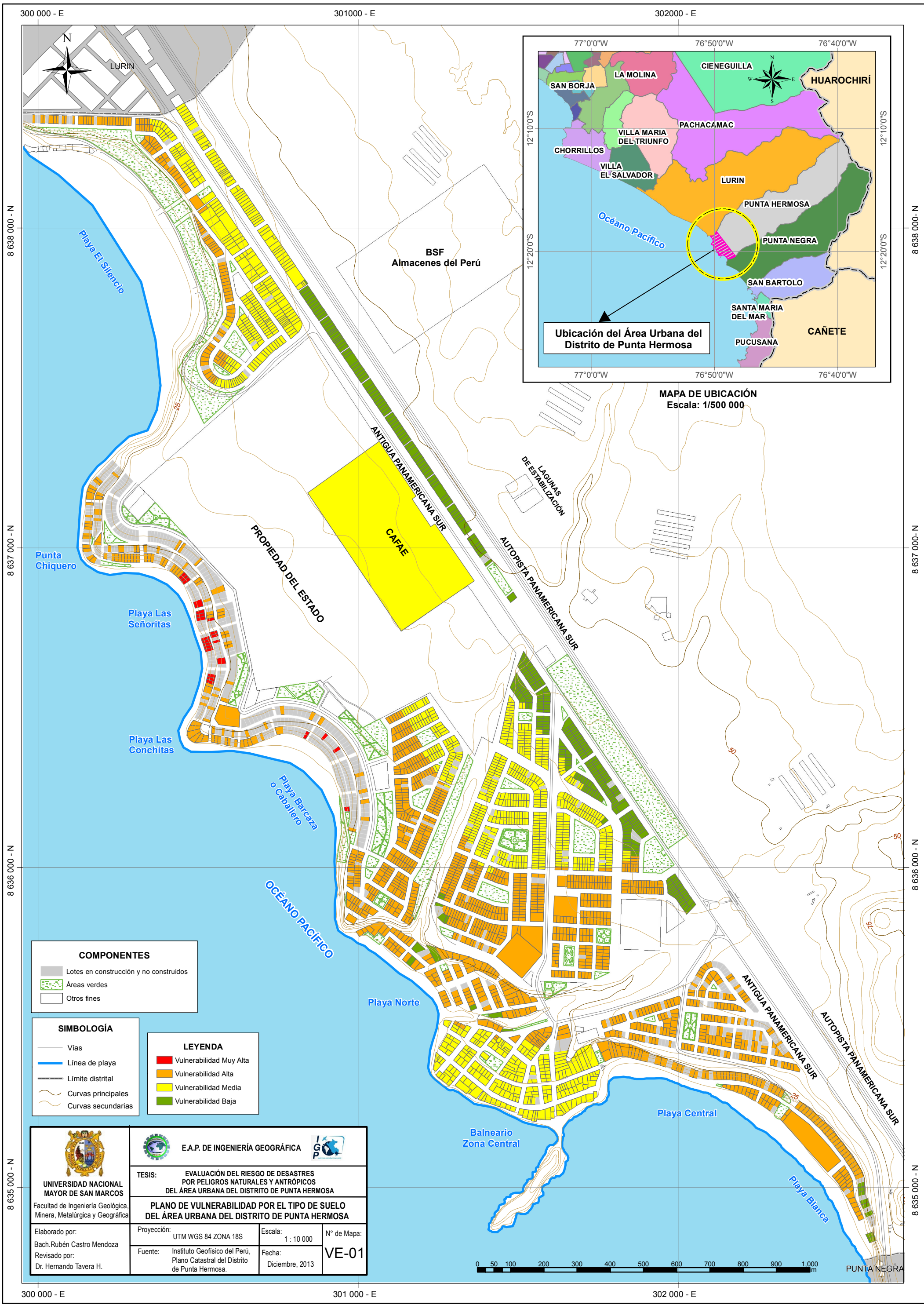
<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>						
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>						
<p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>							
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</td> <td>Escala: 1 : 10 000</td> <td>N° de Mapa: <b>VF</b></td> </tr> <tr> <td>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</td> <td>Fecha: Diciembre, 2013</td> <td></td> </tr> </table>	Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa: <b>VF</b>	Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013	
Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa: <b>VF</b>					
Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013						



300 000 - E

301 000 - E

302 000 - E



**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

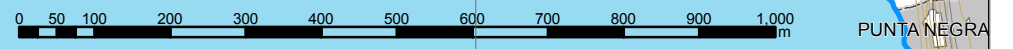
**SIMBOLOGÍA**

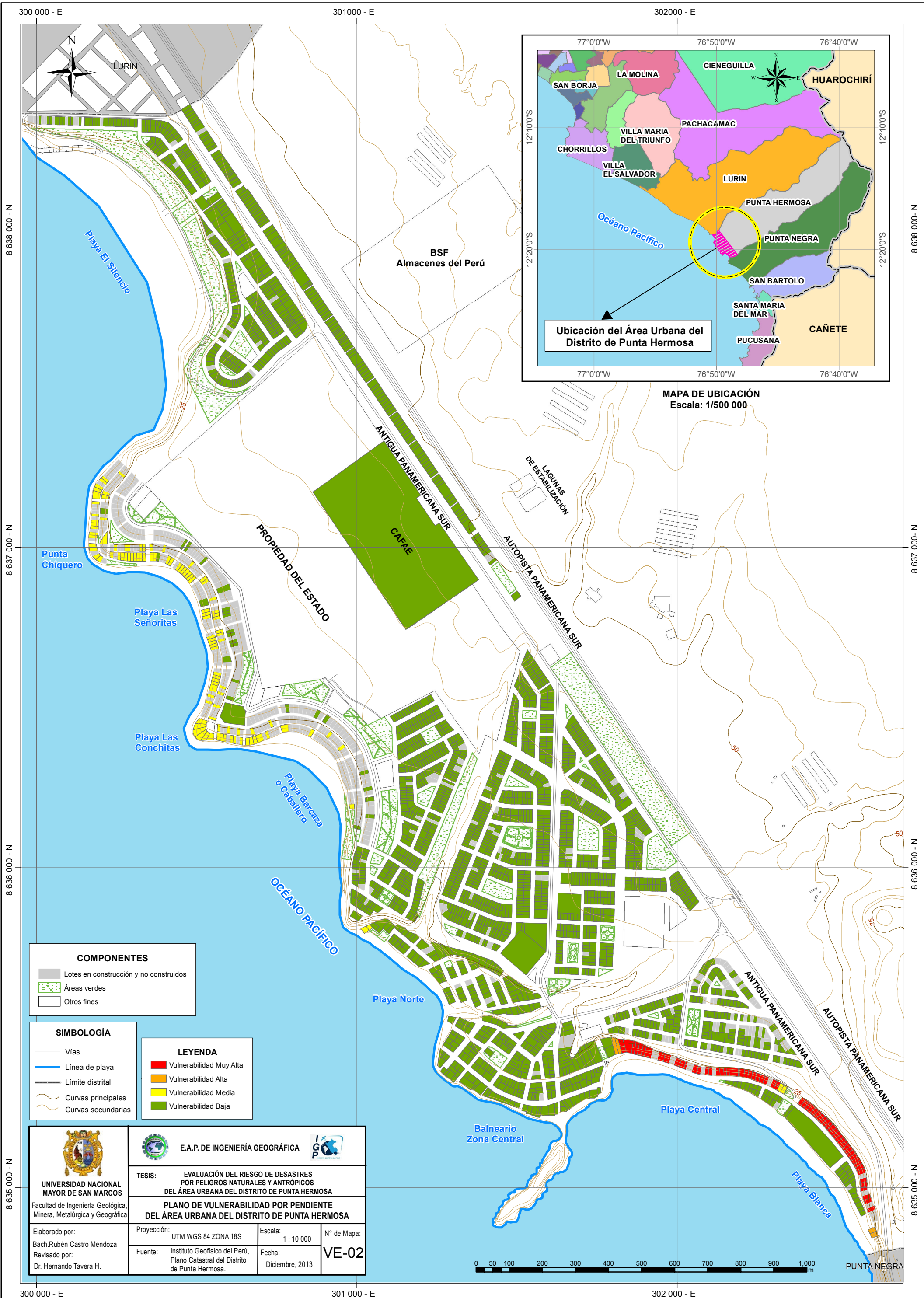
- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Muy Alta
- Vulnerabilidad Alta
- Vulnerabilidad Media
- Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>		
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>		
<p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR EL TIPO DE SUELO DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>			
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>	<p>Escala: 1 : 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>N° de Mapa: <b>VE-01</b></p>





**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

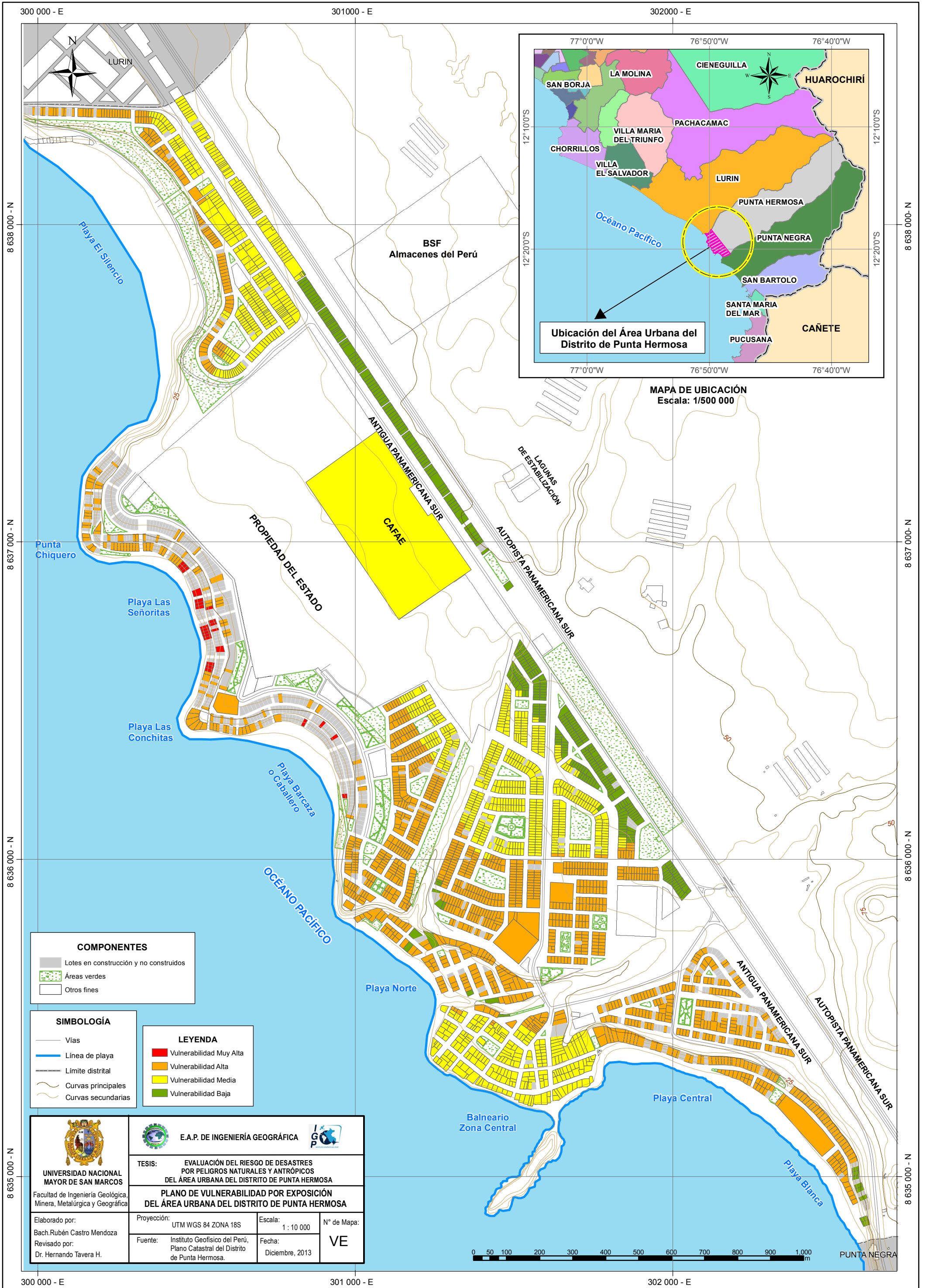
- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Muy Alta
- Vulnerabilidad Alta
- Vulnerabilidad Media
- Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>
	<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</p>
<p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR PENDIENTE DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>	
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p>
<p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>
<p>Escala: 1 : 10 000</p>	<p>Fecha: Diciembre, 2013</p>
<p>N° de Mapa:</p>	<p><b>VE-02</b></p>





**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Muy Alta
- Vulnerabilidad Alta
- Vulnerabilidad Media
- Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>		
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>		
<p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>			
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>	<p>Escala: 1 : 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>N° de Mapa: <b>VE</b></p>





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

- Lotés en construcción y no construidos
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

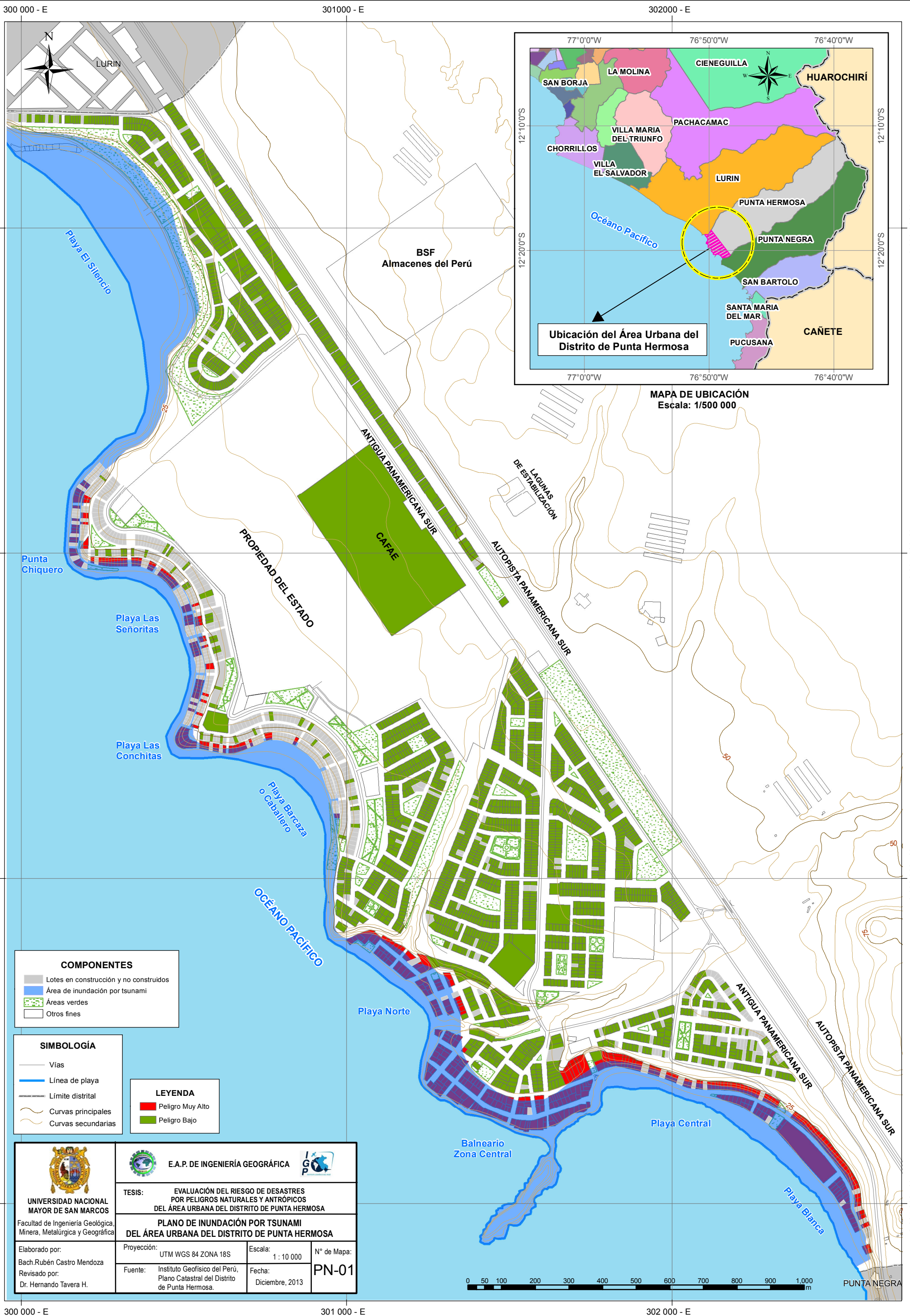
- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Vulnerabilidad Alta
- Vulnerabilidad Media
- Vulnerabilidad Baja

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</p>	
	<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</p>	
<p><b>PLANO DE VULNERABILIDAD DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>		
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>	<p>Escala: 1 : 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>
		<p>N° de Mapa: <b>V-G</b></p>





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Área de inundación por tsunami
- Áreas verdes
- Otros fines

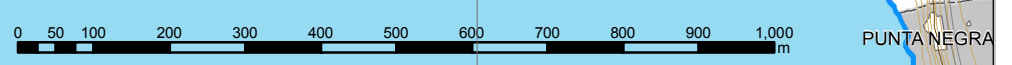
**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Peligro Muy Alto
- Peligro Bajo

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</p>
	<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</p>
<p><b>PLANO DE INUNDACIÓN POR TSUNAMI DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>	
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p>
<p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>
<p>Nº de Mapa: <b>PN-01</b></p>	<p>Escala: 1 : 10 000</p>
	<p>Fecha: Diciembre, 2013</p>



300 000 - E

301000 - E

302000 - E

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

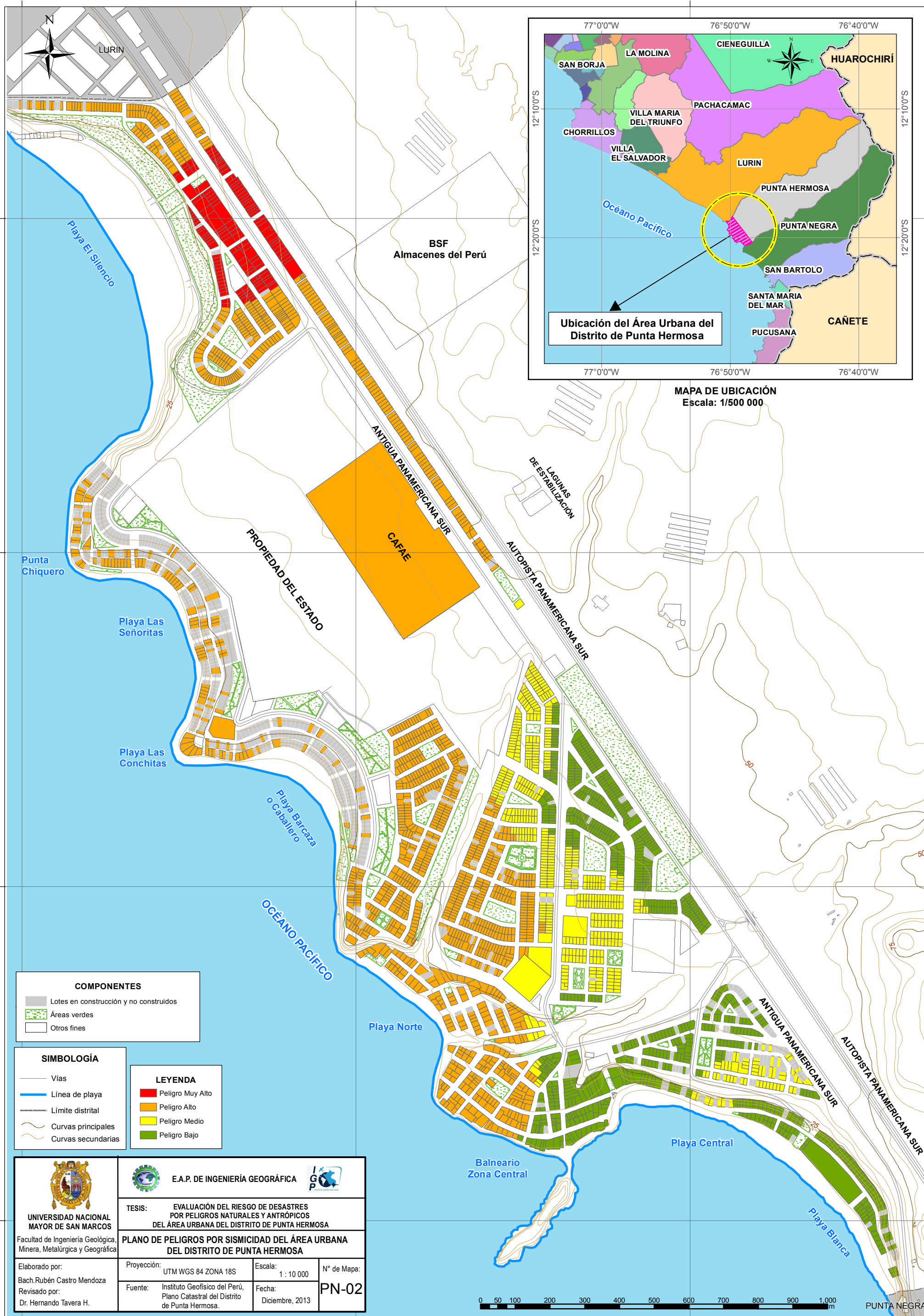
8 635 000 - N

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N



MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

COMPONENTES	
	Lotes en construcción y no construidos
	Áreas verdes
	Otros fines

SIMBOLOGÍA	
	Vías
	Línea de playa
	Límite distrital
	Curvas principales
	Curvas secundarias

LEYENDA	
	Peligro Muy Alto
	Peligro Alto
	Peligro Medio
	Peligro Bajo

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Elaborado por:  
Bach. Rubén Castro Mendoza  
Revisado por:  
Dr. Hernando Tavera H.

**E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA**

TESIS: **EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA**

**PLANO DE PELIGROS POR SISMICIDAD DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA**

Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa: PN-02
Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013	



300 000 - E

301000 - E

302000 - E

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

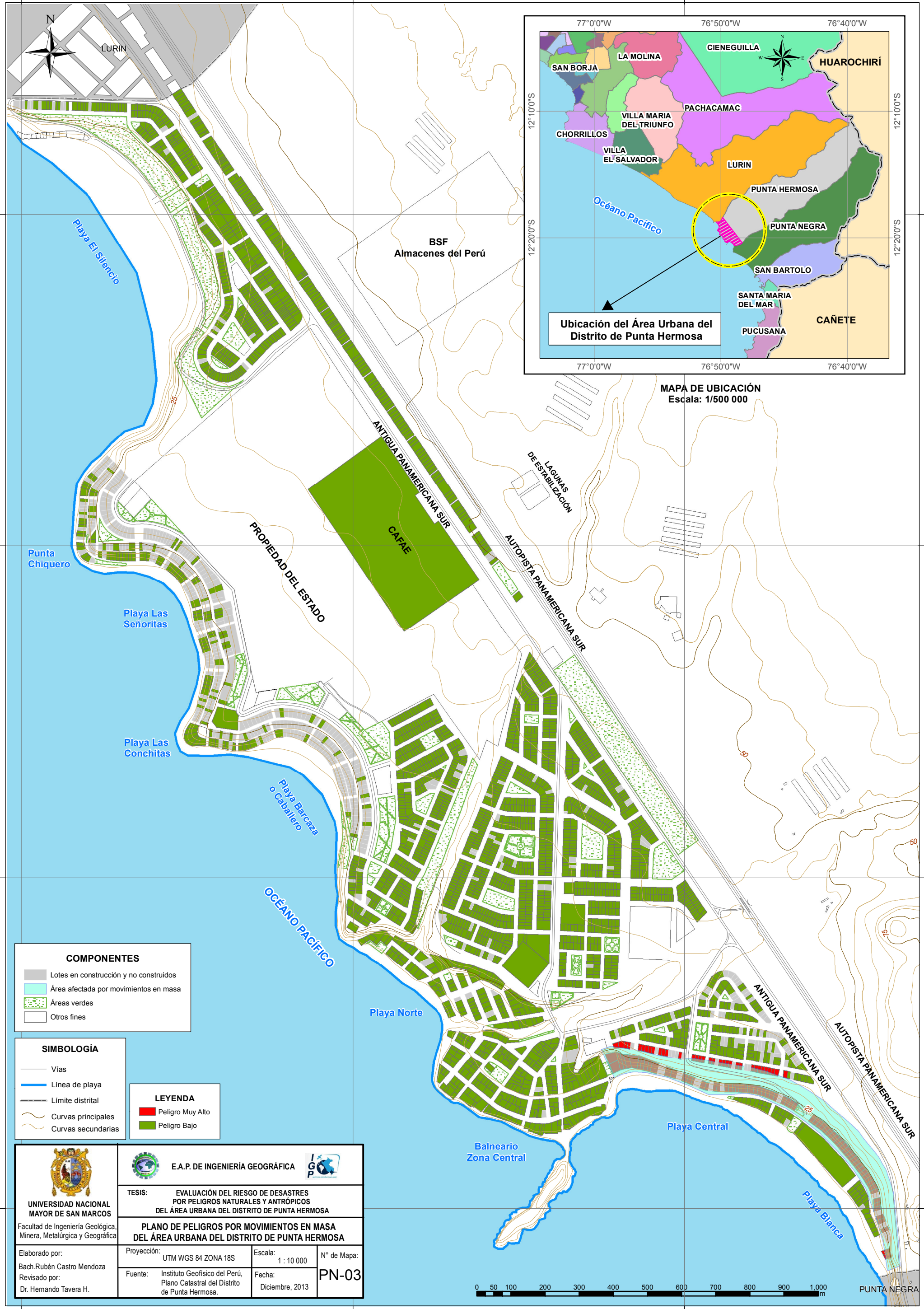
8 635 000 - N

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N



MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Área afectada por movimientos en masa
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Peligro Muy Alto
- Peligro Bajo

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>
<p><b>PLANO DE PELIGROS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>	
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p> <p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>
<p>Escala: 1 : 10 000</p> <p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	<p>N° de Mapa: <b>PN-03</b></p>

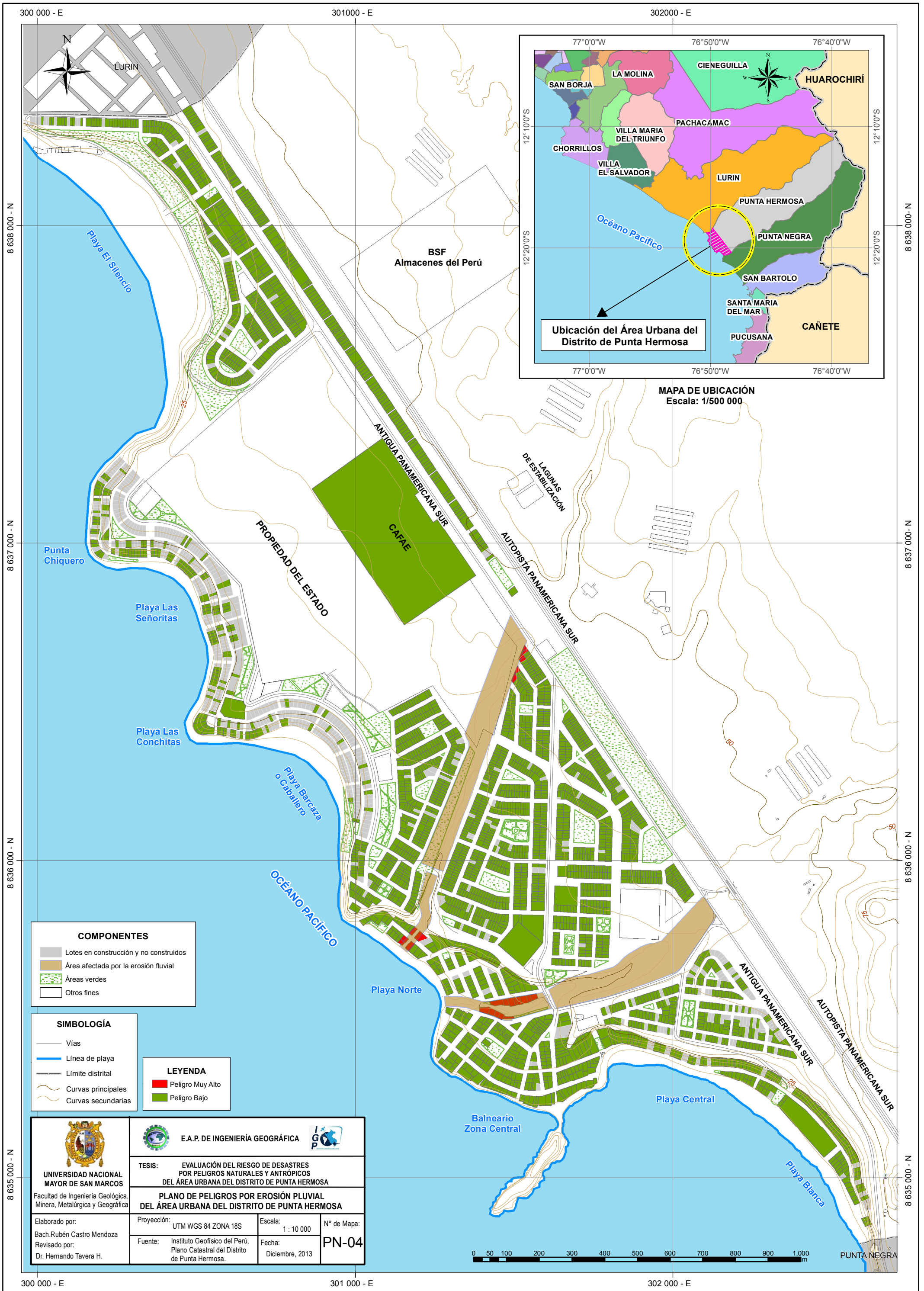


300 000 - E

301 000 - E

302 000 - E





**COMPONENTES**

- Lotes en construcción y no construidos
- Área afectada por la erosión fluvial
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Peligro Muy Alto
- Peligro Bajo

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Elaborado por:  
Bach. Rubén Castro Mendoza  
Revisado por:  
Dr. Hernando Tavera H.

**E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA**

TESIS: **EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA**

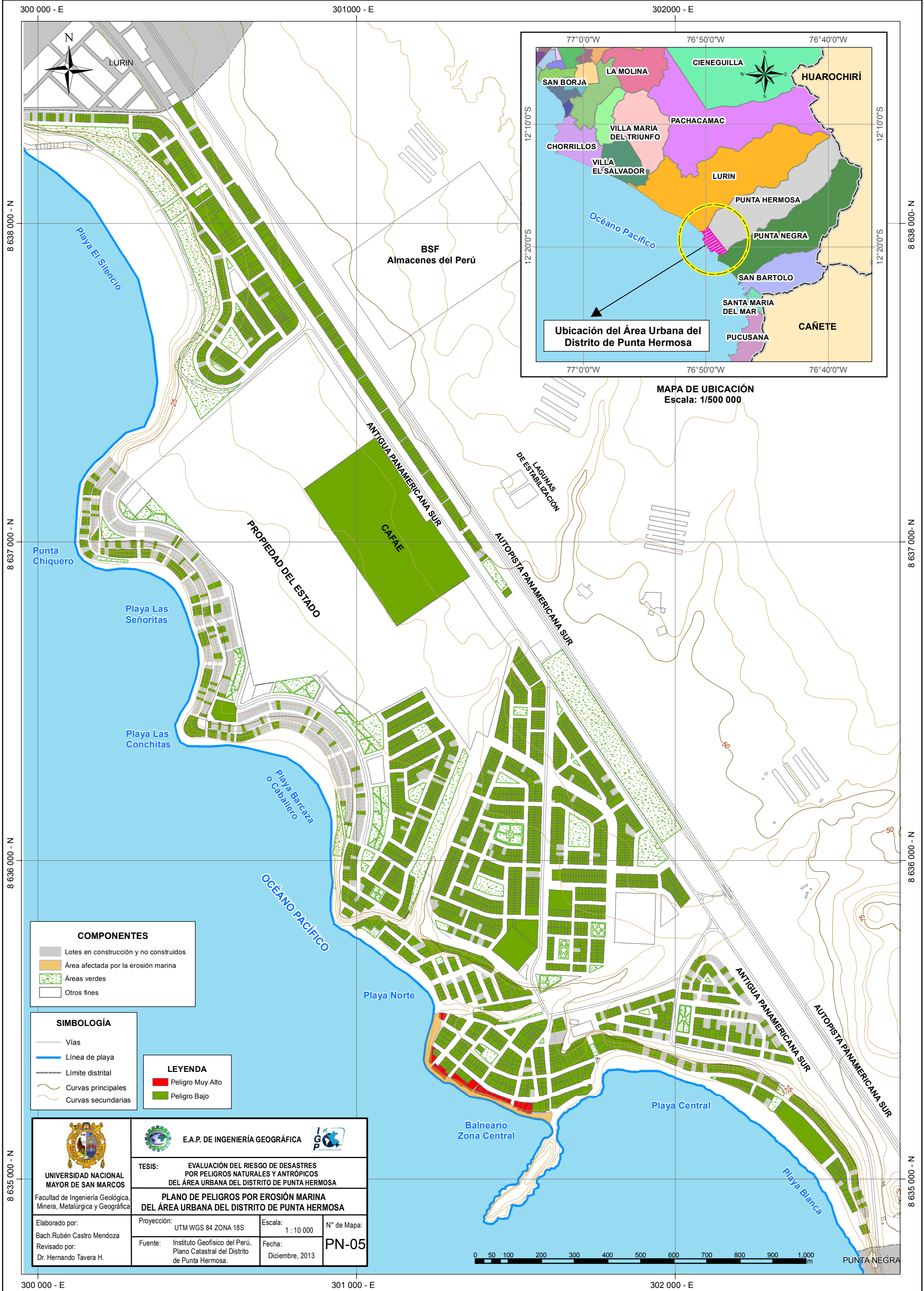
**PLANO DE PELIGROS POR EROSIÓN PLUVIAL DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA**

Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S  
Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.

Escala: 1 : 10 000  
Fecha: Diciembre, 2013

N° de Mapa: **PN-04**





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**COMPONENTES**

- Lotés en construcción y no construidos
- Área afectada por la erosión marina
- Áreas verdes
- Otros fines

**SIMBOLOGÍA**

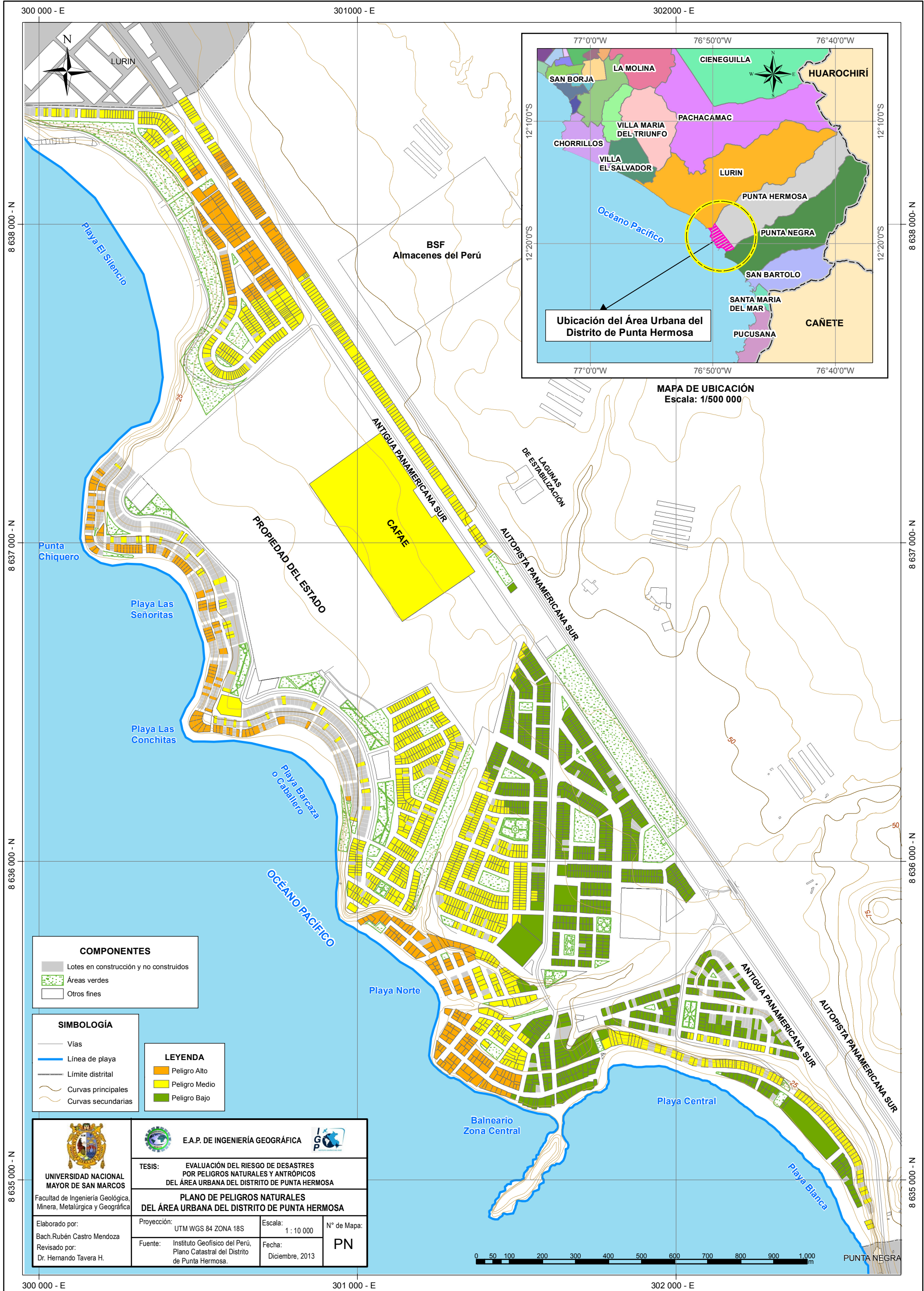
- Vías
- Línea de playa
- Límite distrital
- Curvas principales
- Curvas secundarias

**LEYENDA**

- Peligro Muy Alto
- Peligro Bajo

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</p>						
	<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</p> <p><b>PLANO DE PELIGROS POR EROSIÓN MARINA DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>						
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</td> <td>Escala: 1 : 10 000</td> <td>N° de Mapa: PN-05</td> </tr> <tr> <td>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</td> <td>Fecha: Diciembre, 2013</td> <td></td> </tr> </table>	Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa: PN-05	Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013	
Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa: PN-05					
Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013						





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

COMPONENTES	
	Lotes en construcción y no construidos
	Áreas verdes
	Otros fines

SIMBOLOGÍA	
	Vías
	Línea de playa
	Límite distrital
	Curvas principales
	Curvas secundarias

LEYENDA	
	Peligro Alto
	Peligro Medio
	Peligro Bajo

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>						
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>						
<p><b>PLANO DE PELIGROS NATURALES DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>							
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</td> <td>Escala: 1 : 10 000</td> <td>N° de Mapa:</td> </tr> <tr> <td>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</td> <td>Fecha: Diciembre, 2013</td> <td><b>PN</b></td> </tr> </table>	Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa:	Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013	<b>PN</b>
Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa:					
Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013	<b>PN</b>					



300 000 - E

301000 - E

302000 - E

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N

300 000 - E

301 000 - E

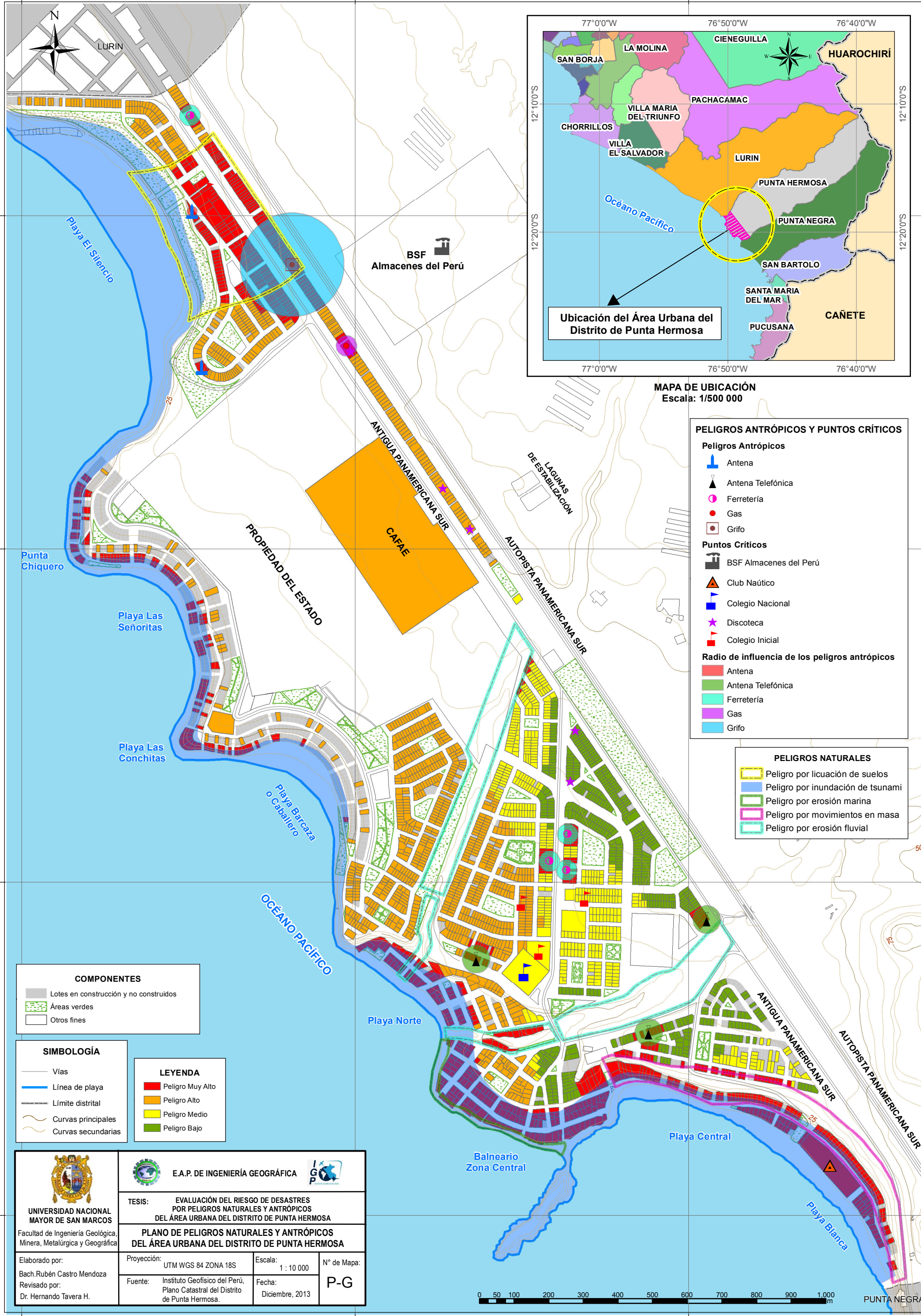
302 000 - E

8 638 000 - N

8 637 000 - N

8 636 000 - N

8 635 000 - N



MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

**PELIGROS ANTRÓPICOS Y PUNTOS CRÍTICOS**

- Peligros Antrópicos**
- Antena
  - Antena Telefónica
  - Ferretería
  - Gas
  - Grifo
- Puntos Críticos**
- BSF Almacenes del Perú
  - Club Náutico
  - Colegio Nacional
  - Discoteca
  - Colegio Inicial
- Radio de influencia de los peligros antrópicos**
- Antena
  - Antena Telefónica
  - Ferretería
  - Gas
  - Grifo

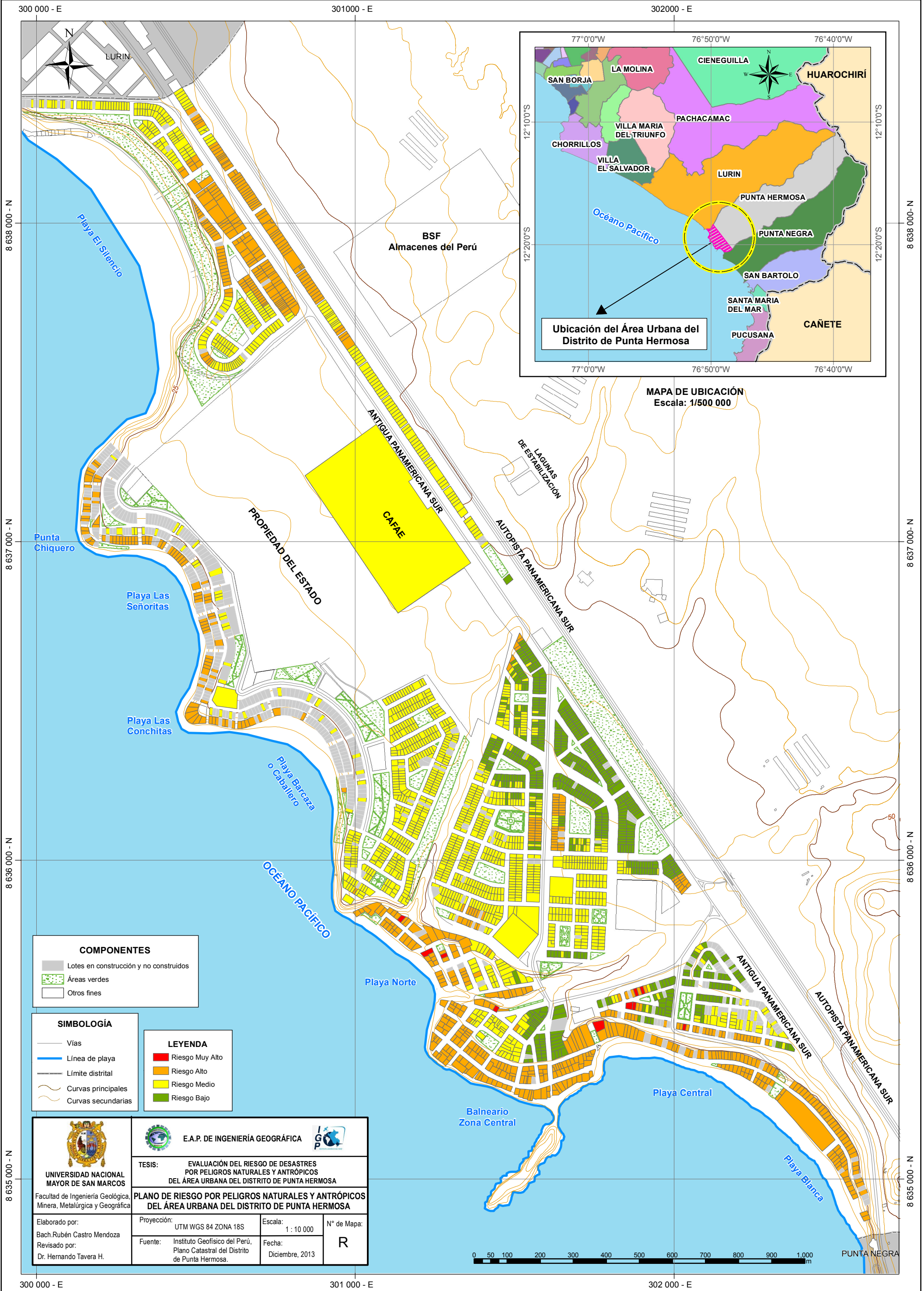
- PELIGROS NATURALES**
- Peligro por licuación de suelos
  - Peligro por inundación de tsunamis
  - Peligro por erosión marina
  - Peligro por movimientos en masa
  - Peligro por erosión fluvial

- COMPONENTES**
- Lotes en construcción y no construidos
  - Áreas verdes
  - Otros fines

- SIMBOLOGÍA**
- Vías
  - Línea de playa
  - Límite distrital
  - Curvas principales
  - Curvas secundarias
- LEYENDA**
- Peligro Muy Alto
  - Peligro Alto
  - Peligro Medio
  - Peligro Bajo

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>	
	<p><b>PLANO DE PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>		
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<p>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</p>	<p>Escala: 1 : 10 000</p>	<p>N° de Mapa: <b>P-G</b></p>
	<p>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</p>	<p>Fecha: Diciembre, 2013</p>	





MAPA DE UBICACIÓN  
Escala: 1/500 000

COMPONENTES	
	Lotes en construcción y no construidos
	Áreas verdes
	Otros fines

SIMBOLOGÍA	
	Vías
	Línea de playa
	Límite distrital
	Curvas principales
	Curvas secundarias

LEYENDA	
	Riesgo Muy Alto
	Riesgo Alto
	Riesgo Medio
	Riesgo Bajo

<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</b> Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica</p>	<p><b>E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b></p>						
	<p>TESIS: <b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>						
<p><b>PLANO DE RIESGO POR PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA</b></p>							
<p>Elaborado por: Bach. Rubén Castro Mendoza</p> <p>Revisado por: Dr. Hernando Tavera H.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S</td> <td>Escala: 1 : 10 000</td> <td>N° de Mapa: <b>R</b></td> </tr> <tr> <td>Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.</td> <td>Fecha: Diciembre, 2013</td> <td></td> </tr> </table>	Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa: <b>R</b>	Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013	
Proyección: UTM WGS 84 ZONA 18S	Escala: 1 : 10 000	N° de Mapa: <b>R</b>					
Fuente: Instituto Geofísico del Perú, Plano Catastral del Distrito de Punta Hermosa.	Fecha: Diciembre, 2013						

