

Estudio de identificación de zonas vulnerables por tsunami, para el balneario La Esmeralda de Colán y el pueblo San Lucas de Colán.

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI)  
CEPIG**

Estudio de identificación de zonas vulnerables por tsunami, para el balneario La Esmeralda de Colán y el pueblo San Lucas de Colán (Diciembre 2014)/ Perú.

Instituto Nacional de Defensa Civil. Lima: INDECI. Dirección de Preparación, 2014.  
Calle Dr. Ricardo Angulo Ramírez N° 694 Urb. Córpac, San Isidro Lima-Perú, San Isidro,  
Lima Perú.

Teléfono: (511) 2243600

Sitio web: [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

Gnrl (r) Oscar Iparraguirre Basauri  
Director de la oficina de Preparación  
Ing. Juber Ruiz Pahuacho  
Coordinador del CEPIG  
Ing. Lionel Wilfredo Corrales Grispo  
Sub Director de Monitoreo y Alerta Temprana

**Equipo Técnico INDECI:**

Contenidos y Cartografía:

Lic. Silvia Yanina Passuni Pineda      Especialista en GRD DIPRE

Ing. Cesar Augusto Rojas Esteves      Especialista en GRD DIPRE

Apoyo en revisión de contenidos:

Ing. Sheyla Alodia Yauri Condo

**Apoyo:**

Ing. Emérito Hipólito Cruchaga Mercedes

Director de la Dirección Desconcentrada de INDECI Piura

Soc. Nirma Labán Panta      Dirección Desconcentrada de INDECI - Piura

Ec. Jhonny García      Gobierno Regional de Piura

Ing. Héctor Chávez      Gobierno Regional de Piura

Sr. Abelino Guerrero Colán      Municipalidad Distrital de Colán

Ing. Hugo Ruiz Soto      Dirección Desconcentrada de INDECI - Piura

Colaboradores:

Gobierno Regional de Piura, INDECI Piura, Municipalidad Distrital de Colán.

## TABLA DE CONTENIDO

I. OBJETIVO .....	4
II. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	4
III. SITUACIÓN GENERAL.....	6
3.1 Ubicación Geográfica: .....	6
3.2 Descripción Física de la zona .....	7
3.3 Características Generales del asentamiento poblacional .....	13
IV. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE PELIGRO DE TSUNAMIS.....	19
4.1 Caracterización.....	19
4.2 Condicionantes de sismo y tsunami en la Región Norte del Perú .....	20
4.3 Peligro de Inundación por Tsunami .....	22
4.4 Peligros referidos al oleaje anómalo.....	23
V. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....	24
5.1 Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica.....	24
5.2 Vulnerabilidad social .....	25
5.3 Vulnerabilidad económica.....	26
5.4 Vulnerabilidad cultural .....	26
5.5 Vulnerabilidad física .....	28
VI. SÍNTESIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO .....	33
VII. CONCLUSIONES .....	35
VIII. RECOMENDACIONES.....	37
IX. BIBLIOGRAFIA.....	38
X. ANEXOS .....	39

## ÍNDICE DE GRAFICOS, TABLAS E IMÁGENES

Gráfico N° 1: Temperatura media anual de Colán .....	7
Tabla N° 1: Precipitación total mensual en la Estación: La Esperanza (Registro: 2000-2011) .....	8
Imagen 1: Análisis de la evolución de la línea de costa .....	10
Tabla N° 2: Eras geológicas.....	11
Imagen N° 2: Ámbito de estudio .....	13
Imagen N° 3: Vivienda típica en el Pueblo de San Lucas de Colan.....	14
Imagen N° 4: Evolución de la consolidación urbana .....	15
Imagen N° 5: Evolución de la consolidación urbana .....	17
Imagen N° 6: Tipología de la vivienda en el Balneario de San Lucas .....	18
Imagen N° 7: Tipología de la vivienda en el Balneario de San Lucas .....	19
Imagen N° 8: Mapa de periodo de retorno local para las principales asperezas identificadas en el borde occidental del Perú .....	21
Imagen N° 9: Estimación de la línea de inundación ante un tsunami.....	22
Tabla N° 3: Historia de desastres vinculados a la acción del mar producidos en Colán .....	23
Imagen N° 10: Laguna formada por avance del Mar .....	24
Tabla N° 4: Vulnerabilidad ambiental y ecológica.....	24
Tabla N° 5: Población en situación de vulnerabilidad .....	25
Tabla N° 6: Vulnerabilidad social.....	25
Tabla N° 7: Vulnerabilidad económica .....	26
Tabla N° 8: Vulnerabilidad cultural .....	26
Imagen N° 11: Uso incorrecto de callejones de evacuación .....	27
Tabla N° 9: Viviendas y población expuesta.....	28
Tabla N° 10: Viviendas y población expuesta.....	28
Tabla N° 11: Estado de conservación de la vivienda .....	28
Tabla N° 12: Características de las viviendas .....	29
Tabla N° 13: Vulnerabilidad física.....	29
Imagen N° 12: Mapa de síntesis de vulnerabilidad según estructura de la vivienda .....	30
Imagen N° 13: Mapa de síntesis de vulnerabilidad según estructura de la vivienda .....	31
Imagen N° 14: Mapa de síntesis de vulnerabilidad según estado de la vivienda .....	32
Tabla N° 14: Síntesis de vulnerabilidad en la zona sur del balneario.....	33
Imagen N° 15: Mapa estimado de peligro de inundación por tsunami .....	34
Tabla N° 15: Síntesis de vulnerabilidad en el ámbito de estudio .....	35
Tabla N° 16: Síntesis de l riesgo en el ámbito de estudio .....	35

## I. OBJETIVO

Proporcionar los elementos de análisis necesarios para la construcción del Sistema de Alerta Temprana (SAT) en el ámbito de estudio a partir del conocimiento de las características del ámbito de estudio, desde los aspectos físico y social, contribuyendo a la generación del escenario de riesgo ante peligro de tsunami para el balneario de Colán y el pueblo San Lucas de Colán.

## II. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Este estudio usa como referencia el Manual Básico de Estimación de Riesgos de INDECI, así como el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales<sup>1</sup> elaborado por el CENEPRED; pero se propone una nueva forma de acercamiento considerando los aspectos propios del tipo de evento y las características locales.

El estudio de identificación de áreas probablemente afectadas por tsunami para el balneario de La Esmeralda de Colán y el Pueblo de San Lucas de Colán. Este trabajo se desarrolló en dos etapas:

- i. Recopilación de información secundaria y terciaria, con el objeto de caracterizar el ámbito de estudio.
- ii. Generación de información
- iii. Desarrollo de trabajo de campo, con el objeto de subsanar la información restante.
- iv. Sistematización y análisis e identificación del riesgo.

### i. Recopilación de Información

Actualmente la Municipalidad de Colán no cuenta estudios en el ámbito de trabajo que permitan identificar los peligros por tsunami u otros estudios similares, ni con instrumento de planificación territorial que permitan la caracterización del ámbito de estudio. La información existente se encuentra desarrollada a escala regional, siendo necesario mayor detalle para el tipo de estudio. Para la caracterización física se generó a partir de la revisión de fuentes de información secundaria principalmente producida por instituciones técnico científicas a nivel nacional, que tienen carácter oficial, además se han considerado estudios realizados por investigadores independientes o de instituciones privadas. Para la información social se ha recurrido también a distintas fuentes oficiales y a estudios realizados por investigadores.

### ii. Generación de Información

Uno de los principales vacíos presentados para el desarrollo del estudio se refiere a la información catastral de la zona. La información consultada de instituciones como el Instituto

---

<sup>1</sup> Aprobado con Resolución Jefatural 058-2013-CENEPRED

Nacional de Estadística e Informática y COFOPRI se encuentra incompleta para la zona, por lo que se decidió generar un manzaneo referencial con objetivos del trabajo. Para ello se decidió utilizar imágenes satelitales georeferenciadas, a nivel sub métrico, obtenidas del servidor Bing y a través del software SAS. Planet. Esto ha permitido elaborar una cartografía a nivel de catastro para poder identificar las manzanas e incluso lotes que existen en la zona de litoral y centro poblado.

En el ámbito del balneario la generación del manzaneo referencial ha sido bastante compleja, debido a la presencia de callejones angostos; estos son difícilmente identificables desde las imágenes obtenidas, apreciándose principalmente un continuo urbano.

Mediante el trabajo realizado se obtuvo un manzaneo referencial, llegándose a identificar un total de 179 manzanas referenciales (139 en la zona de Balneario y 47 en la zona del pueblo). Esta información fue utilizada como base para el trabajo de campo.

### iii. Trabajo de campo

Para la identificación de la vulnerabilidad se decidió realizar un trabajo de campo, además de corroborar las condiciones de riesgo existentes en la zona, realizándose a través de fichas básicas con información de viviendas y población, que fueron levantadas por viviendas.

El trabajo de campo se realizó en tres etapas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre.

- En el mes de octubre se realizó un primer nivel de levantamiento, con el apoyo del Gobierno Regional, la DDI de Piura y algunos jóvenes vinculados a la Municipalidad Distrital.
- En el Mes de noviembre, el levantamiento estuvo a cargo de la Municipalidad Distrital de Colán.
- En el mes de diciembre, con el apoyo de la DDI de Piura y el Gobierno Regional de Colán se culminó con la fase de levantamiento de información.

Debido a la fecha en que se realizó el trabajo, sólo se encontró población en el 40% de las viviendas encuestadas. Por ello la información de población expuesta se ha construido en base al promedio obtenido en las viviendas donde sí se pudo encuestar.

#### Modelo de ficha aplicada para el levantamiento de información sobre vulnerabilidad en viviendas y población

Manzana							
Lote							
Material de construcción y estado de la vivienda	Estructura sismo resistente, edificada con asesoramiento técnico						
	Estructura de concreto armado o madera edificada sin asesoramiento técnico						
	Estructura de ladrillo, piedra o madera sin refuerzos estructurales						
	Estructura de adobe caña y otros						
	Estado de conservación de la vivienda						

Localización de la vivienda respecto al mar	A > 5 Km								
	Entre 1 a 5 Km								
	Entre 0.2 a 1 Km								
	Entre 0 Km y 0.2 Km								
Leyes existentes	Con leyes estrictamente cumplidas								
	Leyes medianamente cumplidas								
	Con leyes muy poco cumplidas								
	Sin leyes cumplidas								
POBLACIÓN	N° Total de personas en casa								
	Cantidad de personas que viven en la vivienda menores de 15 años								
	Cantidad de personas que viven en la vivienda de 15 a 64 años								
	Cantidad de personas que viven en la vivienda mayores de 65 años								
	Cantidad de personas que viven en la vivienda con alguna discapacidad (Uso de silla de ruedas, muletas, ciegas, sordas, etc)								
	Familiares, amigos, otros que se quedan para fin de año y vacaciones								
	N° de familias que viven en casa								
SUELOS	Suelos arenosos de baja capacidad portante								

Fuente: Ing. Cesar Rojas Esteves

#### iv. Sistematización y análisis e identificación del riesgo

Posteriormente se sistematizaron todas las fichas generadas y se procedió a realizar el análisis de la información. Esta información permitió identificar población expuesta para el periodo trabajado, además de las viviendas con características de fragilidad. Posteriormente se sistematizó la información de vulnerabilidad, considerando las pautas establecidas en el manual básico de estimación del riesgo (INDECI, 2006), para aterrizar posteriormente en la cuantificación del riesgo estimado.

### III. SITUACIÓN GENERAL

3.1 Ubicación Geográfica: El ámbito de estudio se localiza en el balneario La Esmeralda de Colán y el Centro Poblado San Lucas de Colán. Se extiende a lo largo de 7 km en el cordón litoral del Pacífico, hacia el sur del distrito del mismo nombre, en la Provincia de Paita y Región Piura. La zona de balneario se localiza entre las coordenadas UTM:

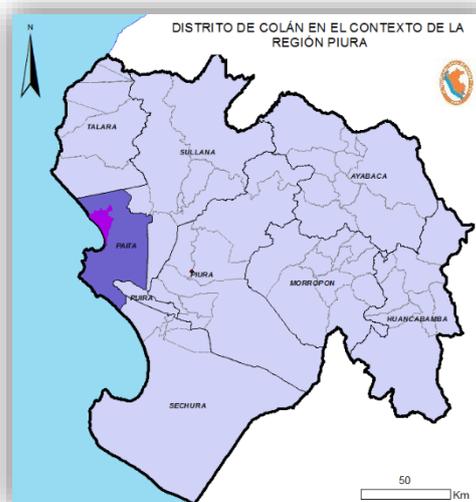
-Por el Norte: 491889.84 m E; 9448387.90 m N;

-Por el Sur: 493259.21 m E; 9442322.31 m N;

La zona central del pueblo de San Lucas de Colán se localiza en las coordenadas UTM:

- 493553.93 m E y 9446785.20 m N.

Ambas localidades pertenecen al Distrito de Colán, que fue creado el 08 de octubre de 1840.



En extensión, el distrito comprende un área de 124.93 km<sup>2</sup>, correspondiente al 0.3% del total de la superficie de la Región Piura; sin embargo la zona de estudio abarca una extensión promedio de 10 km<sup>2</sup>.

Según el XI Censo de Población y VI de Vivienda realizado en el 2007, el distrito de Colán presentaba una población 12,332 y una población proyectada de 12,478 personas para el año 2014. Hacia el año 2007 el balneario de La Esmeralda mantenía una población censada de 590 personas y 424 viviendas; y para el Centro poblado de San Lucas de Colán una población censada de 879 y 181 viviendas.

### 3.2 Descripción Física de la zona

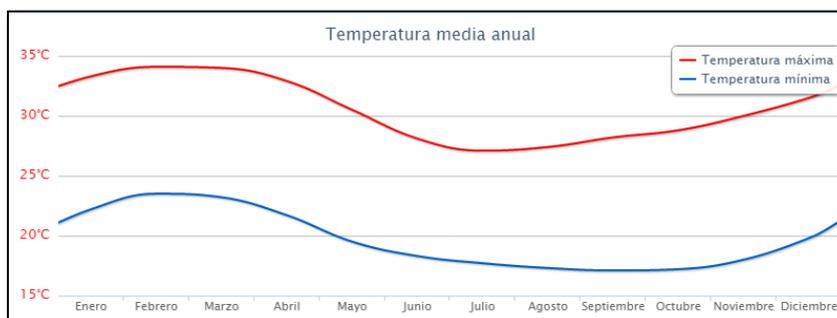
#### Clima:

Según la clasificación climática de Köppen-Geiger <sup>2</sup>, la zona de Colán se encuentra clasificado como AS (Tropical con verano seco). Es decir, posee un clima tropical con escasa presencia de lluvias. Se estima también que la temperatura media anual en Colán se encuentra a 23.0 °C.

Según los datos climáticos de Storm247 se muestra el promedio de la temperatura mensual en sus variables máxima y mínima. Las estadísticas publicadas en este portal muestran datos promedio desde la última década y son obtenidos a través de datos satelitales.

La máxima temperatura anual se presenta en el mes de febrero, alcanzando valores máximo promedio de 34.1°C y una mínima promedio de 23.5°C. La temperatura más baja del año se registra en el mes de julio con una máxima de 23.5°C y mínima de 17.7°C.

Gráfico N° 1: Temperatura media anual de Colán



Fuente: Storm247, 12 de Noviembre 2014

La estación meteorológica más cercana al ámbito de estudio es la estación de “La Esperanza”, localizada aproximadamente a 13 km al norte de San Lucas de Colán. Esta estación registra una temperatura media anual de 23,3 °C, con media máxima de 27,9 °C y media mínima de 19,9 °C.

<sup>2</sup> La clasificación fue creada en 1900 por el científico Wladimir Köppen, modificada posteriormente modificada en 1918 y 1936. Esta clasificación climática desarrollada a nivel mundial propone una clasificación climática basada en comportamiento de las temperaturas y precipitaciones y asociadas a una letra.

La escasa diferencia de temperatura media entre los meses de verano y los meses de otoño (5° C) refleja la subtropicalidad seca de la zona; según los datos observados desde la estación “La Esperanza”. (Olympic Perú INC., 2013)

Tabla N° 1: Precipitación total mensual en la Estación: La Esperanza (Registro: 2000-2011)

Estación	Parámetro	Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Precipitación Total Anual (mm)
			La Esperanza	Precipitación (mm)	0,0	3,0	0,4	11,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		2001	8,7	1,9	57,4	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,9	82,6
		2002	0,0	3,2	56,7	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,2	0,5	91,9
		2003	2,5	8,6	0,4	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,3	15,1
		2004	2,7	0,3	0,2	0,0	0,2	0,0	1,5	0,0	0,0	1,0	0,0	5,3	11,2
		2005	0,5	0,1	2,2	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
		2006	0,4	7,7	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,8	4,1	26,4
		2007	3,7	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
		2008	16,8	108,9	21,3	2,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	150,1
		2009	10,1	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	18,6
		2010	0,0	67,0	37,6	4,2	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	115,0
		2011	1,4	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	12,7
	Precipitación Media (mm)		3,9	17,4	16,1	5,8	0,7	0,1	0,2	0,0	0,0	0,3	0,3	2,0	46,8

Fuente: EIA Olympic Perú, 2013.

Durante el periodo 2000 a 2011 la Estación “La Esperanza” presentó valores de precipitación total anual promedio de 46,8 mm. Destaca la presencia de años húmedos como el 2008, donde se alcanzó una precipitación total de 150,1 mm y en el año 2010 se registró 115,0 mm. Por el contrario, en este periodo también se han presentado años extremadamente secos como el 2005 que sólo se registró una precipitación total anual de 3,4 mm.

Los meses de mayor precipitación registrada son febrero y marzo, siendo los meses de diciembre, enero y abril donde se registran niveles de precipitación bajo. El resto del año la ausencia de precipitación es casi total.

Geomorfología:

- Borde Litoral: Se refiere al área que comprende la tierra firme adyacente a la línea de alta y baja marea, formando una franja delgada, cuyo ancho es variable a lo largo de la zona de estudio. Varía entre 0 a 50 m. y se encuentra limitada por el cordón litoral.
- Cordón litoral: Es el área delimitada por la acción de deriva del litoral y acción de transporte de materiales producto del viento. Se constituye depósitos no consolidados de arenas que se encuentra fijos por efecto de la vegetación natural. La presencia de este cordón es prácticamente constante a lo largo de los 7 km del balneario. Sin embargo, se observa que este cordón se encuentra cortado en algunos sectores debido a la acción humana.
- Pampa Costanera: Es el área que se extiende entre el cordón litoral y la zona de acantilados. Hacia el sur presenta poca extensión, limitado por la presencia de la zona de acantilados (100 m -aprox.) ensanchándose hacia el norte, donde alcanza una amplitud máxima (1600 m -aprox.); hecho que dificulta la evacuación en caso de alerta de tsunami. Se observa afloramiento de aguas salobres que contribuyen a la formación de sal. Presenta una pendiente muy baja, casi plana.
- Acantilado: Esta unidad geomorfológica se prolonga desde la bahía de Paita, perdiéndose hacia el norte debido a la erosión. En la zona de estudio, esta unidad geomorfológica aflora al extremo sur del balneario generando la disminución de la zona de playa. Posteriormente se ubica de manera paralela al borde litoral, presentando una altura variable entre 45 y 60 metros. Su presencia enmarca todo el paisaje del balneario y el centro poblado, siendo también un obstáculo para la fácil evacuación.

El geógrafo Gustavo Rondón desarrolla en una tesis de investigación el análisis de la evolución de la línea de costa entre la bahía de Paita y el Balneario de La Esmeralda. Esta investigación concluye que existe una marcada tendencia erosiva en el ámbito de estudio; sin embargo advierte que luego de presentarse el fenómeno del niño este fenómeno se revierte, generando una ampliación del perfil de playa que posteriormente es nuevamente erosionado.

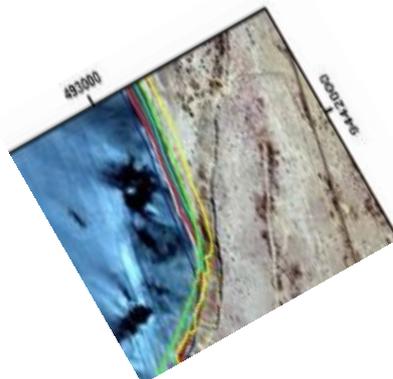
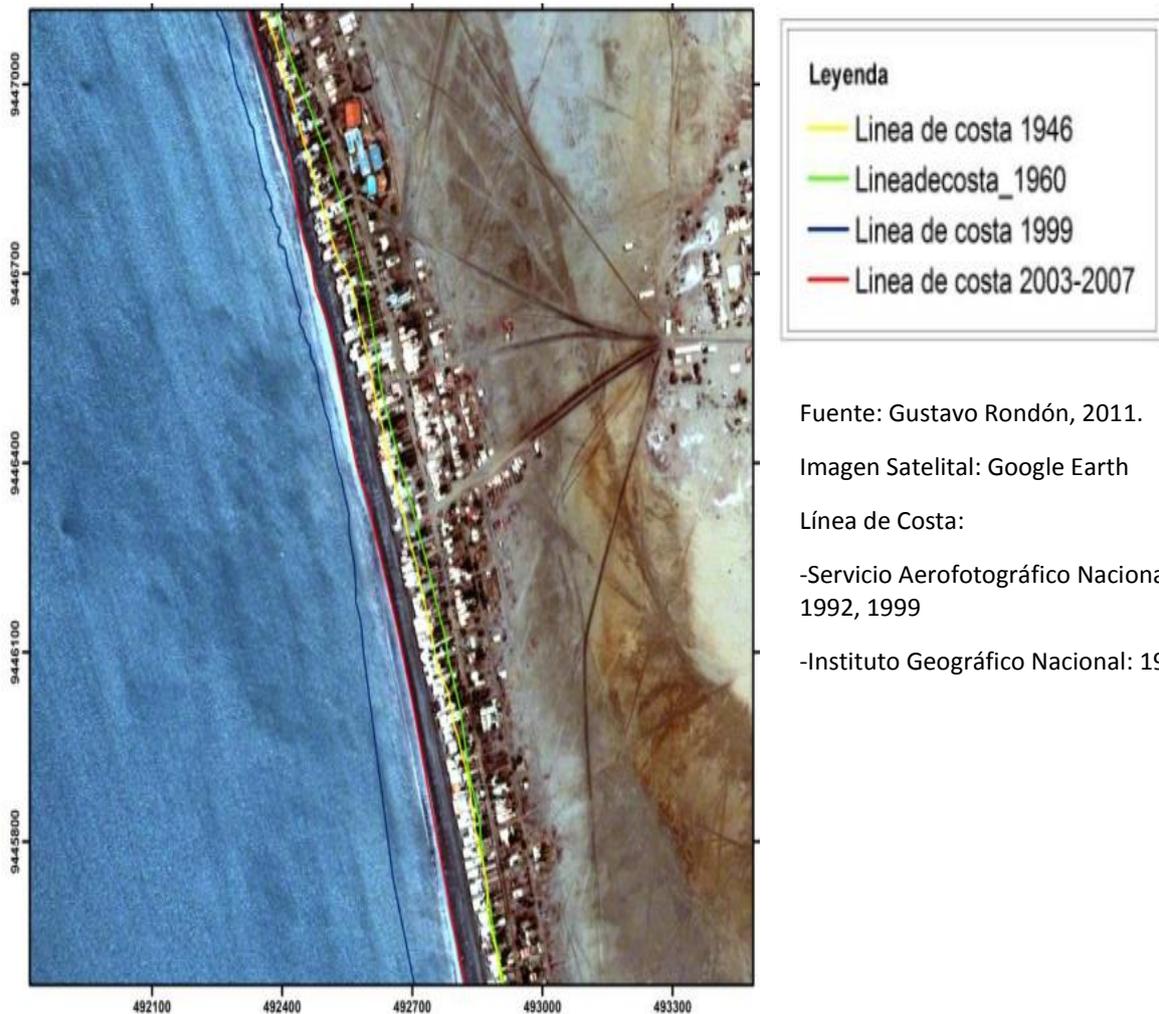
*La línea de costa del año 1999 nos muestra que luego del evento de 1997/1998 el mar retrocedió considerablemente revertiéndose gradualmente a lo largo de los años. Esto puede estar relacionado a la mayor presencia de sedimentos producto del aumento de las lluvias en el norte. (Rondón, 2011)*

Si vemos las líneas de costa de los años 1946 y 1960 nos damos cuenta de la ocurrencia de un fuerte proceso erosivo, que ha generado la reducción de la línea de costa. Posteriormente, luego

del fenómeno el niño de 1998 y 1999, la línea de costa gana territorio sobre el mar; sin embargo el análisis de las líneas de cota 2003-2007 demuestra que se mantuvo el proceso erosivo y nuevamente se pierden tierras.

Los oleajes anómalos generados durante los fenómenos del niño 1982/1983 y 1997/1998 generaron la destrucción de la primera línea de casas existente en el balneario. Las casas observadas actualmente corresponden, en realidad, a la segunda línea de casas, pues las primeras fueron destruidas.

Imagen 1: Análisis de la evolución de la línea de costa



Geología:

El área de estudio se localiza entre los cuadrángulos 10a (Talara) y 11a (Paíta), cuya información geológica ha sido generada a una escala 1/100 000 (INGEMMET, 1988). Esto permite tener un acercamiento general de los principales rasgos geológicos del ámbito de estudio, estos muestran que existe una presencia geológica propia de los sistemas terciario y cuaternario.

Tabla N° 2: Eras geológicas

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	CODIFICACIÓN
CENOZOICA	Cuaternario	Reciente	Depósitos en playa	Qr-ml
	Cuaternario	Reciente	Depósitos lacustres	Qr-l
	Cuaternario	Reciente	Depósitos eólico	Qr-e
	Cuaternario	Pleistoceno	Tablazo de Lobito	Qp-tl
	Terciario	Mioceno	Fam. Miramar	Te-m
	Terciario	Eoceno	Fam. Chira	Te-ch

Fuente: Geología de los cuadrángulos

Cuaternario reciente:

i) Depósitos en playa (Qr-ml)

Se refiere a la acumulación de arenas, limos y cantos en el borde del litoral. Son franjas angostas y comprende la zona de alta marea y los cordones litorales. (Palacios, 1994)



Fuente: Dirección de Preparación

ii) Depósitos lacustres Salinas (Qr-l)

Se encuentra conformado por antiguas marismas que presentan estado de colmatación por presencia de arenas eólicas. En la superficie de estas arenas se presentan aguas salobres y costras de arena con caliche. En esta zona la comunidad realiza explotación de sal. (Palacios, 1994)



Fuente: Dirección de Preparación

iii) Depósitos eólico (Qr-e)

Se refiere a la acumulación de arena que ha sido acarreada por el viento; el acarreo de arena se observa principalmente en dirección SO a NE, debido a la presencia de los vientos. (Palacios, 1994)



Fuente: Dirección de Preparación

Cuaternario Pleistoceno

Tablazos: Los tablazos son depósitos marinos cuaternarios pleistocénicos que indican las últimas transgresiones de los mares a lo largo de la costa del Pacífico.

iv) Tablazo de Lobito (Qp-tl)

Es la plataforma más baja, sobre la cual se encuentra el Centro Poblado de San Lucas de Colan. Es una secuencia conglomerádica, pero consolidada, se caracteriza por presentar rodados sub angulosos. Se observa también formas faunísticas no fosilizadas. (Palacios, 1994)



Fuente: Dirección de Preparación

Terciario Eoceno

v) Form. Miramar (Te-m)

Conglomerado constituido por areniscas arcóscas de grano fino, de color amarillo a ocre plomizo. Son poco compactas y en algunos niveles son arenas sin cohesión, deleznales y socavadas rápidamente por la erosión. La parte superior contiene microfósiles como braquiópodos y gasterópodos. Su sección típica se encuentra bajo los tablazos. (Palacios, 1994)



Fuente: JJ García, 2008.

- vi) Form. Chira (Te-ch).-  
En su parte inferior tiene presencia de lutitas bentónicas laminadas en capas muy delgadas. Presentan también areniscas intercaladas con lutitas micáceas. En la parte media de esta compuesta por areniscas de grano grueso y en la parte superior está compuesta por lutitas y limolitas, areniscas limolitas y tobas. (Palacios, 1994)

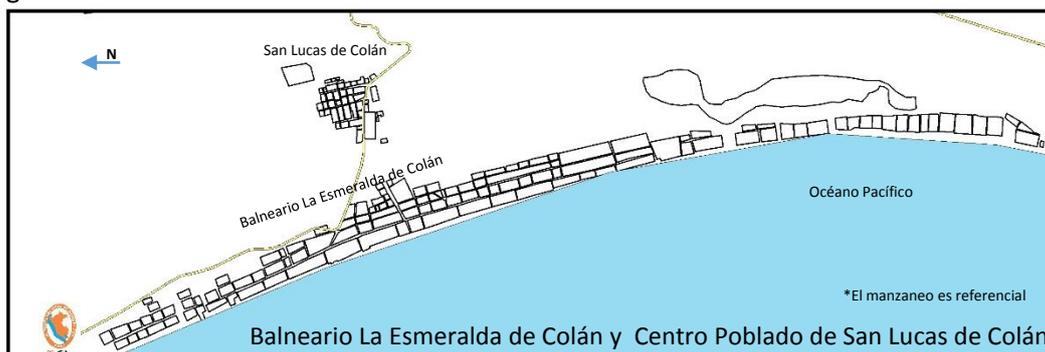
### 3.3 Características Generales del asentamiento poblacional

#### Ocupación

El ámbito de estudio abarca parte del territorio de la comunidad de San Lucas de Colán. El origen de la Comunidad se remonta hasta el siglo XVI y se vincula con las antiguas reducciones de indios formadas en la Colonia. Si bien, la mayoría de tierras pertenecen a la comunidad, desde la década de 1990 se inició un proceso de titulación individual sin la aprobación de la comunidad; hecho que generó tensiones sociales que persisten a la fecha. (Burneo, 2011).

Actualmente en el ámbito de estudio se configuran dos espacios territoriales diferenciados: i) El pueblo de San Lucas de Colán y ii) el balneario La Esmeralda de Colán.

Imagen N° 2: Ámbito de estudio



Fuente: Dirección de Preparación

#### El pueblo de San Lucas de Colán

La ocupación en el pueblo se remonta a la colonia. *Los colanes se dedicaban a la agricultura a orillas del río Turicarami (hoy río Chira), a las minas de sal, a la cerámica doméstica, a la pesca y a la navegación por mar en sus balsas a vela, para comercializar con otros pobladores aledaños sus productos: sal doméstica, leña, carbón, pescado y agua dulce en botijas a Paita. Por eso, fue considerada la despensa de Paita y motivo por el que muchos expedicionarios españoles recién llegados se asentaron en Colán.* (Zúñiga de Riofrío, 2011)

Actualmente el pueblo se conforma por un promedio de 47 manzanas, que siguen una cuadrícula típica de las ciudades coloniales; sin embargo, no perduran viviendas construidas en esta época.

En los últimos años se observa que el pueblo de San Lucas se ha expandido hacia la periferia, principalmente en dirección este hacia la zona de acantilados. Esta expansión aún no se

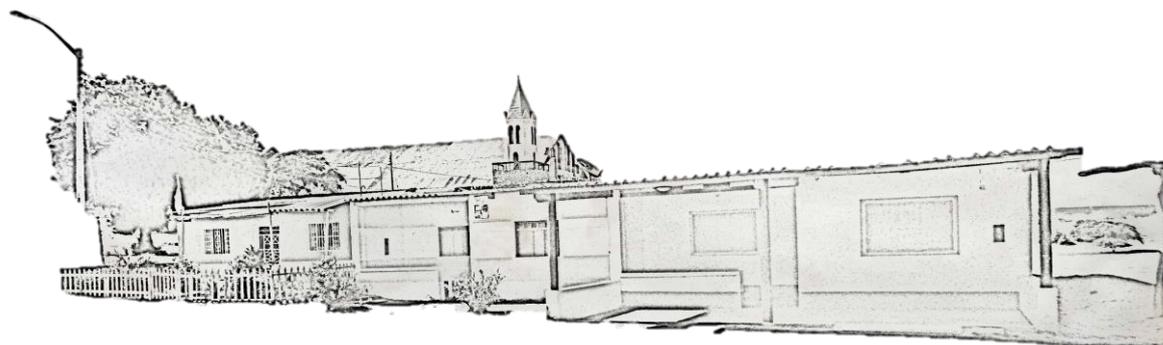
encuentra consolidada pues las ocupaciones carecen de servicios básicos y se encuentran construidas en materiales temporales como triplay y esteras.

El pueblo alberga la Iglesia más antigua de Sudamérica, construida en 1536 por los dominicos. Esta iglesia fu declarada Monumento Histórico Nacional en 1983, mediante Resolución Suprema R.S. Nº 027-83-ED. La iglesia San Lucas de Colán se encuentra construida sobre los 9 m. de altura. Existen registros de ocurrencia de inundaciones ocurridas en 1925 que afectaron parte importante del templo; no se especifica el origen las inundaciones.

Tipología de las viviendas:

El Pueblo de San Lucas de Colán presenta principalmente un tipo de vivienda tradicional. Los lotes suelen ser amplios, abarcando dos frentes de la manzana. En el sector delantero se ubica la vivienda, construida principalmente de un solo nivel, con estructura de cemento y ladrillos, con techo aligerado, principalmente de calamina. Hacia la parte trasera de las viviendas se localiza el "corral". Estructura precaria construida con esteras o madera tipo "triplay", donde se encuentra los animales domésticos.

Imagen N° 3: Vivienda típica en el Pueblo de San Lucas de Colan



Fuente: Dirección de Preparación, 2014

El Balneario La Esmeralda de Colán

La Esmeralda de Colán es un hermoso balneario tradicional, caracterizado por sus casas de madera emplazadas sobre piedras y pilotes. Su nombre se adoptó debido a la belleza y al color cristalino del mar. Las casas se encuentran asentadas sobre una amplia extensión de tierra y arena que era un conchal prehispánico.

Su ocupación data de inicios de siglo pasado, promovido principalmente por la Marina de Guerra del Perú, que otorgó permisos y títulos para que los hacendados piuranos construyeran casas al pie de la orilla (Mendoza, 2012).

Se estima que actualmente existen alrededor de 800 viviendas localizadas en aprox. 132 manzanas distribuidas de manera lineal. Sin embargo, la línea de casas observada actualmente corresponde a la segunda línea de casas del balneario; ya que las primeras casas fueron destruidas en los eventos El Niño de años 1982-1983 y 1997-1998 (Rondón, 2011)

La circulación peatonal y vehicular en el balneario se desarrolla paralela a la línea de costa (Av. Costanera), existiendo escasas vías que permitan la circulación transversal. Debido a la inexistencia de calles que generan un corte evidente de la manzana la configuración de la ocupación se percibe como un continuo urbano. En algunos casos, las casas se encuentran separadas por un callejón de ancho variable (entre los 1.25 m y 5 metros, encontrándose que la mayoría de estos presentan obstáculos que dificultan su libre uso.

El balneario presenta un periodo de actividad muy importante hacia fines de año y se intensifica durante el periodo de verano (enero, febrero y marzo); el resto del año la actividad en el balneario se reduce significativamente. Los lugareños estiman que en esas fechas podrían concentrarse alrededor de 10 mil personas entre el pueblo y el balneario; sin embargo esta cifra no se encuentra comprobada. Las viviendas se encuentran habitadas principalmente por escasas personas que se dedican a cuidar las viviendas. Además de viviendas existe también en el balneario una importante oferta de hotelera y de restaurantes turísticos.

Imagen N° 4: Evolución de la consolidación urbana



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

La ocupación de mayor antigüedad se encuentra en la zona central del balneario, donde existe gran cantidad de comercios (restaurantes y hospedajes). Hacia el sur del balneario se observa un proceso de consolidación urbana, promovida por un desarrollo inmobiliario del tipo condominio cerrado, cuyo acceso se realiza principalmente por la zona oeste, de cara hacia el mar, existiendo con ello serias limitaciones para la evacuación.

Tipología de las viviendas:

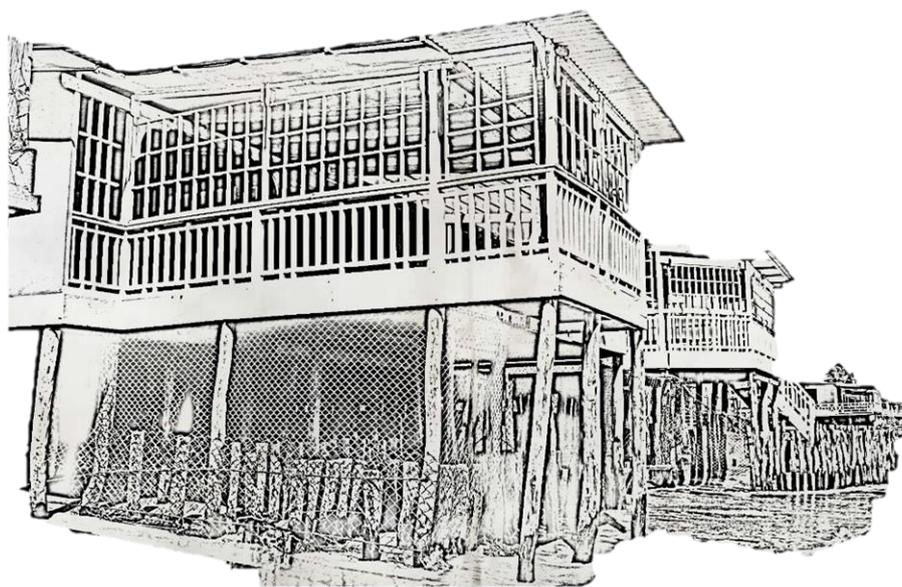
En la parte antigua del balneario predominan principalmente dos tipos de viviendas de playa, ambas de madera emplazadas en pilotes de madera o cemento y en algunos casos sobre terrazas de piedra.

### Vivienda tipo 1 - Con mirador hacia el mar:

La vivienda tipo 1 es la que predomina en la parte central del balneario. Se encuentra principalmente emplazada sobre lotes rectangulares cuyo largo varía entre 60 y 100 metros. Estas viviendas se caracterizan por presentar dos sectores diferenciados. La parte antigua de la vivienda, que se localiza hacia la zona delantera del lote y la parte moderna de la vivienda, localizada hacia la parte trasera del lote hacia la Av. Costanera.

La parte antigua de la vivienda se orienta en dirección Oeste, con vista hacia el mar. En la zona norte y centro del balneario el acceso se realiza solo de manera peatonal, debido a que la erosión efectuada por acción de las olas ha reducido el borde litoral. Cuando la marea se encuentra alta no es posible el acceso peatonal. Se observa también que la zona delantera de algunas viviendas se encuentra en mal estado de conservación, llegando incluso a estar inevitables.

Imagen N° 5: Evolución de la consolidación urbana



Fuente: García, 2008

La vivienda tienen estructura de madera, con divisiones del mismo material, el techo es aligerado principalmente con material de calamina. El sector oeste suele presentar un área tipo mirador o balcón con vista hacia el mar. La vivienda se encuentra anclada a la playa a través de una estructura de barrotes de sustentación en visible proceso de descomposición, lo cual hace que sea altamente vulnerable ante sismos, tsunamis e incluso oleaje anómalo. Actualmente se observa un efecto negativo de la acción de las olas sobre dichas estructuras de anclaje, ya que la arena ha sido socavada por acción del mar y los barrotes se encuentran descubiertos.

Se observa también vestigios de mallas que actuaban como protección ante los residuos que pueda traer consigo el oleaje. A la fecha dichas mallas se encuentran visiblemente deterioradas y no logran cumplir adecuadamente su función.

### Vivienda tipo 2- cabaña

Otro tipo de vivienda que predomina en la zona es la vivienda tipo dos, considerada en el estudio como vivienda tipo cabaña. Esta se encuentra un poco más al sur del balneario. El área de esta vivienda es menor y se encuentra dispuesta de manera lineal. El acceso principal es hacia el oeste, pudiendo ser peatonal o vehicular.

La estructura de construcción es similar a la vivienda tipo 1. Presenta estructuras de madera con techo aligerado principalmente de calamina, teja o paja. No presentan mirador hacia el mar.

Presenta también una estructura de barrotes de anclaje de madera. Estas estructuras sobresalen ligeramente de suelo, para permitir el paso del agua en caso de marea alta u oleaje anómalo.

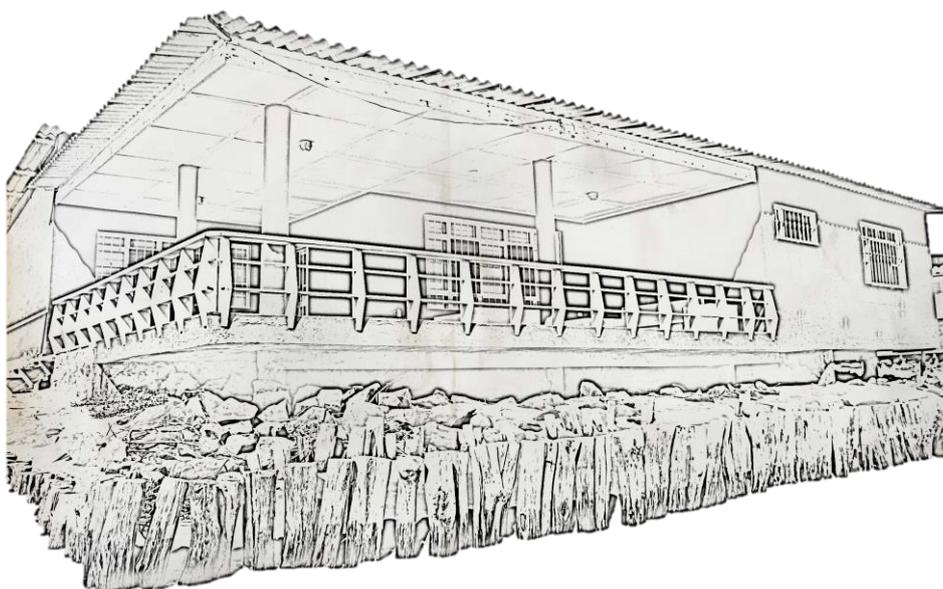
Imagen N° 6: Tipología de la vivienda en el Balneario de San Lucas



Fuente: García, 2008

Este tipo de vivienda presenta una variante, las viviendas se encuentran rodeadas de muros de contención contruidos con palos de madera rolliza y rocas. Estas estructuras generan un efecto negativo en las viviendas cercanas. Ya que las olas chocan en estas estructuras y rebotan hacia las otras viviendas incrementando la fuerza de las olas.

Imagen N° 7: Tipología de la vivienda en el Balneario de San Lucas



Fuente: García, 2008

#### IV. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE PELIGRO DE TSUNAMIS

##### 4.1 Caracterización

###### a. Maremoto o tsunami:

INDECI define como maremoto al fenómeno natural que se caracteriza por la presencia de una onda marina, generada por el desplazamiento vertical del fondo marino. El Centro Regional de Información sobre Desastres América Latina y El Caribe señala que estas ondas son capaces de propagarse sobre largas distancias, sin perder su energía, y llegar a las costas produciendo un efecto destructivo. Este es un fenómeno que se observa con mayor recurrencia en el Océano Pacífico. El término Tsunami es de origen japonés y proviene de los vocablos: tsu (puerto) y nami (ola), estos se refieren a la presencia de grandes olas en el puerto, es decir, la consecuencia de un maremoto.

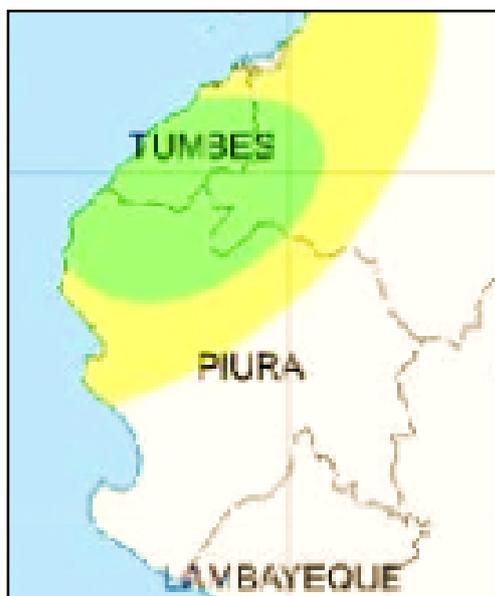
Cabe señalar que la ocurrencia de un maremoto o tsunami no causa daños en alta mar, pero es muy destructivo en las costas. Los maremotos o tsunamis no tienen relación con las mareas.

###### b. Causas de los tsunamis:

La Dirección de Hidrografía Nacional señala como siguientes causas de un tsunami.

- Sismos superficiales (entre 0 a 60 km de profundidad) y mayores a 7.0 Mw.
- Erupción volcánica submarina;
- Desplazamientos de sedimentos submarinos;
- Deslizamientos de tierras costeras que se hundan en el agua;
- El impacto de meteoritos;
- Factores antropogénicos como explosiones.

Por otro lado, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) señala: *que la superficie de contacto entre dos placas no se encuentra en un estado uniforme de distribución de esfuerzos y energía acumulada*. Manifiesta que existe una continua liberación de los mismos en forma de sismos sobre algunas partes de dicha superficie, dejando otras zonas con mayor acumulación de energía llamadas asperezas.



En el mapa observado, se muestra las intensidades sísmicas máximas para la región Piura y Tumbes en la escala de Mercalli Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1960 y 2014, mostrando que la zona costera es la de mayor riesgo. En el periodo analizado, la región Piura ha experimentado sismo de intensidad VIII y VII (MM).



Fuente: Evaluación del Peligro Asociado a Los Sismos y Efectos Secundarios en Perú, IGP 2014.

#### 4.2 Condicionantes de sismo y tsunami en la Región Norte del Perú

Durante muchos años, la comunidad científica ha buscado métodos para tratar de predecir la ocurrencia de grandes sismos; sin embargo, sólo los métodos de largo plazo son los que tienen mayor confiabilidad. Estos se basan en el análisis estadístico de la sismicidad de una región específica (probabilidad de ocurrencia), hasta la identificación de lagunas sísmicas, pudiendo estimar las zonas y la magnitud del evento (Tavera y Condori, 2014).

Tavera y Condori (2012) analizan las áreas de ruptura en toda la costa de América del Sur. Para ello emplea el catálogo sísmico del Instituto Geofísico del Perú (IGP) para el periodo de 1960 a 2012. En base a esto identifica 5 zonas anómalas<sup>3</sup> para el borde occidental del Perú. La quinta aspereza identificada, denominada A5, se encuentra frente a la zona costera de Chiclayo y podría estar asociada al terremoto de 1619. Esta aspereza de menor tamaño correspondería a un sismo con magnitud del orden de 7,5 Mw; teniendo una probabilidad de ocurrencia del 75% para los próximos 50 años.

<sup>3</sup> Tavera señala que la superficie de contacto entre las placas no se encuentra en estado uniforme de distribución de esfuerzos y energía acumulada. Existe una continua liberación de energía a través de los sismos en algunas partes de la superficie, dejando otras con mayor acumulación de energía llamadas asperezas. (IGP, 2014)

Imagen N° 8: Mapa de periodo de retorno local para las principales asperezas identificadas en el borde occidental del Perú

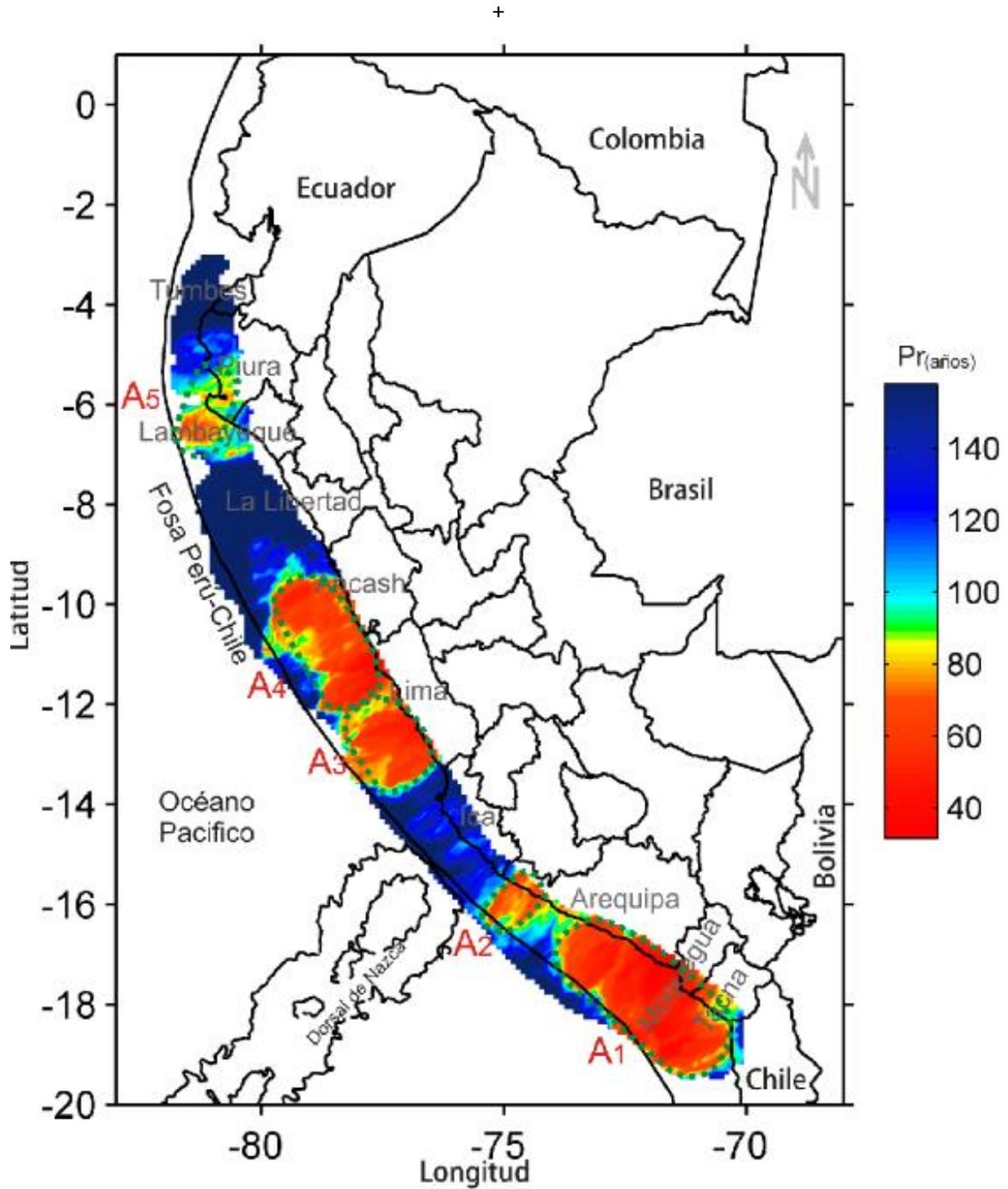


Figura 10: Mapa de periodos de retorno local para las principales asperezas identificadas en el borde occidental de Perú obtenido a partir de la variación espacial del valor de "b" y la metodología propuesta por Wiemer y Zuñiga (1994), (Condori y Tavera, 2012).

Fuente: Tavera, IGP (2014)

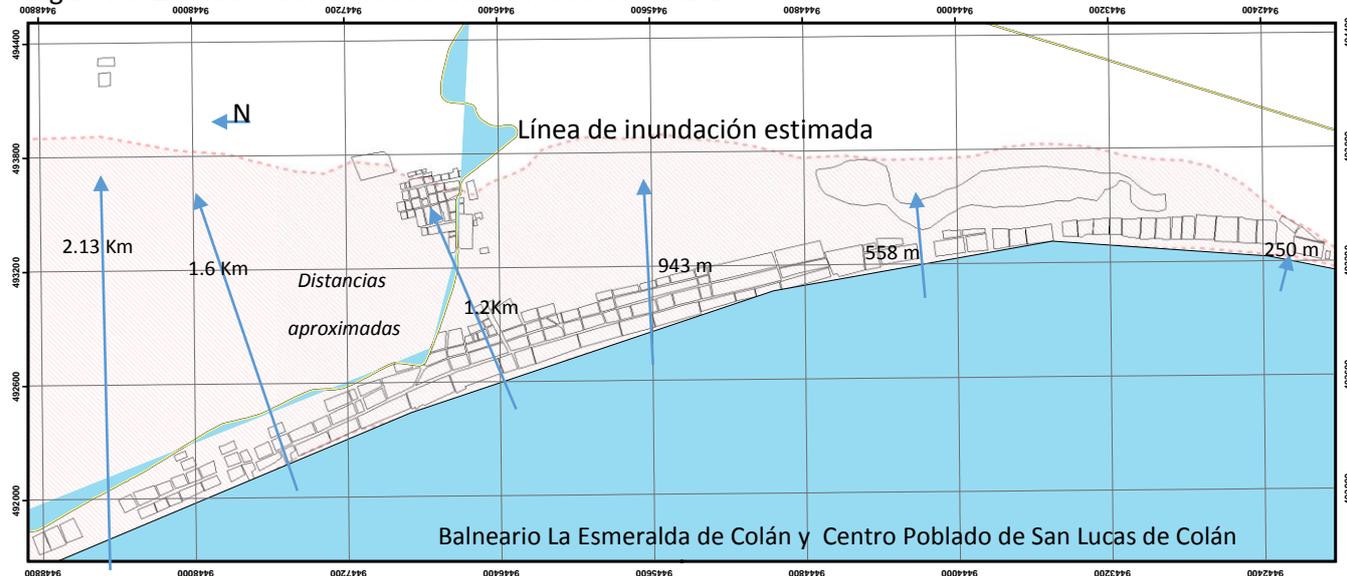
Uno de los últimos registros de afectación presentados en la zona se presentó al día siguiente de ocurrido el sismo y tsunami en Japón, el 11 de marzo del 2011. El tsunami ocurrido afectó a la cuenca del Pacífico, llegando a las costas de Piura a las 20 horas aprox. luego de producido el sismo.

#### 4.3 Peligro de Inundación por Tsunami

La definición del área afectada por una posible inundación se ha estimado de manera general debido a la falta de información esencial para el proceso como la batimetría del fondo marino y topografía de alta resolución, así como el modelo de fuente sísmica. Investigaciones del IGP estiman un escenario de 7.5 Mw a 8 Mw, con un epicentro localizado aproximadamente en la aspereza A5, ubicado en el litoral, frente al límite de las regiones Piura y Lambayeque. Sin embargo, luego del último sismo y tsunami en Japón (2011), la comunidad científica se encuentra optando por tomar el escenario de mayor riesgo posible con fines de preparación. Es por ello que para la zona de estudio utiliza un escenario de sismo de 8.5 a 9 Mw.

Dirección de Hidrografía Nacional viene trabajando la generación de la carta de inundación para el ámbito de estudio, que se estima tener durante el 2015. Sin embargo, se requiere tener una línea de inundación de referencia, optándose por una cota de inundación de 9 metros según lo trabajado en otras cartas de inundación. Debido a la baja pendiente que existe en la zona, la cota de 9 metros de inundación se localiza entre los 300 metros, hacia el sur del balneario, 1000 metros hacia la zona central del balneario y 1700 metros hacia el norte del balneario.

Imagen N° 9: Estimación de la línea de inundación ante un tsunami



Fuente: Elaboración propia

En base a este análisis se determina que toda la población localizada en el Balneario de la Esmeralda se encuentra en riesgo de ser afectada por un tsunami. En el caso del Pueblo San Lucas de Colán, se ha identificado que la mayor parte del pueblo podría ser afectada, salvo excepción de las siguientes manzanas:

139 (Iglesia San Lucas de Colán), 143, 140, 141, 142, 150, 151, 156, 155, 162, 167 y parte de la manzana 179, que corresponde al cementerio. (Ver Anexo II: Mapa Zona 9: Pueblo San Lucas De Colán). Dado que la zona no es muy grande, creo que se pueden hacer mapas a escala de A4, para que se tenga una vista más detallada. Falta la leyenda y el nombre de las manzanas.

#### 4.4 Peligros referidos al oleaje anómalo

Existen registrados al menos 9 eventos vinculados a la acción del mar; seis de estos eventos se presentaron en los primeros meses del año 1983. Esta afectación se desarrolló en uno de los eventos Niño más fuertes que se tiene registrado en nuestro país, trayendo importantes pérdidas económicas y materiales para los pescadores y población local.

Por otro lado, el año 2002 se formó una laguna temporal en la zona norte del balneario, debido al avance del mar. Esta laguna se formó en la zona norte del balneario, extendiéndose cerca al pueblo.

Tabla N° 3: Historia de desastres vinculados a la acción del mar producidos en Colán

FECHA	OCURRENCIA
06/02/1978	Grandes olas azotan dos días el balneario. El mar salió aprox. 200 mts -cerca al antiguo pueblo de Colán
05/01/1983	Olas inmensas / Casas inundadas
09/02/1983	Daño 5 viviendas
23/03/1983	Destrucción de casas, miles de soles perdidos
25/03/1983	Mar continúa agitado/ Evacuados/ Viviendas destruidas.
04/04/1983	Casas de veraneo afectadas / Aguas estancadas producto de la marejada y el mar con sus encrespadas olas <i>ha cerrado el acceso</i> a estos lugares.
18/05/1983	Maretazo ocurrió en la madrugada/ 3 mil trabajadores han sido perjudicados/ Naufragio de 43 embarcaciones pesqueras. Industria pesquera paralizada
01/03/2002	Se forma laguna entre el balneario y el pueblo de Colán.
12/03/2011	Al día siguiente del sismo de Japón las aguas del mar retrocedieron alrededor de 200 m. y regresaron con fuerza, afectando viviendas

Fuente: DESINVENTAR (2014), otros

Imagen N° 10: Laguna formada por avance del Mar



Fuente: Municipalidad Metropolitana de Colan

## V. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Wilches Chaud desarrolla los ángulos de la vulnerabilidad (1993), de los que posteriormente parten los tipos de vulnerabilidad utilizados en la evaluación convencional del riesgo.

La vulnerabilidad es definida como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socio económicas, de sufrir daños por la acción de un peligro o amenaza. (Ley N° 29664).

Para el caso estudiado se realizará una aproximación descriptiva respecto a las distintas dimensiones de vulnerabilidad.

### 5.1 Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica

Existen investigaciones que demuestran la marcada tendencia erosiva existente en el Balneario La Esmeralda. El investigador Poul Jakobsen, de la Fundación Skagen Innovations Center de Dinamarca, señala que la zona central del Balneario de La Esmeralda se encuentra colapsada, refiriéndose a la existencia de viviendas inhabitables. Para el caso del estudio, se considera La presencia de condiciones fuertemente erosivas como un factor de alta vulnerabilidad ambiental y ecológica que incrementa la vulnerabilidad debido a una mayor exposición de las viviendas y medios de vida.

Tabla N° 4: Vulnerabilidad ambiental y ecológica

Variable	VB	VM	VA	VMA
Factores físicos				Alta tendencia erosiva
Condiciones ecológicas				Crecimiento urbano no planificado

Fuente: Elaboración propia / Referencias: Manual básico para la estimación del riesgo, INDECI (2006)

## 5.2 Vulnerabilidad social

Población estimada en el escenario de mayor vulnerabilidad:

Para el análisis en la zona de estudio se consideró los días 30, 31 de diciembre y 01 de enero como los días del año con mayor afluencia de visitantes (época de verano). Posterior a esas fechas se consideran todos los fines de semana durante los meses de enero, febrero, marzo, así como las fechas de Semana Santa y Navidad.

Durante estas fechas se registra un importante incremento entre la población flotante de la zona; estimándose, gracias al levantamiento de información en campo, que existen unas 7704 personas que se encuentran en la zona por estas fechas, siendo este el escenario más crítico para el periodo elegido. Sin embargo, este escenario no contempla a los visitantes que pernoctan en carpas o que retornan a Piura el mismo día de la visita.

Cabe señalar también que durante el periodo de fiestas de fin de año existen “horas pico” donde la afluencia de visitantes es mucho mayor, pero que para el estudio realizado no se ha podido identificar información oficial ha podido. Siendo importante realizar un reconocimiento de este identificar las

En el caso del Pueblo de San Lucas de Colán se ha identificado un promedio de 10 habitantes por vivienda para el periodo definido, es así que se estima un total de 2070 pobladores expuestos. En el ámbito del balneario se ha estimado un promedio 9 pobladores por vivienda, que según lo estimado arroja un total de 5634 personas podrían encontrarse en la zona durante las fiestas de fin de año.

Población identificada como vulnerable

Según un estudio realizado por el Puesto de Salud de San Lucas de Colán existen un total de 56 personas que, ya sea por discapacidad física, por enfermedad crónica discapacitante o por edad, se encuentran en una mayor situación de vulnerabilidad. La mayoría de ellos residen en la zona del Pueblo de San Lucas, por lo que la evacuación se podría realizar de manera más rápida.

Tabla N° 5: Población en situación de vulnerabilidad

Sector	Enfermedad discapacitante	Discapacidad física	Adultos mayores	Total
Pueblo	10	3	36	49
Balneario	6	1	10	17
Total	16	4	46	56

Fuente: Posta de Salud, 2013

Tabla N° 6: Vulnerabilidad social

Variable	VB	VM	VA	VMA
Existencia de conflictos sociales				Debido tráfico ilegal de tierras y parcelación individual
Población				7704 pobladores probablemente afectados
Viviendas				833 viviendas expuestas
Gobernabilidad				Cambio de autoridades

### 5.3 Vulnerabilidad económica

En el caso del Balneario La Esmeralda, e incluso en el Pueblos de San Lucas de Colán el incremento de la vulnerabilidad de desarrolla debido al escaso control que existe sobre el turismo local, una de la principales actividades económicas de la zona; aunque no necesariamente la más importante.

Tabla N° 7: Vulnerabilidad económica

Variable	VB	VM	VA	VMA
Por temporada del año	Resto del año	Fines de semana en primavera	Fines de semana de verano; Semana Santa y Navidad	Año Nuevo
Dependencia de actividad económica impactada				Explotación de Sales; Pesca; Turismo local

Fuente: Elaboración propia / Referencias: Manual básico para la estimación del riesgo, INDECI (2006)

### 5.4 Vulnerabilidad cultural

La línea de costa se constituye el eje articulador durante el proceso de expansión urbana en zonas de balneario. Las viviendas se orientadas hacia la playa, buscando una localización privilegiada para garantizar el acceso y mantener las perspectivas visuales hacia el mar. Es así que el balneario La Esmeralda de Colán presentó desde el inicio una ocupación paralela a la línea de costa, quedando las viviendas a escasos metros de la rompiente.

Posteriormente el proceso de urbanización consolidó la ocupación en el eje litoral. El afán por aprovechar al máximo el espacio litoral, llevó a los promotores de la urbanización a prescindir de caminos o vías de circulación transversal, promoviendo en vez de ello el uso de callejones que permitirían la evacuación peatonal. Resultado de ello es que no existen calles que discurran desde el borde costero hacia la periferia del balneario. Esta ausencia de espacios de circulación transversal constituye un serio problema para una posible evacuación.

Actualmente se viene identificando serios problemas con el uso correcto de estos callejones, como:

- Inhabilitación completa del callejón debido a la ampliación del área de construcción del terreno;
- Cerraje de callejones por parte de los propietarios con piedras, cercos, árboles, etc;
- Generación de jardines que limitan el uso;
- Abandono de objetos en la vía del callejón, impidiendo la normal circulación;
- Angostamiento del ancho del callejón, limitando una adecuada y masiva evacuación.

Tabla N° 8: Vulnerabilidad cultural

Variable	VB	VM	VA	VMA
Segregación espacial				Interés de limitar el acceso de población a las zonas de playa

				Inhabilitación total o parcial de callejones
--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia / Referencias: Manual básico para la estimación del riesgo, INDECI (2006)

Imagen N° 11: Uso incorrecto de callejones de evacuación



Fuente: Dirección de Preparación

La Municipalidad Distrital de Colán ha realizado inspecciones orientadas a identificar la situación en la que se encuentran los callejones de evacuación existentes en el balneario. En el marco de estas inspecciones, las autoridades locales han exigido a los propietarios tomar las medidas necesarias para garantizar el adecuado estado de los mismos, con el objetivo de habilitarlos como rutas de evacuación. En ese marco, los propietarios deben eliminar los elementos que han colocado de manera intencional para restringir el acceso a la zona de playa. A la fecha estos requerimientos no han sido cumplidos.

Según lo manifestado por los pobladores locales, esta actitud se debe a que los propietarios limitar el acceso para generar espacios casi exclusivos, sin considerar las implicancias ante un posible sismo o tsunami.

Hacia el sur del balneario se observa un nuevo proceso de urbanización, actualmente en consolidación. En el último año se han construido nuevas viviendas al interior de un condominio cerrado, cuyo ingreso y salida se encuentra limitado por la existencia de un cerco perimétrico, que limita la evacuación hacia la zona norte.

En todo el balneario se observa este afán por generar áreas de uso exclusivo, que se hacen tangibles en hechos concretos como cercos, obstáculos, etc. Este patrón de comportamiento se constituye en un factor de incremento de vulnerabilidad, ya que la fragilidad se incrementa entre la población residente y visitante.

### 5.5 Vulnerabilidad física

#### Viviendas expuestas:

Según el estudio realizado se calcula que existe un total de 879 viviendas entre la zona del Balneario y el Centro Poblado, de las cuales 833 se encuentran expuestas. En el caso del Pueblo de San Lucas de Colán se ha identificado 207 viviendas en riesgo (95 % expuestas ante la probabilidad de ocurrencia de un tsunami). En la zona del balneario el 100% de las viviendas se encuentran expuestas.

Tabla N° 9: Viviendas y población expuesta

Zona	Viviendas	Viviendas expuestas	Población expuesta estimada
Balneario	626	626	5634
Pueblo	253	207	2070
Total	879	833	7704

Fuente: Elaboración propia

#### Centros Educativos

En el ámbito de estudio se localizan dos centros educativos de nivel inicial. El Centro Educativo Inicial N° 1061, localizado al ingreso del Balneario La Esmeralda y el Centro Educativo Inicial San Lucas, localizado en el Pueblo de San Lucas. Para el año 2014 se matricularon 108 alumnos (entre niños y niñas). En el ámbito de estudio también existen una escuela de educación primaria y una escuela secundaria con un total 281 estudiantes matriculados a inicios del 2014.

Es evidente la existencia de migración escolar de los alumnos de niveles superiores, ya que la población escolar de nivel secundario es significativamente menor que la población escolar de nivel secundario. No existen instituciones educativas de nivel superior.

Tabla N° 10: Viviendas y población expuesta

Tipo	Zona	Alumnos (2014)
Inicial - Jardín	Balneario La Esmeralda	39
Inicial - Jardín	Pueblo San Lucas	67
Primaria	Pueblo San Lucas	197
Secundaria	Pueblo San Lucas	84
Total	-	387

Fuente: Ministerio de Educación

#### Servicios de Salud

A nivel de atención de salud solo se localiza el Centro de Salud San Lucas de Colán, localizado en el Centro Poblado, a unos metros de la Plaza de Armas.

Tabla N° 11: Estado de conservación de la vivienda

ZONA	S/I	Mala	Regular	Buena	Muy Buena	Total
Balneario	191	34	109	207	85	435
Pueblo	124	11	43	71	4	129

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12: Características de las viviendas

ZONA	Estructura de adobe caña y otros	Estructura de ladrillo, piedra o madera sin refuerzos estructurales	Estructura de concreto armado o madera edificada sin asesoramiento técnico	Estructura sismo resistente, edificada con asesoramiento técnico
Balneario	19	191	174	189
Pueblo	57	59	110	13

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13: Vulnerabilidad física

Variable	VB	VM	VA	VMA
Estado de conservación		Predomina viviendas en buen estado a regular		
Características de la vivienda	Predominan viviendas de material noble			
Estado de los suelos				Arenosos de baja capacidad portante
Exposición de servicios esenciales				Iglesia Monumento de la Nación; Centros educativos; Existencia de sólo una posta médica

Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 12: Mapa de síntesis de vulnerabilidad según estructura de la vivienda

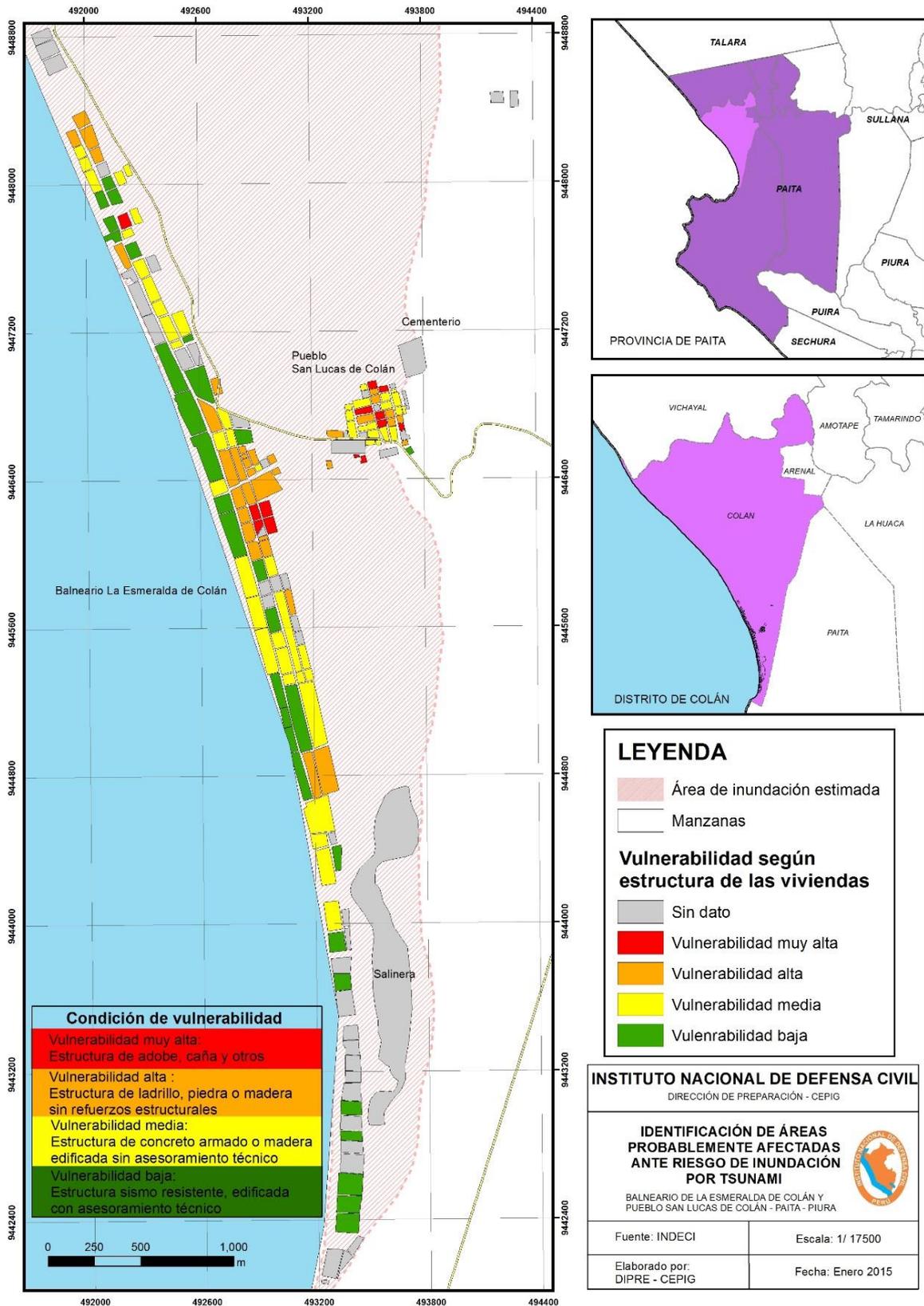


Imagen N° 13: Mapa de síntesis de vulnerabilidad según estructura de la vivienda

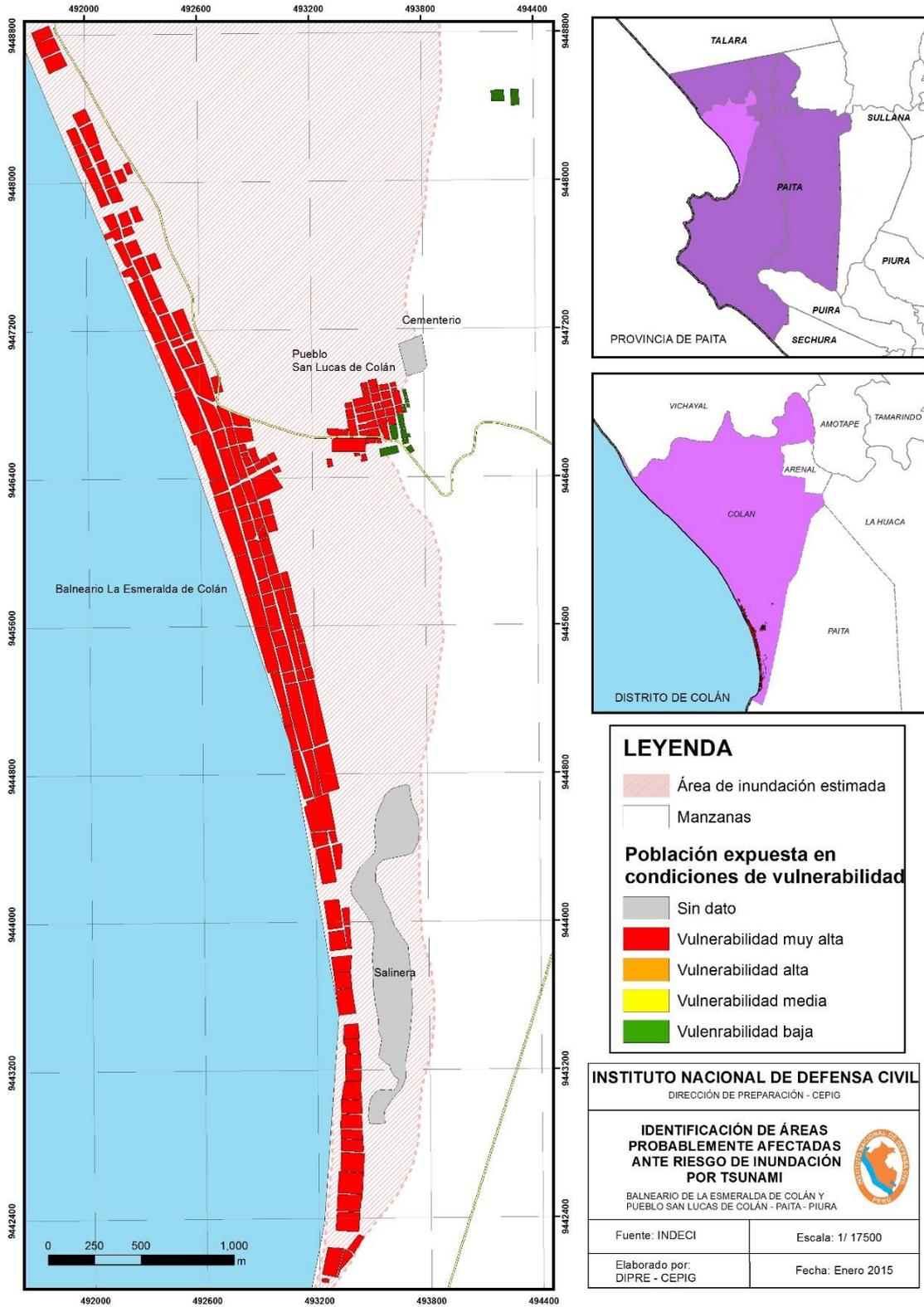
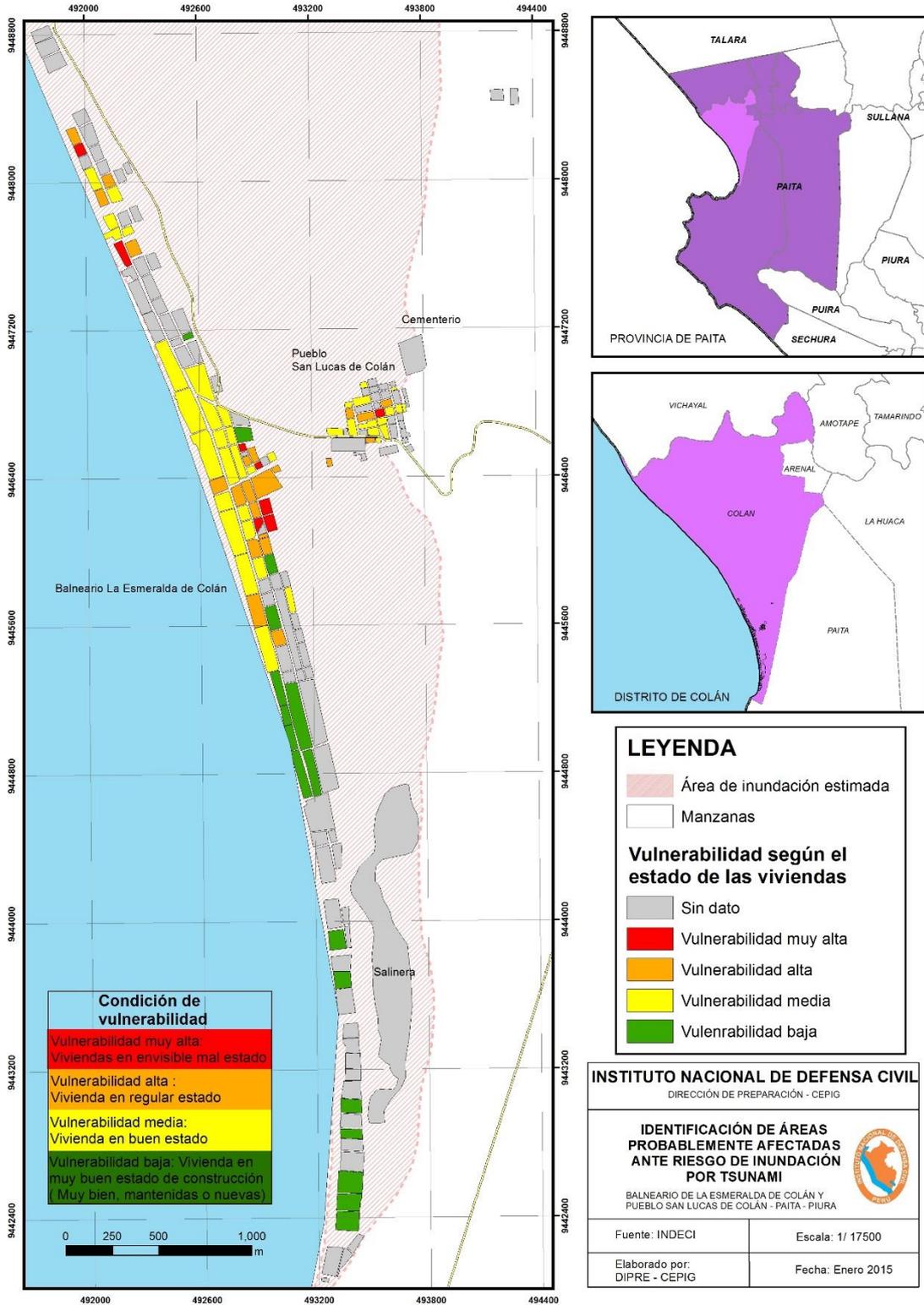


Imagen N° 14: Mapa de síntesis de vulnerabilidad según estado de la vivienda



## VI. SÍNTESIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

El análisis del riesgo se determina de manera global para todo el ámbito de estudio, a partir de la síntesis de la situación de vulnerabilidad y peligro en el ámbito de estudio. Sin embargo es importante considerar que en la zona sur del balneario existe un conglomerado urbano cuyas características difieren en mucho del resto de la zona y que configuran un nivel de vulnerabilidad más bajo que el resto del ámbito de estudio.

Esto se debe a varios factores como:

- Escaso nivel de fragilidad debido a la calidad de los materiales de construcción;
- Nula dependencia económica de los recursos locales;
- Escasa o nula vinculación con la problemática social; y
- Otros aspectos

Estos se sintetizan de la siguiente manera:

Tabla N° 14: Síntesis de vulnerabilidad en la zona sur del balneario

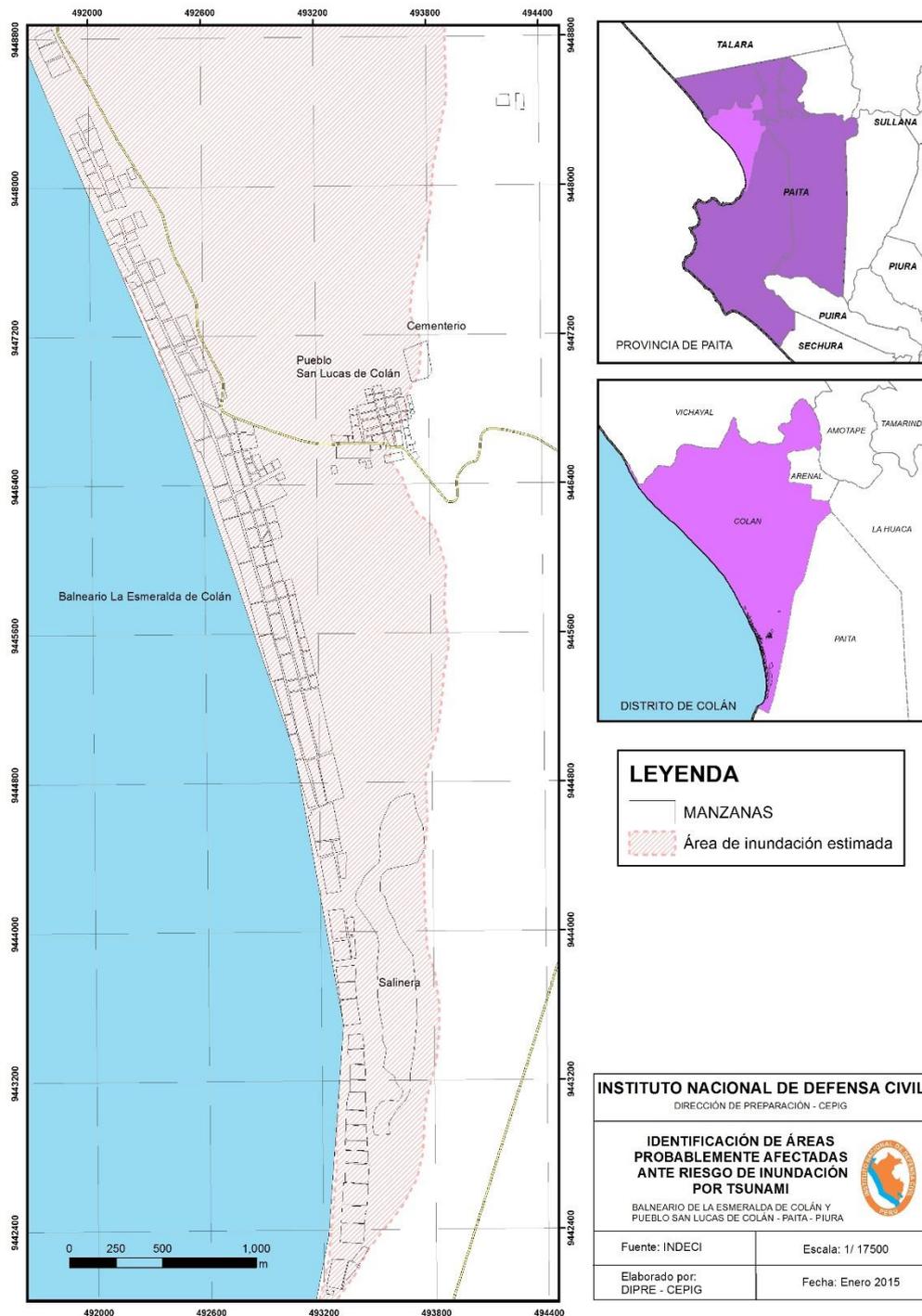
SÍNTESIS DE VULNERABILIDADES	VB -de 25%	VM 26% al 50%	VA 51% al 75%	VMA 76% al 100%
AMBIENTAL Y ECOLÓGICA		-Los procesos de erosión son menores en la zona sur del balneario -Proceso de expansión medianamente planificado		
SOCIAL	-No se vincula con la problemática social local -No requieren de los servicios de atención locales -Nivel de exposición reducido debido al poco tiempo de presencia en la zona			
ECONÓMICA	-Escasa o nula dependencia de los recursos económicos locales			
CULTURAL				-Si se ven afectados directamente por la conducta de segregación del espacio
FÍSICA		-Debido solo a la exposición ante el peligro		
VULNERABILIDAD GLOBAL		X		

Fuente: Elaboración propia

### Síntesis de peligro

Para el caso de estudio, el análisis de peligro se encuentra delimitado por la altura máxima de la ola que podría desarrollarse que ocurrir un tsunami, habiéndose estimado una altura de 9 m.; sin embargo se señala que esta deberá ser reajustada una vez que se elabore la carta de inundación.

Imagen N° 15: Mapa estimado de peligro de inundación por tsunami



### Síntesis de vulnerabilidad

Para el caso del resto del Balneario y del pueblo se considera el siguiente análisis, determinando los cinco tipos de vulnerabilidad. Del análisis se desprende que predomina un nivel muy alto de vulnerabilidad y alto para vulnerabilidad física; tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 15: Síntesis de vulnerabilidad en el ámbito de estudio

<b>SÍNTESIS DE VULNERABILIDADES</b>	<b>VB</b> -de 25%	<b>VM</b> 26% al 50%	<b>VA</b> 51% al 75%	<b>VMA</b> 76% al 100%
AMBIENTAL Y ECOLÓGICA				X
SOCIAL				X
ECONÓMICA				X
CULTURAL				X
FÍSICA			X	
VULNERABILIDAD GLOBAL				X

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para la síntesis del riesgo se considera como el ámbito de peligro el área total comprendida en el polígono identificado como línea de inundación. Este abarca toda la zona del balneario y el pueblo, con excepción de las manzanas 139 (Iglesia San Lucas de Colán), 143, 140, 141, 142, 150, 151, 156, 155, 162, 167 y parte de la manzana 179, que corresponde al cementerio. Esta información se analiza en función al resultado de vulnerabilidad global para obtener la síntesis del riesgo. El resultado muestra un nivel de riesgo muy alto para el ámbito del estudio en el periodo de temporada alta (fiestas navideñas, fiestas de fin de año, semana santa y temporada de verano).

### Riesgo

Tabla N° 16: Síntesis de l riesgo en el ámbito de estudio

Peligro muy alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
Peligro alto				Riesgo muy alto
Peligro medio				
Peligro bajo				
	Vulnerabilidad baja	Vulnerabilidad media	Vulnerabilidad alta	Vulnerabilidad muy alta

Fuente: Manual básico para la estimación del riesgo, INDECI 2006

## VII. CONCLUSIONES

- El 100% de viviendas localizadas en el Balneario de La Esmeralda y el 95% de las viviendas localizadas en el Pueblo de San Lucas de Colán se encuentran expuestas a la ocurrencia de tsunamis, considerándose en un nivel de riesgo muy alto.
- La comunidad de San Lucas de Colán es una de las más antiguas de la Región Piura. Su origen se remonta al S.XVI, las antiguas reducciones de indios; sin embargo desde 1990 existe un proceso de titulación individual que viene generando conflicto entre la población. Esto hecho incrementa en sí mismo la vulnerabilidad social.
- El Pueblo de San Lucas se encuentra en proceso de expansión no planificada hacia la periferia. Las condiciones del suelo favorecen la expansión hacia el sector norte del pueblo.
- En el pueblo predomina el tipo de viviendas de un solo nivel, por lo que no es posible considerar actualmente una evacuación vertical.
- El balneario presenta un proceso de erosión marcado, que ha deteriorado e inhabilitado viviendas en la zona central y zona norte del balneario.
- El fenómeno del niño ha generado en el pasado incremento del oleaje anómalo y aumento del nivel del mar. EL borde costero avanzó generando con ello la destrucción de viviendas (Eventos de los 1982-1983 y 1997-1998)
- Existe presión urbana sobre el suelo. Esto se expresa en la construcción de nuevas viviendas en el pueblo de San Lucas y principalmente en la zona del Balneario.
- La expansión urbana en el balneario presenta una tendencia lineal, generando sistemas de circulación paralelos al borde costero, con escasa o nula circulación transversal.
- Se observa el mal uso de materiales y técnicas de construcción, que no se encuentran adecuadas a las condiciones ambientales. Esto es evidente en la zona del balneario donde existen viviendas actualmente inhabitables.
- El uso de muros de protección frente a la acción de las olas incrementa la exposición de las viviendas contiguas frente a la acción del mar. Esto se debe a que, luego de chocar contra dichos muros, las olas rebotan hacia los lados con similar fuerza.
- En el ámbito de estudio se localiza la Iglesia “más antigua” de Sudamérica, construida en 1536 y declarada Monumento Histórico Nacional; siendo este un elemento más a considerar entre los elementos expuestos.
- La afluencia de la población visitante es intensa durante los días 30, 31 de diciembre y 1ro de enero y durante el periodo de verano (enero, febrero y marzo) sigue siendo importante.
- Se estima que durante las fechas de mayor afluencia se concentran alrededor de 7704 mil personas entre el pueblo y el balneario; sin embargo esta cifra no se encuentra comprobada.
- Actualmente no existe ningún sistema de evacuación y la señalización de prevención existente es casi nula.
- El cerraje y obstrucción de callejones de evacuación en la zona del balneario refleja la existencia de un proceso de segregación espacial que resulta en el incremento elevado de la vulnerabilidad en la población.
- Existe una zona de acumulación de energía, aspereza A5, identificada frente a la zona costera de Chiclayo que se encuentra asociada al terremoto de 1619, con 7.5 Mw, y una probabilidad de ocurrencia del 75% para los próximos 50 años.
- Si bien es cierto, las principales amenazas de tsunamis son originadas a nivel local, existen eventos sísmicos de escala global que pueden generar afectación a nivel local.
- Se ha identificado que el nivel de vulnerabilidad total es menor para la zona sur del balneario; sin embargo la exposición al peligro es significativa. Por otro lado la capacidad de resiliencia de la población que habita esta zona es mucho mayor.

- La vulnerabilidad total del ámbito de estudio (salvo al excepción) arroja valores muy altos.
- La síntesis del riesgo identificada es muy alta para la temporada estudiada.

#### VIII. RECOMENDACIONES

- Es necesario actualizar los resultados de este estudio una vez que se realice el catastro urbano y se genere la carta de inundación.
- Complementar el estudio con la identificación de los hábitos horarios de los visitantes, toda vez que el riesgo no se distribuye de manera igual en el año y durante los días de temporada alta.
- Es recomendable presentar los resultados del estudio al nuevo Concejo Municipal.
- Es recomendable aplicar nuevamente las fichas de levantamiento de información en el periodo de verano, ya que en el periodo desarrollado se presentó un porcentaje muy alto de población ausente en viviendas. (Aprox. 60%)
- Se debe iniciar el trabajo de identificación de las rutas del sistema de evacuación frente a tsunami.
- Se recomienda evaluar la construcción de plataformas de evacuación vertical sismo resistentes.
- Se recomienda promover la integración al proyecto de Sirenas que se encuentra en fase inicial.
- Promover que el nuevo Concejo Municipal promueva la reactivación del comité para la implementación del sistema de alerta temprana.
- Es importante que la señalización utilizada en los sistemas de evacuación, sigan la Norma Técnica para la Señalización Preventiva en caso de Tsunamis, elaborada por la Dirección Hidrográfica Nacional.
- Difundir los resultados del estudio ante las instituciones locales.
- Debido a las condiciones de alto nivel de riesgo es necesaria la implementación de un sistema de monitoreo y alerta temprana ante peligro de ocurrencia de tsunamis.

## IX. BIBLIOGRAFIA.

Palacios Moncayo, O. 1994. *Geología de los Cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla*. IMGEMMET, Lima, Perú

Rondo, G. A. 2011. *Análisis de la variación temporal de la línea de costa y caracterización de la geomorfología litoral: Bahía de Paita, Perú 1946-2007*. Tesis de Licenciatura en Geografía y Medio Ambiente, Facultad de Letras y Ciencias Humanas, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Olympyc Perú Inc. 2013. *Estudio de Impacto Ambiental Semi detallado del Proyecto de Ampliación del Patio Tanques Tablazo – Colán. Línea de base física*. Lima, Perú

Bueno, María Luisa (2012). *Elementos para volver a pensar lo comunal: nuevas formas de acceso a la tierra y presión sobre el recurso en las comunidades Campesinas de Colán y Catacaos*. *Antropológica*, XXXI (31). PUCP

Zúñiga de Riofrío, Pina (2011). Comité Restauración de la Iglesia San Lucas de Colán. *San Lucas de Colán, reliquia histórica y símbolo de transculturización*.

Enzona Riofrío, Marcela (2012). *El Comercio*, Febrero 10 -2012

Wilches-Chaux, Gustavo (1993). La vulnerabilidad global. En *Los Desastres No son Naturales*, compilado por Maskrey, Andrew. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

Bibliografía digital

<https://gua30.lamula.pe/2011/09/07/poul-jakobsen-si-no-atienden-problema-de-erosion-en-10-anos-no-habra-playa-en-colan/gua3.0/>

<http://www.cridlac.org/VCD/files/page486.html>

<http://es.storm247.com/tiempo/111634538/clima>

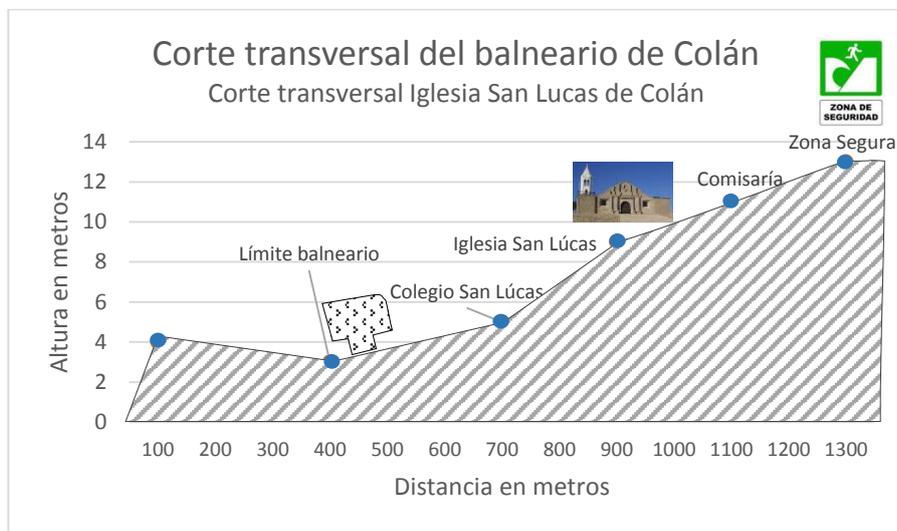
<http://elcomercio.pe/economia/peru/colan-balneario-que-necesita-compatibilizar-turismo-otros-negocios-noticia-1372482>

X. ANEXOS

1. Plano de ubicación y accesibilidad



2. Corte transversal para la evacuación en la zona central



Fuente: Elaboración propia

3. Eventos tipo tsunami que han afectado el litoral nacional

Registro de eventos

Fecha	Lugar afectado	Causa	Daños y pérdidas/ Run -up
1589, Julio 09	Costa de Lima	Sismo de intensidad VIII, cerca de la costa de Lima	Muerte de 22 personas/ Run-up aprox. de 7 m.
1644, Mayo 12	Costa de Pisco	Sismo de intensidad VI	70 muertos
1678, Junio 17	Callao	Sismo de intensidad de VII, en la costa norte de Lima	Daños materiales
1687, Octubre 20	Callao, y otros puertos	Sismo de intensidad de IX, al norte de Lima	Más de 200 muertos
1705, Noviembre 26	Costa sur	No hay información	Arica destruida
1716, Febrero 10	Costa Pisco	Sismo de intensidad IX, en Camaná	No hay información
1746, Octubre 28	Callao	No hay información	Muerte de 5 a 7 mil habitantes
1806, Diciembre 01	Callao	Sismo intensamente sentido en Lima	dejando varias embarcaciones en tierra
1828, Marzo 30	Ciudades de la costa	Sismo de intensidad VI	Ciudades de la costa destruidas
1868, Agosto 13:	Desde Trujillo hasta Concepción (Chile)	Sismo, frente de Arica	Run-up de 21 m (Concepción, Chile)

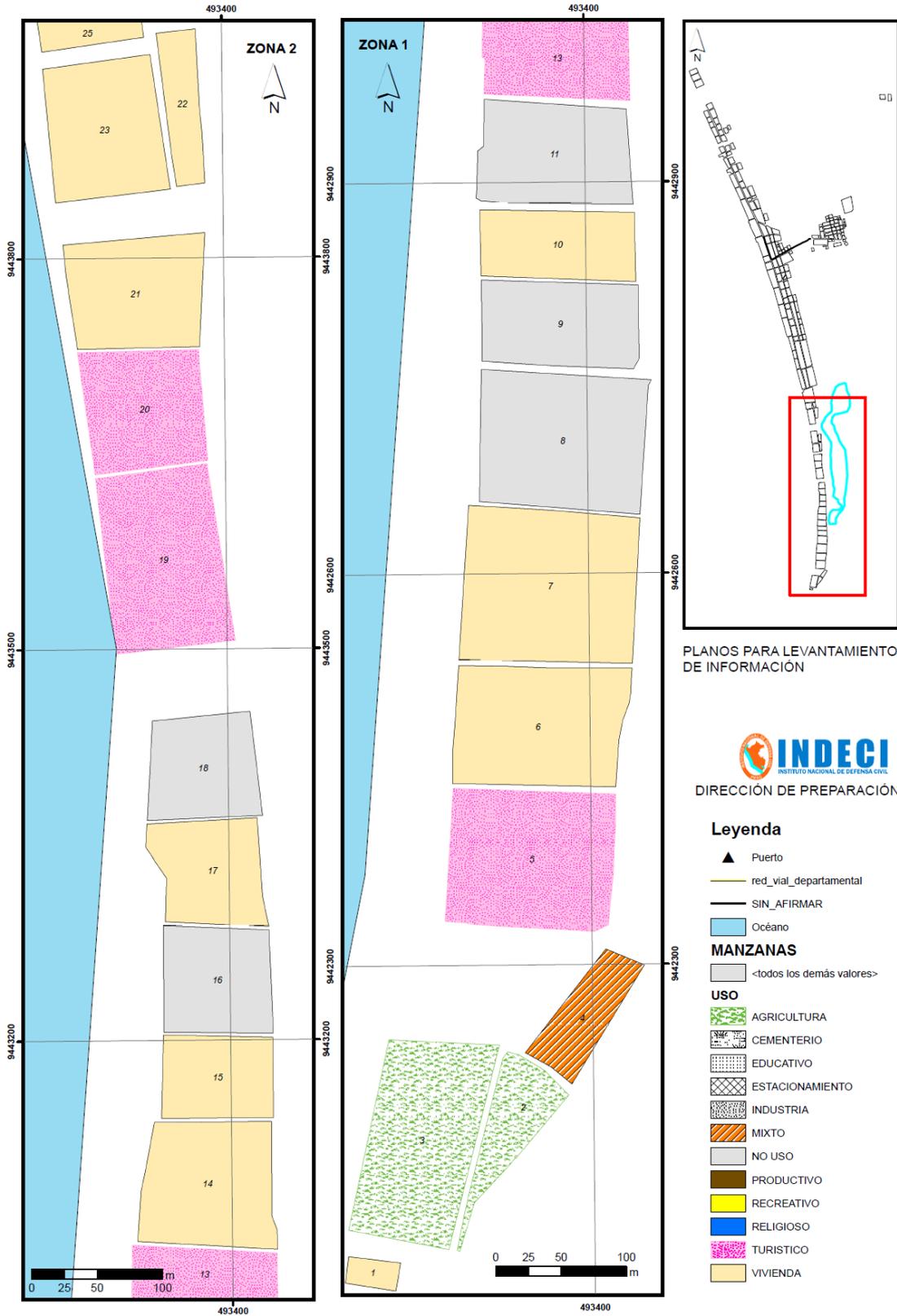
ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES POR TSUNAMI, PARA EL BALNEARIO LA  
ESMERALDA DE COLÁN Y EL PUEBLO SAN LUCAS DE COLÁN

1877, Mayo 09	Desde Pisco hasta Antofagasta (Chile)	Sismo, originado en Chile	Run-up de 23 m (en Arica)
1878, Enero 10	Ciudades costeñas entre los puertos de Arequipa e Iquique	No hay información	Run-up de 12 m
1942, Agosto 24	Matarani y el Callao	Sismo de magnitud 8.1° y movimiento submarino cerca de Pisco	
1946, Abril 01	Gran área en el Pacífico (Chile, Perú, Ecuador y Colombia).	Sismo en Chile	
1952, Noviembre 05	Costas de Chile, Perú, Ecuador.	No hay información	
1957, Marzo 09	Callao	Maremoto originado en el Pacífico Norte	Run-up de 0.25 m
1960, Mayo 22	Punta (Callao)	Sismo originado frente a las costas de Chile	
1960, Noviembre 20			
1964, Marzo 28	Registrado en las costas de Perú y Chile	Sismo originado en Kodiak, Alaska	
1974, Octubre 03	Norte de Lima	Sismo originado frente a las costas del Callao	Inundación de varias fábricas frente a las bahías de Chimú y Tortugas, norte de Lima, destruyendo muelles y cultivos
1996, Febrero 21		Sismo originado a 210 Km. al SW de Chimbote, magnitud 6.9°.	15 vidas humanas, daños materiales/
1996, Noviembre 12		Sismo originado a 93 Km SW de San Juan de Marcona, magnitud 6.4° profundidad 46 Km	Grandes daños materiales y pérdidas de vidas humanas/
2001, Junio 23		epicentro en el mar al NW de Ocoña, 6.9 en la escala de Ritche	Muerte de 23 personas, 63 desaparecidos y cuantiosos daños materiales/
2007, Agosto 15	Pisco	sismo con epicentro en el mar a 60 km al Oeste de Pisco, de 7.0° de magnitud en la escala de Ritche	Más de 500 víctimas / run-up de 5.6m

Fuente: Sistematizado por la DHN. Cuadro elaborado por la Dirección de preparación

4. MAPAS PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO

ZONA 1 Y 2: PARTE SUR DEL BALNEARIO



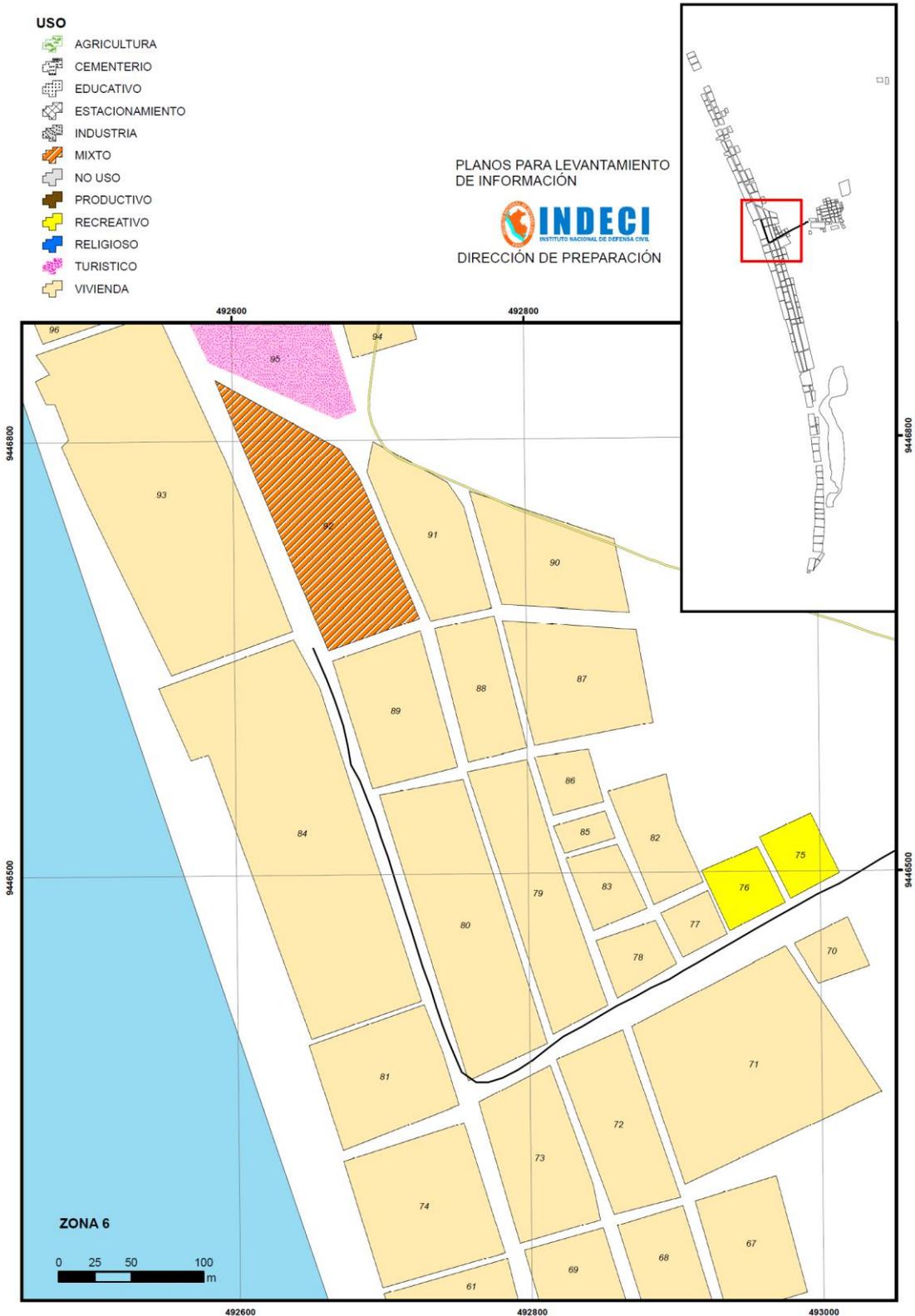
ZONA 3 Y 4: PARTE SUR DEL BALNEARIO



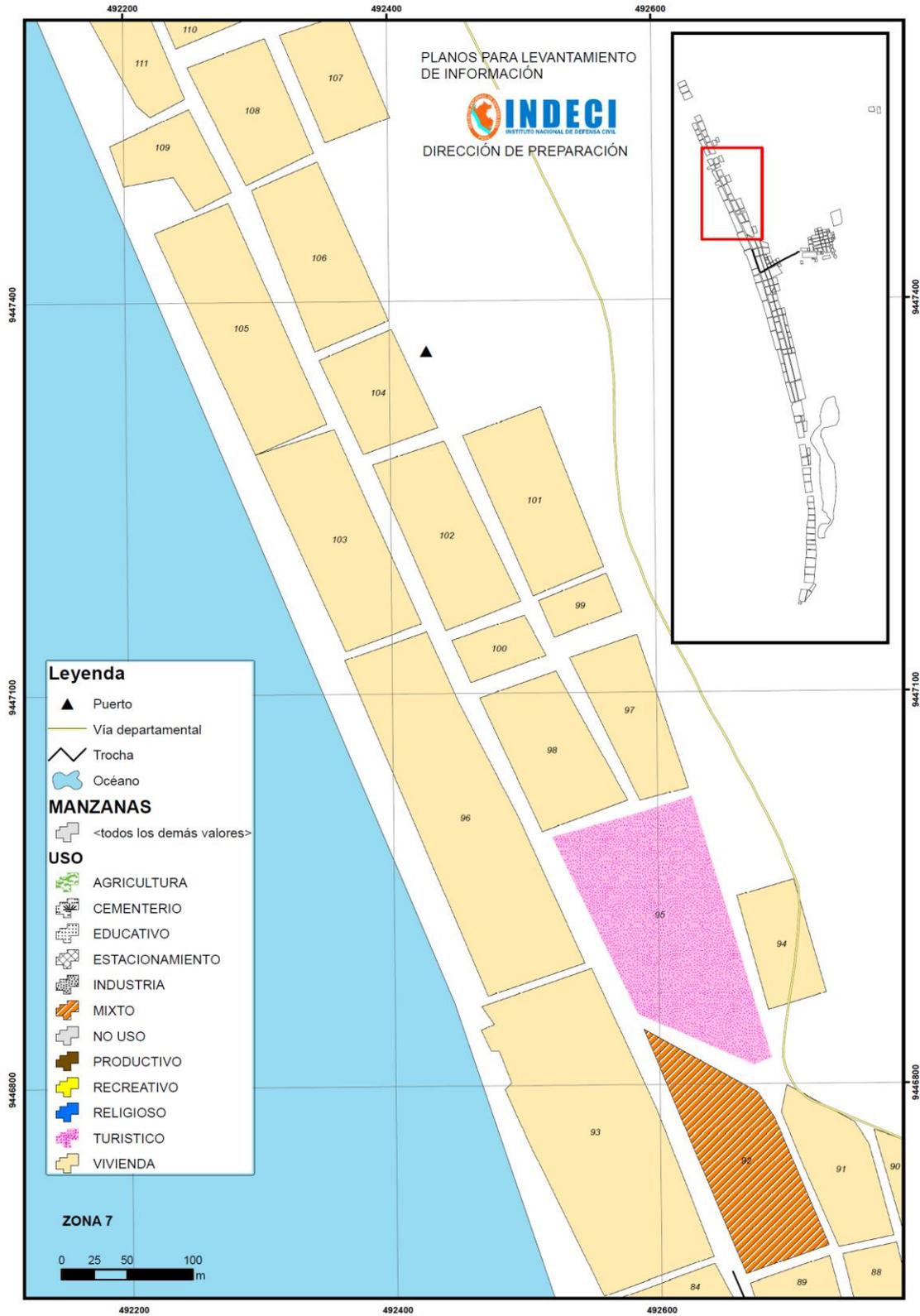
ZONA 5: PARTE CENTRAL DEL BALNEARIO



ZONA 6: PARTE CENTRAL DEL BALNEARIO



ZONA 7: ZONA NORTE DEL BALNEARIO



ZONA 8: ZONA NORTE DEL BALNEARIO



MAPA ZONA 9: PUEBLO SAN LUCAS DE COLÁN

