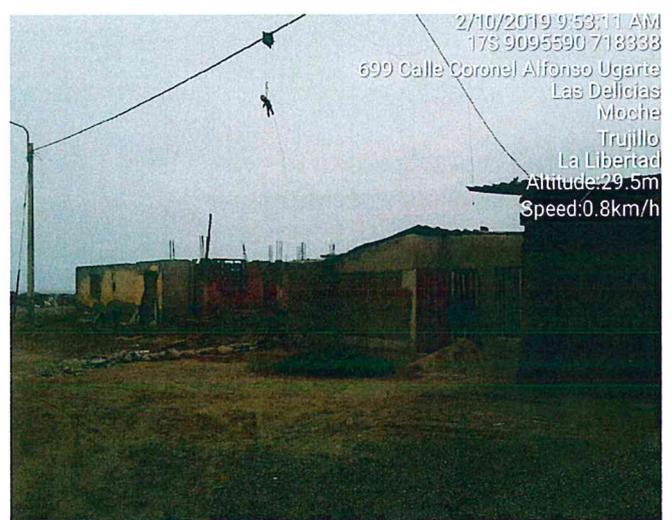
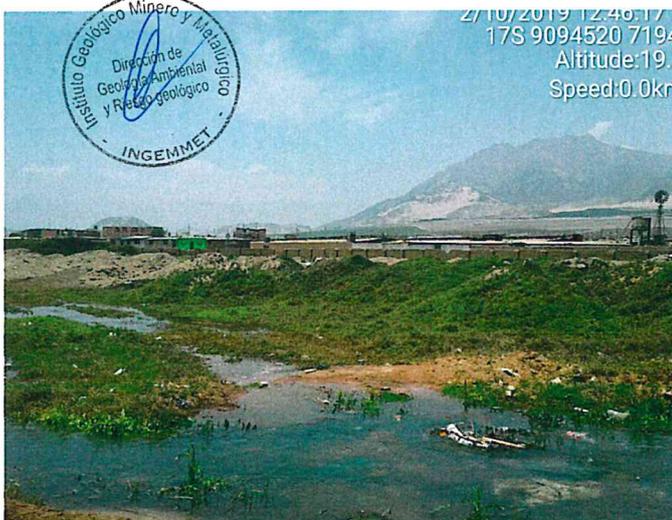


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6987

EVALUACIÓN POR PELIGRO DE EROSIÓN MARINA EN EL BALNEARIO LAS DELICIAS

Región La Libertad
Provincia Trujillo
Distrito Moche



ENERO
2020

CIÓN 01 C JULA T / ING ECN UFOR

INDICE

RESUMEN	1
1.INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	2
3. GENERALIDADES	3
3.1 Objetivos	3
3.2 Metodología	4
3.3 Ubicación y accesibilidad	5
3.4 Población y actividades económicas	6
3.5 Clima	6
3.6 Hidrografía	7
4. GEOMORFOLOGÍA	8
4.1. Metodología para obtener un mapa geomorfológico	8
4.2. Clasificación de unidades geomorfológicas	9
4.3. Unidad de geformas particulares	9
4.4. Unidad de Planicies	10
4.5. Unidad de Geformas eólicas	11
4.5.1. Subunidad de manto de arenas	11
4.5.2. Subunidad de cordón litoral	11
5. GEOLOGÍA	12
5.1. Geología Regional	12
5.2. Geología Local	12
6. GEODINÁMICA	14
6.1. Caracterización de peligros geológicos	15
CONCLUSIONES	24
RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXOS	27

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL BALNEARIO DE LAS DELICIAS

(Distrito de Moche, provincia de Trujillo, región La Libertad)

RESUMEN

Los peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones, etc., ocasionan desastres en cualquier región y afectan, en diferente grado a las poblaciones, vías de comunicación, infraestructura hidráulica, etc., generando altos costos en los trabajos de recuperación de las zonas afectadas, sumándose a estas consecuencias, la pérdida de vidas humanas y económicas, así como la interrupción de las actividades socio-económicas y comerciales.

Es por ello que este estudio tiene como objetivo evaluar y caracterizar los peligros geológicos a los que están expuestos la población del Balneario de Las Delicias, provincia de Trujillo, región La Libertad, mediante la cartografía de las unidades geológicas y geomorfológicas que predominan localmente, así como el análisis de las causas que lo originan, identificando también en campo los daños y zonas críticas expuestas a ser afectadas por dichos eventos geológicos.

El balneario de Las Delicias se encuentra expuesto a: Inundación pluvial que podrían afectar las áreas agrícolas de verdura y maíz identificadas a los alrededores del balneario en mención y también se encuentra expuesto a erosión marina e inundación marina en el sector Norte del balneario de Las Delicias, de igual forma se identificó que parte del espigón ubicado en el triángulo de Las Delicias viene siendo erosionado y asentado por la actividad marina.

El balneario de Las Delicias se asienta sobre depósitos eólico y marino, con pendientes bajas a muy bajas descendentes en dirección hacia el mar.

En base a la identificación de daños, elementos expuestos y análisis de causas debido a la ocurrencia de los peligros geológicos en dicho balneario, se debe considerar las medidas de control y prevención estructural o no estructural (administrativas), recomendadas en este informe para atenuar sus efectos o impactos en las poblaciones.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), en el marco del cumplimiento de sus funciones, efectúa como ente técnico-científico y parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD) el estudio de los peligros geológicos, que afectan a los centros poblados y obras de infraestructura en el territorio nacional, brindando información oportuna en apoyo al Gobierno Nacional, a los Gobiernos Regionales, Locales y comunidades.

Ante la inusual ocurrencia del evento climático denominado “Niño Costero”, la magnitud del desastre registrado en nuestro país, y en el cumplimiento del Decreto de Urgencia N°008-2017 Artículo 7 del 21 de abril de 2017 que literalmente dice:

Modificarse el inciso 14.3 del artículo 14 del Decreto de Urgencia N°004-2017, en los siguientes términos:

“14.3 El ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante Resolución Ministerial, podrá declarar las zonas de alto y muy alto riesgo no mitigable en los casos que los Gobiernos Locales no lo hayan declarado. Para tal efecto, se debe contar con la evaluación de riesgos elaborada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED, con la información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú-IGP, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET y la Autoridad Nacional del Agua-ANA, entre otros. Por norma del Ministerio al cual se encuentra adscrito al CENEPRED se establecerán las disposiciones que correspondan”.

Ante ello el Gobierno Regional de La Libertad a través de la gerencia de Vivienda, Construcción y Saneamiento solicitó al INGEMMET, realizar la “Evaluación geológica, geomorfológica y geodinámica por peligros geológicos tales como: erosión e inundación marina y pluvial, siendo la primera la que ocurre con mayor intensidad

El director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, asignó al ingeniero geólogo Edinson Ramos Silva especialista de dicha área, para que realice la inspección, siendo estos trabajos efectuados con el apoyo del ingeniero Luis Vallejo del área de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Gobierno Regional de La Libertad y la representante de Defensa Civil del distrito de Moche, durante un día.

La información que se otorga en este informe, se da en consideración de la comunidad científica y técnica, autoridades, para la toma de decisiones en temas de prevención ante la ocurrencia de peligros geológicos o de origen natural, información que constituye la base para desarrollar proyectos futuros de reordenamiento territorial preventivo y desarrollo sostenible de las comunidades. También se pone a disposición del Ministerio de Vivienda y Construcción, Transporte y Comunicaciones, Defensa, Agricultura, Educación y Salud, Autoridad Nacional del Agua (ANA) e instituciones del SINAGERD, para que de alguna manera se propongan políticas, programas y acciones de prevención.

2. ANTECEDENTES

Como trabajos anteriores se ha recopilado estudios de temas geológicos y riesgos geológicos realizados en la región La Libertad, información técnica para la elaboración del siguiente informe, tales como:

- Cuadrángulo Geológico de Trujillo, Hoja:17e (H. Jaén & L. Vargas,1967): en el cual muestra información de la cartografía geológica de Trujillo a escala 1:100 000.
- Boletín Geológico de los cuadrángulos de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa, (Hojas: 16-d, 16-e,16-f,17-e,17-f,18-f), realizado por el Servicio de Geología y Minería (H. Jaén & L. Vargas,1967), informe en el cual se detallan aspectos geológicos, geomorfológicos y estructurales a escala 1:100 000.
- El estudio de Riesgo Geológico en la región La Libertad, Boletín N°50 serie C realizado por Medina *et al.*, (2012): evalúa los peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones, que afectan a la región.
Su objetivo principal es contribuir a la gestión de riesgos de desastres, con el tema y cultura de prevención recomendando obras de mitigación estructural en los puntos críticos susceptibles a eventos geodinámicos.
En este mismo informe, Vílchez *et ál.* (2007), manifiesta que la erosión marina es el fenómeno que produce el desgaste de las formaciones rocosas por acción del oleaje y corriente marina al borde del litoral costero y para disminuir su capacidad erosiva, se puede construir muros rompeolas.
- Según el proyecto de ley N°197/2016 CR: Declara de interés nacional la problemática de la erosión costera en las playas del litoral peruano, con la finalidad de recuperar, preservar y mantener las playas y de esta manera sean utilizadas como áreas de recreación pública al alcance de todos, sean instrumento económico local y regional, generando empleo en base al turismo interno y externo, como también salvaguardar la vida y la salud de las personas e inmuebles de las poblaciones aledañas al mar.

El día 22 de junio del 2017, el Congreso de la República dio la Ley N°30590 para su promulgación por el Presidente de la República. Esta Ley promueve la recuperación, conservación y mantenimiento de playas del litoral.

3. GENERALIDADES

3.1 Objetivos

a) Objetivo general

Realizar la evaluación geológica, geomorfológica y geodinámica para la identificación de zonas críticas o afectadas por peligro de erosión pluvial, erosión e inundación marina, determinar su caracterización, sus causas de ocurrencia, para brindar las recomendaciones respectivas, para el desarrollo sostenible de la población y el mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes.

b) Objetivos específicos

- Obtener información del origen, causas y efectos de ocurrencia del evento.
- Realizar la cartografía respectiva de los eventos geodinámicos presentes en la zona de estudio.
- Identificar zonas críticas y elementos expuestos para tener un alcance de la vulnerabilidad ante la ocurrencia del peligro geológico o geohidrológico.

- Generar información geocientífica que contribuya a los planes de ordenamiento territorial y desarrollo nacional, que permita a las autoridades y la población implementar planes de prevención de desastres.

3.2 Metodología

La metodología para el desarrollo del estudio geológico, geomorfológico y geodinámico consta de 3 etapas: Gabinete I, Campo, Gabinete II, descritos a continuación.

a) Gabinete I:

Los trabajos de gabinete I consistieron en las siguientes etapas:

- Recopilación y evaluación de información bibliográfica, topográfica, hidrometeorológica, geológica, sísmica, hidrogeológica, sobre uso de suelo, e información de registros de peligros geológicos históricos de desastres.
- Elaboración del mapa topográfico base, generado mediante el procesamiento de información geográfica (SIG), a partir de un modelo digital de terreno (MDT) obtenido del *Alaska Satellite facility* procesado y corregido.
- Generación de mapas temáticos preliminares para su respectiva comprobación de campo a escala 1.7500.
- Recopilación de mapas geológicos de la zona a escala 1.50000 y 1.100000, extraídas de la base de INGEMMET.
- Interpretación de imágenes satelitales Google Earth y Sas Planet de la zona de estudio.

b) Campo

La inspección técnica de campo tuvo una duración de un día en el sector costero del balneario de Las Delicias, donde se realizaron las siguientes actividades:

- Caracterización y cartografía de los eventos geodinámicos.
- Evaluación de la seguridad física de centros poblados, obras de ingeniería no lineales y determinación de zonas críticas.
- Caracterización y cartografía de unidades litoestratigráficas y geomorfológicas.
- Coordinación con las autoridades distritales de Huanchaco y sus dirigentes comunales con la finalidad de difundir el estudio y sensibilización sobre la temática de prevención de desastres.

c) Gabinete II:

Los trabajos de gabinete II consistirán en las siguientes etapas:

- Procesamiento y depuración de datos según la comparación de la información obtenida en las etapas de Gabinete I y Campo.
- Elaboración y preparación mapas temáticos finales a escala 1.7500, tomando como referencia la cartografía geológica a escala 1.50 000 y 1.100000 del INGEMMET, de la zona de estudio como mapa de: geología, geomorfología, de peligros geológicos, entre otros.
- Inventariado local de peligros geológicos, elementos expuestos y análisis de diseño sismo-resistente en base a la zonificación sísmica del Perú (Norma Técnica E030, 2018).
- Preparación y redacción del informe final.

3.3 Ubicación y accesibilidad

El Balneario de Las Delicias se encuentra a 15 km al sureste de la ciudad de Trujillo, en el distrito de Moche, provincia de Trujillo, región La Libertad, específicamente en las coordenadas UTM, DATUM WGS84; 718807E, 9095017N, 22 m s.n.m.

Para llegar al balneario de Las Delicias se parte de la ciudad de Trujillo, desde la plaza de armas hasta el Ovalo Víctor Larco Herrera, para luego recorrer por la carretera pavimentada Panamericana Norte en dirección SW hasta llegar al distrito de Moche. Finalmente se viaja hacia el litoral costero por la carretera asfalta que conecta al distrito con el balneario en mención, recorriendo una distancia de 10.9 km, empleando un tiempo aproximado de 27 minutos. (Figura 01).

El distrito de Moche limita por el norte con el distrito de Trujillo y Víctor Laredo Herrera, por el sur con el distrito de Salaverry, por el este con el distrito de Laredo, por el oeste con el Océano Pacífico, ver Mapa 1.1 (Anexo 01).

-El itinerario de trabajo fue el siguiente:

Ruta	Vía	Recorrido-Tiempo
Distrito de Trujillo-Moche-Balneario Las Delicias.	Panamericana Norte-Vía interna asfalta hacia Moche y Las Delicias	10.9 km-27 minutos



Figura 01. Ubicación de la zona de estudio (Balneario de Las Delicias). Fuente: Google Map.

3.4 Población y actividades económicas

El distrito de Moche está integrado por los siguientes grupos poblacionales según el Censo, INEI, 1993, resumidos en 03 pueblos en los que figura el pueblo de Las Delicias donde se ha realizado el presente estudio, Miramar y Curva de Sun, 02 urbanizaciones (El Paraíso y Virgen de la Puerta), 02 asociaciones de viviendas (Ramal Los Muertos y Santa Clara) y los pueblos jóvenes de Alto Moche, Alto Moche "A" (sector Las Dunas y Villa Hermosa) y Taquila. En el Pre-Censo, INEI, 1999, se registraron 27 caseríos, 28 anexos y 02 unidades agropecuarias. Según el INEI (censo, 2017), el distrito presenta 37 436 habitantes, un área total de 25.25 km² y una densidad poblacional de 1482.61 hab/km², correspondiendo el área evaluada de 4 km², estimando 5930.44 habitantes.

Su principal actividad económica es el turismo, negocios de restaurantes gastronómicos, negocios propios, agricultura y en segundo plano la pesca artesanal en caballos de totora para el autoconsumo etc.

3.5 Clima

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI 2015-2019), de la estación meteorológica de "Trujillo", la temperatura promedio anual es entre 23 y 26°C, durante el día y por las noches su temperatura mínima promedio anual es entre 17° y 19°, disminuyendo unos grados en los meses de junio a agosto a pesar de ser una estación seca es la época más fría del año, mientras que en los meses de diciembre a abril son los meses más calurosos aumentando la temperatura a 28.7°.

Tiene una precipitación máxima acumulada mensual de 0.9 a 1.6 mm, durante el evento de El Niño 2017 el mes de marzo fue el más lluvioso, la precipitación media mensual fue de 28.7 mm (Cuadro 01). Siendo el mes de marzo del 2017 donde más llovió.

Cuadro 01
 Registro de temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones pluviales máximas mensuales acumuladas en la zona de estudio (Distrito de Moche-Periodo 2015-2019)

Estación Meteorológica (Tipo convencional): Trujillo													
Departamento:		La Libertad	Provincia:	Trujillo	Distrito:	Laredo	Latitud	8° 6' 43.29"	Longitud:	78° 59' 6.36"	Altitud:	44 m s.n.m	
AÑO	Parametros	MESES											
		ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2015	T°.Max.Prom.C°	26.9	28.7	29.2	28.1	26.6	25.7	24	23	24.2	24.4	25.7	26.6
	T°.Min.Prom.C°	19.2	21.2	20.9	19.2	20.3	20.4	17.7	17	17.5	17.9	18.9	20.3
	P.Max.Acum.Men	1.9	1.5	1.2	0.9	0.9	0	0	0	0	0.2	0.3	1.6
2016	T°.Max.Prom.C°	27.3	29.5	29.7	27.2	24.3	23.1	22.6	22.8	22.6	23.6	23.8	25.7
	T°.Min.Prom.C°	21.3	22.4	21.4	19.6	17.3	15.2	14.7	15.6	16.0	15.5	14.9	17.3
	P.Max.Acum.Men	0.0	10.2	0.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017	T°.Max.Prom.C°	28.4	30.5	30.5	27.5	25.9	23.7	22.6	20.9	20.7	21.0	22.4	24.7
	T°.Min.Prom.C°	20.3	22.5	23.0	20.0	18.8	16.5	15.8	15.2	14.8	14.6	14.6	16.7
	P.Max.Acum.Men	0.3	5.9	28.7	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
2018	T°.Max.Prom.C°	26.3	27.6	26.4	25.7	22.7	20.8	20.9	20.6	21.1	22.8	23.6	25.4
	T°.Min.Prom.C°	18.0	18.9	18.0	18.0	16.8	16.4	16.1	15.4	15.5	15.7	17.6	18.3
	P.Max.Acum.Men	1.6	2.2	0.0	4.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	3.7
2019	T°.Max.Prom.C°	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T°.Min.Prom.C°	20.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P.Max.Acum.Men	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: SENAMHI (2015-2019)

¹ La Estación de Trujillo se encuentra ubicada a 8.4 km al noreste del balneario de Las Delicias, en las coordenadas geográficas: Latitud 8°6' 43.29"S, Longitud 78°59'6.36"W y en la cota: 44 m s.n.m.

Según el estudio realizado por el Instituto de investigación en desastres y medio ambiente IIDMA, (2002): describen que la humedad relativa tiene un régimen casi uniforme a lo largo del año, presentando solamente una oscilación de 2,6 %. En términos generales se verifica que la humedad relativa es mayor durante el invierno (88 %) que en el verano (77%), lo que da un promedio anual de 83, 5%.

3.6 Hidrografía

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte inferior de la intercuenca 137715 con un área estimada de 430 km², por donde las quebradas estacionales surcan la planicie aluvial de NE-SO en periodos de lluvias extremas, limita hacia el norte con la cuenca hidrográfica del río Moche y por el este con la cuenca hidrográfica del río Virú. Dentro de esta intercuenca discurren hacia el balneario de Las Delicias en dirección NE-SO las quebradas estacionales desde las partes altas del batolito costero, reactivándose en periodos de lluvias intensas como las del evento de El Niño Costero, discurriendo en el valle y dirigiéndose al Océano Pacífico (Figura 02).



Figura 02. Intercuenca 137715. Fuente: Elaboración propia 2019

4. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología estudia las diferentes formas de relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan, este relieve es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas. Las primeras actúan como creadoras de grandes elevaciones y depresiones producidas fundamentalmente por movimientos en masa de componente vertical, mientras que, las segundas, como desencadenantes de una continua denudación que tiende a rebajar el relieve originado, estos últimos llamados procesos de geodinámica externa se agrupan en meteorización, erosión, transporte y sedimentación (Gutiérrez, 2008).

El estudio de los procesos geológicos se efectúa en un sistema proceso-respuesta, ya que intervienen agentes modeladores que van a originar nuevas geoformas y depósitos resultantes, es por ello que se considera importante generar mapas geomorfológicos para el análisis de las geoformas en determinado lugar ya que guardan mucha información para saber cómo actuaron los procesos geológicos en el pasado (Fuente propia 2019).

La región La Libertad desde el punto de vista morfoestructural, presenta el 80% de dominio andino, significando que las fuerzas exógenas han actuado relevantemente sobre esta zona obteniendo el relieve actual, siendo influenciada por procesos de geodinámica interna (magmáticos, volcánicos, tectonismo), levantamiento y contracción de la Cordillera de los Andes, seguido fuerte erosión fluvial y glacial.

4.1. Metodología para obtener un mapa geomorfológico

Se realiza una interpretación de imágenes satelitales y la cartografía local de la unidades geomorfológicas identificadas en campo, luego en gabinete se generan mapas digitales de elevaciones (MDE) y luego el de pendientes, que nos ayudarán a clasificar, corroborar y digitalizar las geoformas presentes en el área de estudio a través del procesamiento de un modelo digital del terreno (MDT), obtenidos del geoservidor del MINAM, Alaska Facility, o por el procesamiento del levantamiento fotogramétrico con VANT y haciendo uso del software ARCGIS, sistema de geoprocésamiento de información geográfica (SIG) importante para generar un mapa geomorfológico.

Para la clasificación de rangos de pendientes de un relieve expresados en grados o porcentajes se usó el criterio del profesional ya que los rangos de la zona es muy llana comparada con la tabla 01 de rangos que aparece en el Informe "Estudio de riesgos geológicos del Perú – (Fidel et al, 2006), es muy importante conocer este parámetro ya que influye en la formación de los suelos y condiciona el proceso erosivo, puesto que, mientras más pronunciada sea la pendiente, la velocidad del agua de escorrentía será mayor, no permitiendo la infiltración del agua en el suelo (Belaústegui, 1999), ver Mapa 1.2 y 1.3 (Anexo 01).

Tabla 01
 Rangos de pendientes del terreno

PENDIENTE EN GRADOS (°)	CLASIFICACIÓN
<5	Muy baja
5 - 20	Baja
20 – 35	Media
35 - 50	Fuerte
>50	Muy fuerte

Fuente: Fidel, et al., 2006

Según la tabla 01, se determinó que la zona de estudio presenta pendientes muy bajas, esto ayudo a delimitar las geoformas de la zona de estudio.

4.2. Clasificación de unidades geomorfológicas

Las geoformas son unidades independientes que conforman un relieve, están compuestos por materiales que brindan información de su dinámica de formación, presentan características morfoestructurales tales como: forma, altura, pendientes, drenaje, vegetación, color, textura, etc., que las diferencian una de otras.

Estos parámetros son determinantes para poder identificar una geoforma de manera visual o instrumental, además poder clasificarlas según su origen ya sea depositacional, denudacional o estructural relacionándolos con sus procesos geológicos de formación.

El área de estudio se encuentra la región Chala o Costa entre las cotas de 0 m s.n.m., a 500 m s.n.m., donde se han diferenciado las siguientes unidades geomorfológicas, según lo interpretado de imágenes satelitales de Google Earth y la cartografía geomorfológica, ver Mapa 1.4 (Anexo 01).

4.3. Unidad de geoformas particulares

Estas geoformas peculiares se encuentran frente al litoral costero, entre ellas tenemos:

4.3.1. Subunidad de faja litoral (F-I)

Geoforma de origen depositacional y erosional a la vez, generadas por la acción marina (olas), se presentan en forma de extensiones longitudinales limitan desde el borde litoral hasta un ancho aproximado de 250 m, están conformadas por arenas con fragmentos achatados de rocas polimícticas, presentan pendientes muy bajas, (Figura 03).

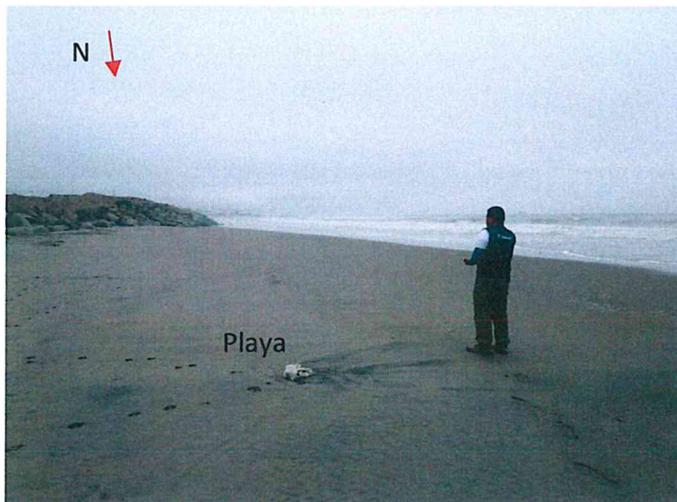


Figura 03. Faja litoral o playa, se encuentra como una escasa franja frente al mar del balneario de Las Delicias. Fuente: Elaboración propia 2019

4.4. Unidad de Planicies

Son áreas planas con ligera inclinación, susceptibles a ser inundadas, ya sea por origen fluvial o pluvial.

4.4.1. Subunidad de Planicie Aluvial (PI-al)

Geoforma semi-ondulada, llana, es de origen erosional y depositacional, se ubica frente al mar, separada por un cordón litoral de dunas presenta, es de gran extensión, abarca gran parte de la zona de estudio, están conformados por depósitos aluviales, es decir por arenas limo arcillosas transportadas y distribuidas por escorrentías superficiales en dirección al Océano Pacífico (Figura 04 y 05).

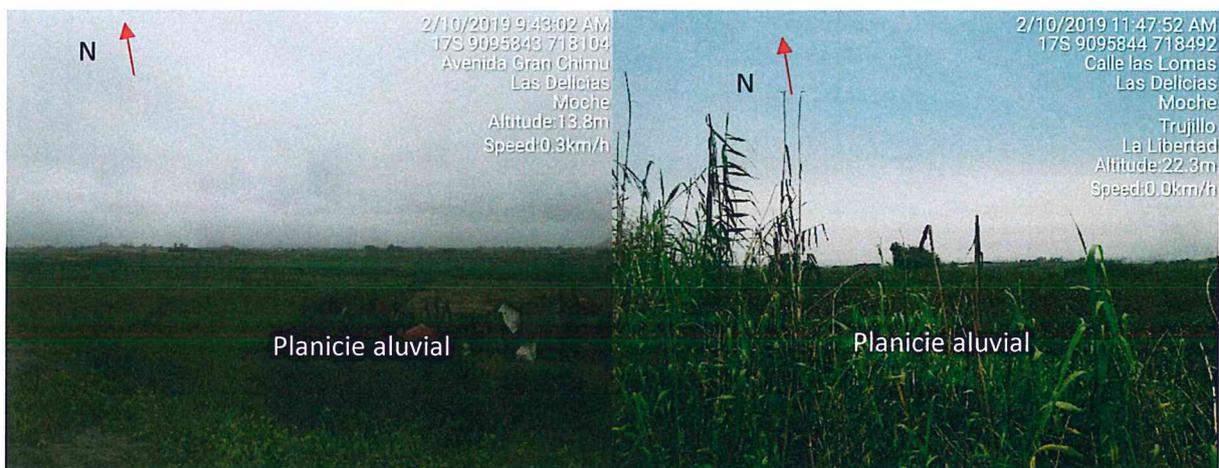


Figura 04 y 05. Planicie aluvial, identificado al noroeste, norte y noreste del Balneario de Las Delicias. Fuente: Elaboración propia 2019

4.5. Unidad de Geoformas eólicas

Geoformas formadas por la actividad del viento.

4.5.1. Subunidad de manto de arenas

Geoforma de manto de arena eólica de 2.5 m de espesor conformada por arenas finas depositadas por el viento, ubicada posteriormente de la faja litoral, donde se asienta parcialmente el pueblo o balneario de Las Delicias (Figura 06).



Figura 06. Identificación de manto de arenas eólicas donde se asienta parcialmente la población del Balneario de Las Delicias. Fuente: Elaboración propia 2019

4.5.2. Subunidad de cordón litoral

Geoforma longitudinal de transición, que separa la faja litoral de alguna otra geoforma específica, en este caso de la planicie aluvial, está conformada por un cordón de dunas de 2 m a 2.5 m de altura, se ubican al noroeste del balneario de Las Delicias abarcando una extensión de 700m (Figura 07).

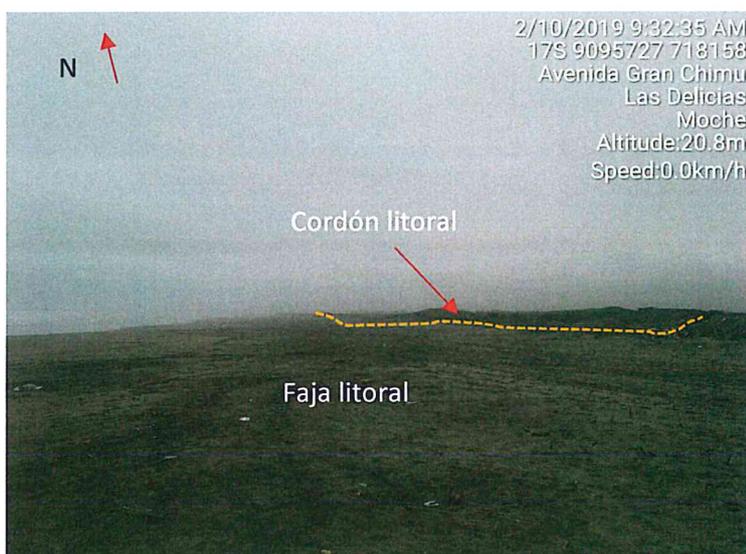


Figura 07. Identificación de cordón litoral ubicado al noroeste del balneario de Las Delicias. Fuente: Elaboración propia 2019

5. GEOLOGÍA

Se ha utilizado como base la geología regional del cuadrángulo de Trujillo (hoja 17-e-I) a escala 1/50 000, elaborado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2013), también se tomó en cuenta el cartografiado geológico a escala 1:25 000 del informe de Peligros Geológicos y Geohidrológicos detonados por el Niño Costero 2017 en la Región de La Libertad-Cajamarca: Análisis Geológico, Geomorfológico y Peligros en la Ciudad de Trujillo (Medina *et al.*, 2017). Asimismo, se realizó el cartografiado geológico local a escala gráfica 1:7500, con la finalidad de corroborar, delimitar y describir las principales unidades litológicas que afloran en la zona de estudio.

A continuación, se describe de forma breve el contexto geológico desde el punto de vista regional y local:

5.1. Geología Regional

El área de estudio morfoestructuralmente se encuentra en la plataforma Costanera.

Regionalmente en los alrededores de la zona de estudio afloran secuencias de rocas sedimentarias Mesozoicas del Jurásico Tardío de la Formación Simbal conformada por calizas laminares grises, intercaladas con areniscas y lutitas grises, suprayaciendo se encuentran secuencias de rocas volcánicas del Cretácico Temprano de la Formación Huarmey conformadas por lavas andesíticas y basálticas gris verdosas afaníticas y profiríticas.

En el Cretácico Tardío al Cenozoico-Paleógeno-Paleoceno o Terciario inferior, se presentó magmatismo originado por la intrusión del Batolito Costanero, conformado por granodioritas.

Las secuencias del Jurásico y Cretácico que afloran en esta área se encuentra intruidas por cuerpos intrusivos de monzogranitos, dioritas y granodiorita asociados al volcánico Centinela del Cenozoico-Paleógeno-Eoceno.

La secuencia Cuaternaria, están representados por los depósitos Marinos, conformados por arenas finas grises a negras con fragmentos de rocas polimícticas achatadas. Los depósitos aluviales, ampliamente distribuidos están conformados por fragmentos de rocas angulosos a subredondeados de diferente litología englobados en matriz areno limoarcillosa y depositos eólicos conformados por arenas finas de dunas.

Estructuralmente esta zona ha sufrido moderada deformación tectónica, ya que las facies volcánica-sedimentaria del Grupo Casma, que aflora a lo largo de la costa y partes bajas del flanco andino presentan pequeños pliegues y las fallas observadas en esta formación son relativamente pequeñas. Estos rasgos estructurales se han originado por los esfuerzos producidos durante la Orogenia Andina, emplazamiento del batolito y el movimiento epirogénico de los Andes.

5.2. Geología Local

Se realizó el reconocimiento y delimitación de las unidades geológicas que afloran en la zona urbana del balneario de Las Delicias, cabe resaltar que dichas unidades se encuentran cartografiadas y registradas en un mapa geológico, que a continuación se describen, Mapa 1.5 (Anexo 01):

5.2.1. Deposito marino (Qp-ma)

Está conformada litológicamente por arenas finas de playas y fragmentos de gravas achatadas polimícticas, de color gris, se encuentran en la zona de estudio muy restringidas

es decir con escasa extensión, afloran constituyendo longitudinalmente la faja litoral del balneario de Las Delicias (Figura 08).



Figura 08. Depósito marino constituido por arenas finas de color gris oscuro, conformando la faja litoral, donde se asienta parcialmente la población del balneario de Las Delicias. Fuente: Elaboración propia 2019

5.2.2 Depósito aluvial (Qh-al1)

Esta conformados por sedimentos transportados por escorrentías superficiales activadas en periodos de lluvias extremas, este depósito está conformado por arenas limo-arcillosas con escasas gravas consolidadas, transportados por desbordes antiguos del río Moche y escorrentías que discurren en sentido NE-SO de las alturas del batolito costero. Sobre este depósito se encuentran asentado el pueblo de Moche y Las Delicias. Ese depósito presenta un espesor de 2m aproximadamente (Figura 09).



Figura 09. Identificación del depósito aluvial 03 reciente, transportado y depositado en el lecho de la quebrada estacional ubicada al sur del balneario de Las Delicias. Fuente: Elaboración propia 2019.

5.2.3 Depósito eólico (Qh-e)

Son depósitos cuaternarios conformado por arenas finas formando mantos y dunas, depositados sobre las laderas de las montañas como se aprecian al noroeste fuera de la zona de estudio, estos depósitos son transportados y acumulados por la actividad eólica identificados al noroeste del poblado de Laredo (Figura 10).

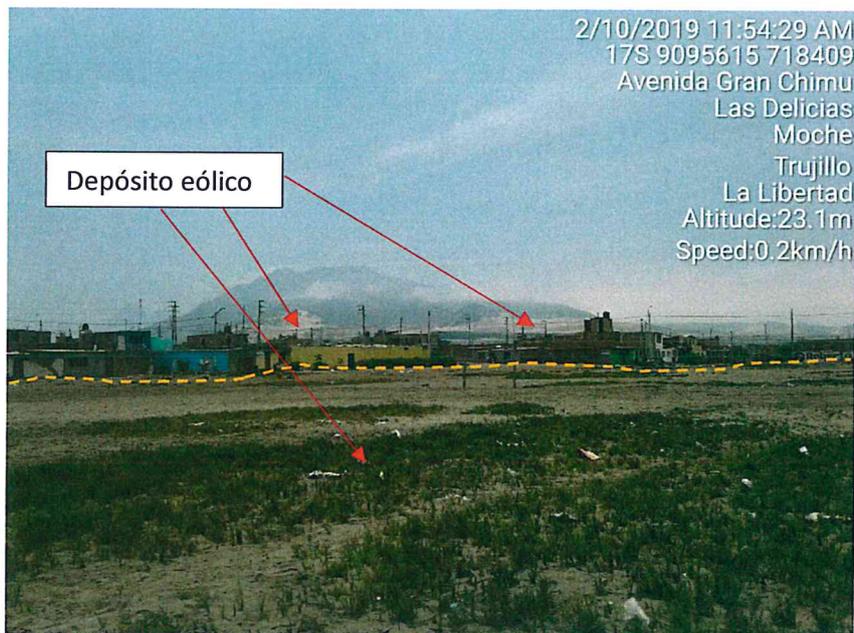


Figura 10. Identificación de depósito eólico en el balneario de Las Delicias y fuera del área de estudio como se aprecian sobre las laderas de montañas intrusivas del batolito costero. Fuente: Elaboración propia 2019.

Cabe precisar que según el estudio de INDECI y la UNT, sobre “ Mapa de peligros de la ciudad de Trujillo y zonas aledañas” manifiestan según información de pozos exploratorios y sondajes geofísicos la geología del subsuelo del valle de Moche donde se ha distinguido dos capas; una capa de sedimentos gruesos (depósito aluvial conformada por matriz arcillosas de cuarcitas, pizarras, rocas sedimentarias, magmáticas y volcánicas oscuras) con espesores de 40 m, reconocido en 1km de distancia a inmediaciones del río Moche acuniándose hacia el poblado de Moche, seguido de una capa inferior de 250m de espesor, en dirección al balneario de Las Delicias compuesto por arenas limo arcillosas con escasas gravillas, secuencia impermeable. Sobre estos yace un depósito eólico de 35 m de espesor. El afloramiento rocoso se encuentra a 80 m de profundidad identificado en 1 km de longitud, próxima al río Moche y se profundiza en dirección hacia el pueblo de Las Delicias hasta 300 m de profundidad, siendo mayor en las costas del balneario de Salaverry.

6. GEODINÁMICA

Comprende el estudio de todos aquellos agentes, fuerzas internas y externas que actúan en los procesos dinámicos de la tierra, se divide en la geodinámica externa donde se estudian los procesos y agentes exógenos que modifican la superficie terrestre y la geodinámica interna que estudia los procesos y agentes endógenos de la estructura interna de la tierra en base a la tectónica, vulcanología y geofísica, estos procesos originan cambios físicos y químicos que se ven reflejados en la superficie de la tierra.

Es importante incidir en la geodinámica externa, ya que al analizar los factores condicionantes como:

- a) Pendiente del terreno
- b) Estructuras geológicas
- c) Geomorfología,
- d) Litología

- e) Tipo de suelo, entre otros.
- f) Actividad antrópica

Los factores desencadenantes tales como:

- a) Sismos
- b) Precipitaciones pluviales
- c) Oleaje anómalo

Estos factores nos, permiten tener una idea clara de las condiciones físicas del terreno, como han actuado los procesos geológicos externos como la meteorización y erosión, que contribuyen a la ocurrencia de peligros geológicos impactando a poblaciones aledañas.

6.1. Caracterización de peligros geológicos

El peligro es todo evento, hecho, suceso potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, que ocurre en un lugar específico y en un tiempo dado con cierta intensidad y frecuencia.

Los peligros geológicos han sido identificados en base a los trabajos de campo e interpretación de imágenes satelitales de Google Earth, fotografías tomadas en campo y revisiones de informes MPT de INDECI/UNT, MINAM, entre otros, son:

a) Inundación marina

Se identificó y estimó una zona baja de 15 ha, ubicada a 70m hacia el norte del ex-local recreacional de la Policía Nacional del Perú, susceptible a inundación marina en periodos de oleaje anómalo, al ocurrir puede afectar cultivos de verdura.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son: Las bajas pendientes cercanas al mar, litología de arenas finas, arenas limo arcillosas, consolidadas a inconsolidadas, que conforman parte de la planicie aluvial, los suelos son usados como áreas agrícolas de verduras.

El factor desencadenante:

Para que se genere inundación marina, debe efectuarse el oleaje anómalo presente todos los años de marzo a agosto, provenientes de las corrientes marinas de sur a norte desde el país de Chile.

b) Por erosión marina

Se identificó en la línea litoral o borde costero peligro por erosión costera o marina en la zona norte de Las Delicias, en 390 m lineales, en el oleaje anómalo empezó a registrarse en los años 1998-1999 afectando totalmente a la calle Lambayeque del balneario de Las Delicias, intensificándose en el año 2006, provocando en el año 2010 la destrucción de viviendas en aproximadamente 3 cuadras de la calle Lambayeque. En el año 2011 se realizó por parte del gobierno regional de La Libertad la ejecución de un enrocado preliminar, que se concluyó parcialmente en el año 2015. Dicha barrera se construyó hasta la penúltima cuadra de la calle Lambayeque quedando inconcluso parcialmente en aproximadamente 390 m lineales, frontales al mar, ya que en la actualidad esta zona es propensa a erosión marina donde a 100 m detrás del enrocado se asientan viviendas, siendo elementos expuestos al peligro por erosión e inundación marina, determinando a este tramo del balneario de Las Delicias como zona con peligro muy alto y potencial.

El sector sur del balneario de Las Delicias en aproximadamente 370 m, se debe reforzar el enrocado o terminarlo hasta el límite con el sector de Taquila, ya que este sector ha sido considerado como peligro alto por erosión costera ya que podría afectar a restaurantes temporales ubicados en la faja litoral (playa).

Cabe precisar que en el sector El Triángulo de Las Delicias, el espigón de roca que protege a las viviendas contra el oleaje anómalo se ha visto afectado en el tiempo, ya que estructuralmente está sufriendo asentamiento y pérdida de la coraza o estructura frontal.

Las viviendas cercanas al litoral sufren corrosión química debido a la humedad y la brisa marina, tal es el caso de las viviendas ubicadas en la intersección de la calle Lambayeque con Cajamarca, Piura y Cerro de Pasco. Para remediar este efecto se debe prohibir las expansiones urbanas en las zonas marginales de 250 m de playa.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes son: Las bajas pendientes cercanas al mar, litología de arenas finas inconsolidadas que conforman la geofoma de faja de litoral.

Siendo los elementos expuestos la construcción de viviendas por la actividad humana dentro de los 250 m de playa, que en el año 2018 fueron afectados.

El factor desencadenante para que se genera la erosión marina en las costas del balneario de Huanchaco, es el oleaje anómalo registrado en los últimos 16 años y que son recurrentes cada año en los meses de otoño, verano y primavera, todo ello debido al calentamiento global, efecto de la contaminación ambiental por acción del hombre (García. K, *et ál.*, 2016).

El oleaje anómalo que arriba en el litoral es generado principalmente por el sistema de vientos del "Anticiclón del Océano Pacífico Sur" (Sistema APSO), que circula en sentido antihorario a las manecillas del reloj, estos vientos bordean nuestro litoral soplando de sur hacia las zonas ecuatoriales. Estas perturbaciones atmosféricas generan en las costas centrales y sureñas de Chile, olas entre 6 a 15 m de altura, que al propagarse hacia nuestro dominio marítimo pierden energía por procesos de disipación arribando hacia las zonas costeras olas con alturas entre 2.5 a 4 m promedio, con máximos de hasta 6m en zona de rompiente (DHN, 2006).

c) Inundación pluvial

Se identificó en los alrededores del balneario de Las Delicias zonas bajas susceptibles a inundación pluvial en periodos de lluvias extremas, donde actualmente se usan estos suelos para la actividad agrícola, ubicadas al noroeste, norte y noreste del balneario en mención, en su activación puede afectar cultivos de verduras y maíz.

Se estimó un promedio de 9.52 ha susceptibles a inundación pluvial ubicadas en la zona agrícola del sector La Hacienda, 20 ha ubicadas al oeste del balneario de Las Delicias a inmediaciones de los Condominios Galilea y 5.64 ha ubicadas a la salida del balneario de Las Delicias a 90 m hacia el este de la carretera Independencia.

-Análisis de las causas del peligro:

Los factores condicionantes del entorno geográfico son: zonas con pendientes negativas, litología de arenas finas, arenas limo arcillosas, consolidadas a inconsolidadas, que conforman parte de la planicie aluvial, los suelos son usados como áreas agrícolas de verduras y maíz.

El factor desencadenante:

Para que se genere inundación pluvial, debe efectuarse en la zona de estudio precipitaciones extremas o extraordinarias como las registradas en el evento de El Niño 2017, en la estación de verano.

En la imagen de Google Earth (figura 11), se aprecian los peligros geológicos descritos anteriormente.



Figura 11. Identificación de peligros geológicos en el balneario de Huanchaco.
 Fuente: Google earth y elaboración propia, 2019

En las figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 y fotografía1 se observan los peligros geológicos identificados en la zona de estudio (áreas afectadas o propensas a ser afectadas):



Figura 12. Barrera de rocas no concluida igual al malecón de Las Delicias con su respectivo muro de para su protección óptima contra el oleaje anómalo (erosión marina) a inmediaciones de la calle Lambayeque del balneario de las Delicias (ex-local recreacional de la PNP) ya que detrás de este local hay viviendas. Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 13. Barrera de rocas no concluída igual al malecón de Las Delicias con su respectivo muro de para su protección óptima contra el oleaje anómalo a inmediaciones de la calle Lambayeque del balneario de las Delicias (ex-local recreacional de la PNP) ya que detrás de este local hay viviendas. Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 14. Evidencia de la destrucción a través de los años del oleaje anómalo, que erosionó y destruyó viviendas en aproximadamente 3 cuadras de la calle Lambayeque en el año 2010. Hoy luce como un pueblo fantasma donde pululan roedores y personas no gratas para la sociedad.



Figura 15. Evidencia de corrosión química debido a la brisa marina y exposición de la vivienda cercana o dentro de los 250 m de faja marginal de playa o borde litoral. Fuente: Elaboración propia, 2019

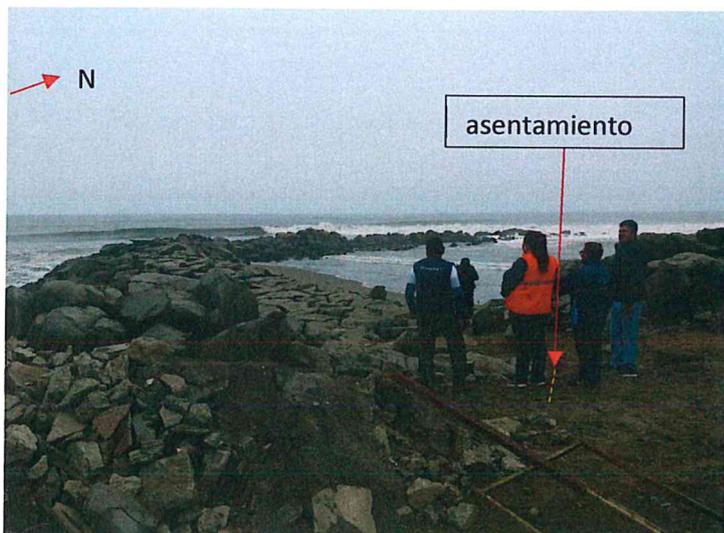


Figura 16. Espigón o barrera de roca contra la erosión marina en estado irregular, ya que el frente del espigón está siendo erosionado y destruido por el oleaje anómalo, además ha sufrido asentamiento por socavamiento en la rasante natural de 0.60 m aproximadamente como informa el miembro de Defensa Civil de Moche y según lo observado en campo, este espigón se ubica frente al triángulo de Las Delicias. Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 17. Erosión marina en los materiales antrópicos ubicados en la zona sureste del balneario de Las Delicias (Sector costero de Taquila). Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 18. En el sector costero de Taquila además de la Erosión marina en los materiales antrópicos, se observó aguas negras o aguas servidas vertidas al mar contaminándolo. Fuente: Elaboración propia, 2019

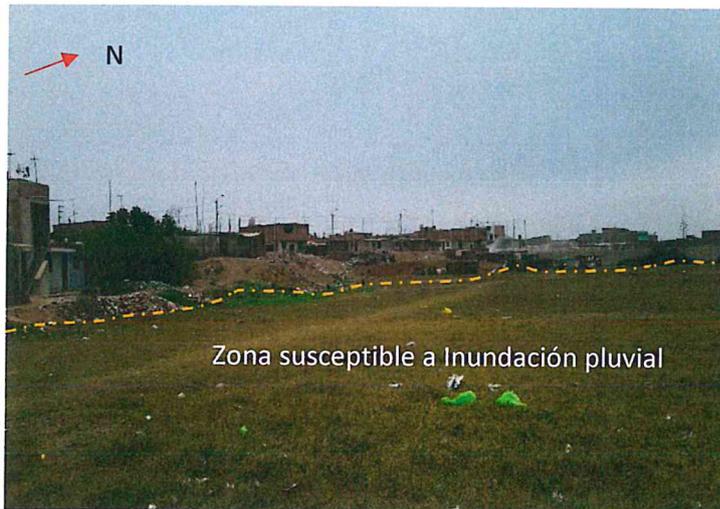


Figura 19. Zona susceptible a inundación pluvial en la zona de La Hacienda ubicada al norte del balneario de Las Delicias. Fuente: Elaboración propia, 2019

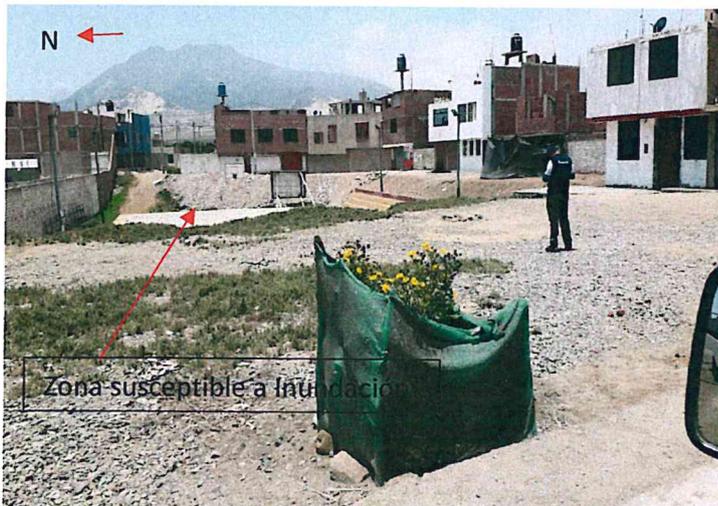


Figura 20. Identificación de zona baja susceptible a inundación pluvial, donde se encuentran viviendas y condominios asentados sobre rellenos de suelos mejorados y en otras ocasiones rellenos antrópicos, se ubican hacia el noreste del balneario de Las Delicias Fuente: Elaboración propia, 2019

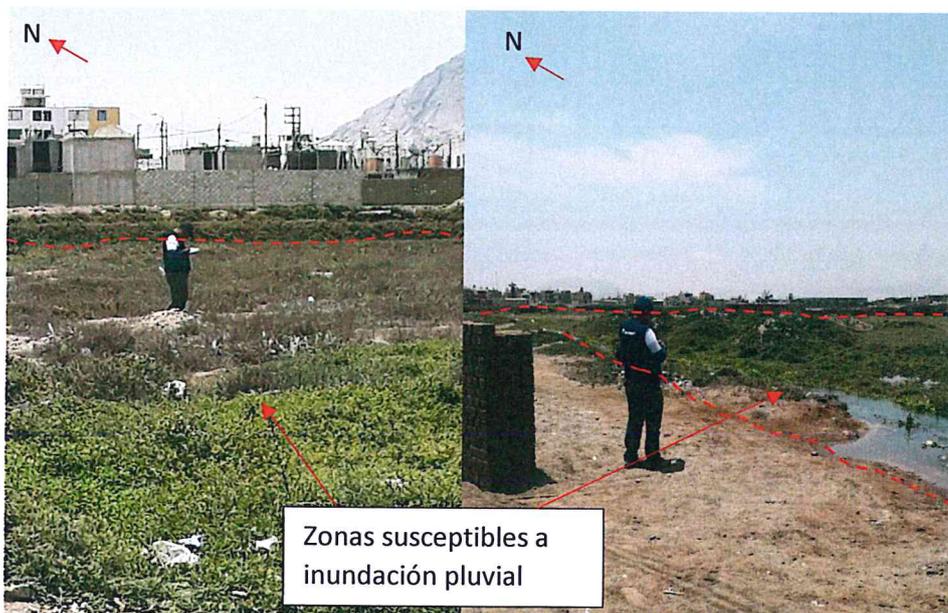
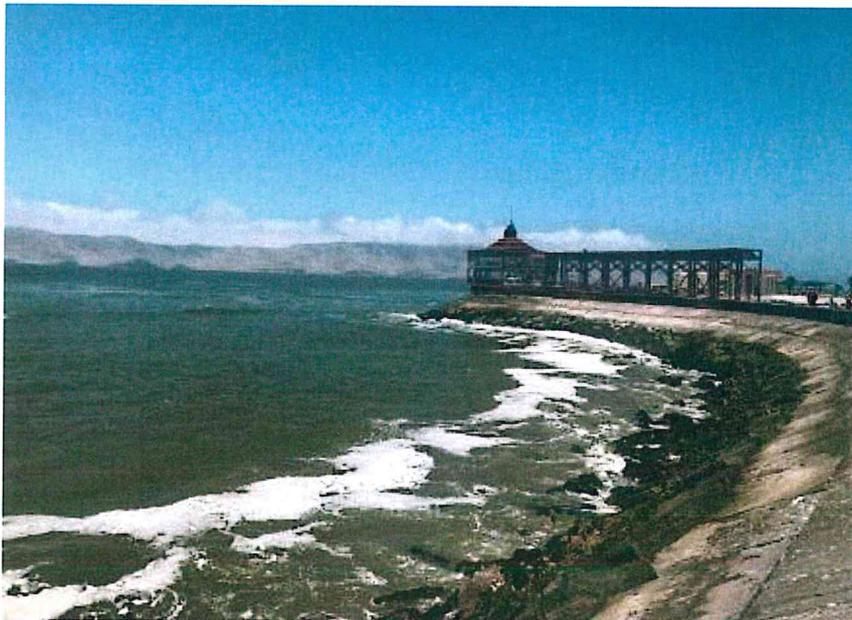


Figura 21. Identificación de zonas bajas susceptibles a inundación pluvial, ubicadas al noreste y sureste del balneario de Las Delicias, podría afectar zonas de cultivo de verdura y maíz, condominios y viviendas ubicadas en la zona crítica. Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 22. Vista del enrocado puesto en primera fase el año 2011 y luego concluido parcialmente en el año 2015, para la protección de la comunidad del balneario de Las Delicias, actualmente hay presencia de cangrejas y el muro de contención de salpicaduras está en estado crítico ya que esta corroído por la brisa marida y fisurado, se recomienda reforzar y colocar un muro de concreto más alto de aproximadamente 2.5 m, con escaleras en puntos específicos para ver el paisaje marino y terminar completamente la barrera de rocas en las zonas críticas definidas, de la misma forma demoler las viviendas y realizar un malecón moderno con especificaciones técnicas de diseño bien definidos. Fuente: Elaboración Propia 2019.



Fotografía 01. Imagen a tomar en cuenta de Barrera rompeolas del distrito La Punta Región Callao, vista de enrocado al pie de la barrera o dique rompeolas de concreto. Fuente: Tripadvisor.com.pe

A continuación, se muestran en el Cuadro 02 el inventario de peligros geológicos identificados en el balneario de Huanchaco.

Cuadro 02

Resumen de registro de peligros geológicos identificados en el balneario de Las Delicias, consideraciones en base al análisis cualitativo de sus causas y efectos, con sus respectivas recomendaciones

Tipo de peligro	Ubicación	Consideración	Recomendación
Inundación marina	-A 70m hacia el norte del ex-local recreacional de la Policía Nacional del Perú, se identificó 15 ha susceptible a inundación marina en periodos de oleaje anómalo, al ocurrir puede afectar cultivos de verdura.	Peligro Alto	Realizar el terminado final del enrocado con su respectivo muro de protección de 2.5m desde la base de la vereda de la calle Lambayeque, contra el oleaje anómalo capaz de inundar esta zona. Realizar el drenaje respectivo en las calles del sector noroeste del balneario de Las Delicias. Destrucción total de las viviendas y locales afectados en la última cuadra de la calle Lambayeque para un mejor resultado del término de la obra de protección contra el oleaje anómalo. Evitar la expansión urbana en esta zona crítica susceptible a inundación marina y dentro de los 250 m de faja marginal costera.
Erosión marina	-Erosión marina en 390 m lineales, a inmediaciones de ex-local recreacional de la PNP, donde a 100 m detrás del enrocado inconcluso se asientan viviendas de la calle Gran Chimú y Lambayeque del balneario de Las Delicias. -Erosión marina en el sector suroeste del balneario de Las Delicias en aproximadamente 370 m, hasta el límite con el sector de Taquila, ya que podría afectar viviendas de la zona del Triángulo de Las Delicias y a restaurantes temporales ubicados en la faja litoral (playa). -Erosión marina que está afectando el espigón de roca que protege a las viviendas de la zona del Triángulo de Las Delicias contra el oleaje anómalo ya que estructuralmente está sufriendo asentamiento y pérdida de la coraza o estructura frontal.	Peligro Muy alto y potencial por erosión marina a inmediaciones del ex – local de la PNP. Peligro Alto por erosión marina al suroeste del balneario de Las Delicias. Peligro Alto por erosión marina frente al Triángulo de Las Delicias.	Realizar la culminación de la obra de prevención contra el oleaje anómalo en las zonas críticas identificadas, específicamente en los 390 m lineales a inmediaciones del ex – local de la PNP. Considerando un muro con una altura optima, protegida frontalmente por un pequeño talud de enrocado si es posible con concreto ciclópeo, prevaleciendo siempre 2.5 m aproximadamente de estructura final desde el ras del pavimento o de la vereda, para el control preventivo ante el impacto de oleaje anómalo y hacer graderías en tramos específicos hacia el mar, también realizar el drenaje posterior a la barrera contra salpicaduras mínimas del oleaje, (ver fotografía de barrera marina construida en la Punta Callao). Dicha obra debe ser diseñada, ejecutada y supervisado por especialistas geotécnicos. De igual forma reforzar de manera correcta el enrocado en las zonas con peligro alto y ejecutar un diseño más alto del muro de protección contra la salpicadura de olas marinas que corroen las estructuras de las viviendas y por ende ocasionan erosión marina en los suelos costeros. Realizar drenaje posterior a dicha muro de protección contra las salpicaduras de ola marinas para que regresen nuevamente al mar y drenaje pluvial respectivo en calles específicas del balneario. Reforzar técnicamente con un estudio de batimetría y de dirección de corrientes marinas y dar altura optima al espigón (barrera contra oleaje anómalo) ubicado frente al Triángulo de Las Delicias, de tal manera que se realice una buena estructura que perdure en el tiempo y salvaguardar la seguridad de las viviendas y población circundante. Fiscalización de aguas servidas por las autoridades competentes como OEFA, y ver responsabilidades relacionadas con MINAGRI, ANA, SEDALIB, MUNICIPIOS, IMARPE, etc., ya que contaminan directamente el mar y de esta manera puedan llegar a soluciones formales para el bien de las comunidades.
	-Identificada al norte, noreste y sureste del balneario de Las Delicias, en ocurrencia puede afectar cultivos de verduras y maíz.	Peligro Alto en la zona norte del balneario de Las Delicias (sector La Hacienda).	Realizar un sistema de drenaje con concreto armado de acequias agrícolas con destino a una fuente de agua más

Inundación pluvial	<p>Se estimó un promedio de 9.52 ha susceptibles a inundación pluvial ubicadas en la zona agrícola del sector La Hacienda (al norte del balneario de Las Delicias).</p> <p>Identificación de 20 ha susceptibles a inundación pluvial, ubicada al noreste del balneario de Las Delicias, al ocurrir puede afectar condominios, viviendas y áreas agrícolas de verdura y maíz.</p> <p>Identificación de 5.64 ha ubicadas a la salida del balneario de Las Delicias, a 90 m hacia el este de la carretera Independencia, puede afectar zonas de cultivo y algunas viviendas situadas en la zona crítica.</p>	<p>Peligro Muy Alto en la zona urbana, agrícola (sector noreste del balneario de Las Delicias).</p> <p>Peligro alto a inmediaciones de la carretera Independencia, (en áreas agrícolas y algunas viviendas - sector sureste del balneario de Las Delicias)</p>	<p>cercana sin contaminarlas (pruebas de calidad de agua antes de ser vertidas a una fuente natural).</p> <p>Evitar las expansiones urbanas en zonas susceptibles a inundación.</p> <p>Realizar el drenaje pluvial respectivo y las obras de prevención contra la inundación pluvial que se requiera conveniente en calles y avenidas principales circundantes al pueblo de Las Delicias específicamente en las zonas bajas susceptibles a inundación pluvial.</p>
--------------------	---	--	--

Fuente: Elaboración Propia 2019

En la siguiente figura se aprecia una estructura de barrera contra la erosión marina a tomar en cuenta para proteger el balneario de Las Delicias.

CONCLUSIONES

- a) Desde el punto de vista geológico la población del balneario de Las Delicias se encuentra asentado en un 20% sobre el depósito marinos conformados por arenas grises oscuras de grano fino y en un 50 % sobre el depósito eólico conformados por mantos de arenas finas y las áreas agrícolas se encuentran asentadas en un 30% sobre depósito aluvial conformado por arenas limo arcillosa semicompactas.
- b) Desde el punto de vista geomorfológico el balneario de Las Delicias se asienta predominantemente sobre manto de arena eólica y en su minoría sobre la faja litoral con pendientes muy bajas.
- c) Según la identificación de peligros geológicos la zona de estudio se encuentra expuesta a:
- Inundación marina a 70 m al norte del ex-local recreacional de la PNP, ubicado en el sector norte del balneario de Las Delicias, estimando un área a afectar de 15 ha. Se registró en este sector frente al mar en 390 m lineales erosión marina, donde a 100 m detrás del enrocado se asientan viviendas de la calle Gran Chimú y Lambayeque.
 - Erosión marina en el sector suroeste del balneario de Las Delicias en aproximadamente 370 m, hasta el límite con el sector de Taquila, ya que podría afectar viviendas de la zona del Triángulo de Las Delicias y a restaurantes temporales ubicados en la faja litoral (playa).
 - Erosión marina afectando al espigón de roca que protege a las viviendas de la zona del Triángulo de Las Delicias contra el oleaje anómalo ya que estructuralmente está sufriendo asentamiento y pérdida de la coraza o estructura frontal.
 - Inundación pluvial identificada al norte, noreste y sureste del balneario de Las Delicias, en su ocurrencia puede afectar cultivos de verduras y maíz. Se estimó un promedio de 9.52 ha susceptibles a inundación pluvial en el sector agrícola La Hacienda.
 - Inundación pluvial identificada al noreste del balneario de Las Delicias. Se estimó 20 ha susceptibles a este evento, de ocurrir afectaría viviendas, condominios y áreas agrícolas de verdura y maíz.
 - Inundación pluvial identificada a 90 m hacia el este de la carretera Independencia. Se estimó 5.64 ha susceptibles a este evento, de ocurrir afectaría zonas de cultivo y algunas viviendas situadas en la zona crítica.
- d) Por todo lo expuesto anteriormente, al balneario de Las Delicias se le ha considerado que presenta peligro "Alto" por inundación marina, peligro "Muy alto" por erosión marina frente a la última cuadra de la calle Lambayeque, peligro "Alto" por erosión marina en la parte central del borde costero del balneario de Las Delicias, peligro "Alto" por erosión marina frente al Triángulo de Las Delicias y peligro "Alto" por erosión marina al sureste de Las Delicias (hasta el límite con el poblado de Taquila).

Finalmente, peligro "Muy alto" por inundación pluvial en el sector noreste del balneario de Las Delicias y peligro "Alto" por inundación pluvial al norte, noreste y sureste del balneario en mención.

- e) Cabe resaltar que los balnearios de la provincia de Trujillo, como el de Las Delicias, presenta peligro alto por Tsunami, según trabajos probabilísticos con el método de Esteba y otros (1968), identificado que para un sismo con magnitud de 7Mw, se estima

un tiempo de llegada de la primera ola de 4 m de altura a la costa en un tiempo de 27 min desde 50 km de distancia del eje tsunamigénico.

- f) Según la Norma E.030 de “Diseño Sismo Resistente” del reglamento nacional de edificaciones la zona de estudio se encuentra en la zona sísmica 04, cuyo factor de aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, “z” se expresa como fracción de la aceleración, siendo este de 0.45, determinándose que las viviendas a construir deben estar hechas con cualquier sistema sísmico estructural y/o con estructuras de acero y concreto de sistema dual, muros de concreto armado, albañilería armada o confinada para atenuar los esfuerzos de corte por vibración de ondas sísmicas.

RECOMENDACIONES

- a) Las medidas estructurales para la prevención y reducción del peligro geológico dadas en el ítem de geodinámica (Cuadro 4), deben ser ejecutadas y supervisadas por un especialista, previo a un estudio geotécnico que reúna todas las especificaciones técnicas para la ejecución de estas y así salvaguardar la seguridad física de la población.
- b) Reforzar la barrera de enrocado en los puntos críticos identificados y expuestos en el capítulo de geodinámica, con sus respectivos muros altos de protección ante salpicadura de oleaje marino y drenajes posteriores respectivos, para salvaguardar la seguridad de la población.
- c) Prohibir la expansión urbana en zonas susceptibles a inundación, y si es lo contrario realizar obras de prevención ante dicho evento.
- d) Demoler las viviendas que fueron afectadas por erosión marina en el año 2010 ya que puede ser tomada por personas no gratas para la sociedad y ser aprovechadas para actos delictivos, sugiero se realice un malecón o parques recreativos para los niños o una losa deportiva, cabe resaltar que esta zona es susceptible a erosión marina y faja marginal costera.
- e) Prohibir las expansiones urbanas longitudinalmente y cercanas a las líneas costeras o dentro de los 250 m de playa, como lo establece la Ley N°30590.
- f) Hacer un estudio integral o actualizar la información existente a lo largo de la costa entre Huanchaco y Salaverry, con la finalidad de estudiar la dirección de las corrientes marinas y poder planificar y plantear soluciones integrales para el tema de la erosión marina.

.....
Ing. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA

- Beláustegui, S. (1999). Pendientes del Terreno y Fundamento del Caudal Máximo No Erosivo. Hoja técnica N° 07. Buenos Aires – Argentina, 4 p.
- DHN, (2006). Bitácora Hidrográfica. Publicación de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Callao-Perú.
- Fidel, L., Zavala, B., Núñez, S., Valenzuela, G. (2006). Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N°4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29. 383 p.
- Gutiérrez, M. (2008). Geomorfología. Edit. Pearson/Prentice Hall, Madrid, 898 p. ISBN 97884832-23895.
- García, K, et ál., (2016). Análisis de la erosión costera en la playa de Buenos Aires, distrito de Víctor Larco, provincia de Trujillo, La Libertad, Perú.
- H. Jaén & L. Vargas, (1967): Cuadrángulo Geológico de Trujillo (Hoja:17e), escala 1: 100 000, Lima-Perú.
- Municipalidad Provincial de Trujillo, (2017). Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de la Provincia de Trujillo 2018-2022
- INDECI & UNT, (2002): Mapas de peligros de la ciudad de Trujillo y zonas Aledañas-Instituto de Investigación en Desastres y Medio Ambiente (IIDMA).
- Medina, L. Luque, G. & Pari, W. (2012). Riesgo Geológico en la Región La Libertad, Boletín N°50 serie C.
- MINAGRI & ANA. (2009). Demarcación y delimitación de las autoridades administrativas del agua. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos.
- P.Navarro y otros. (2013). Cuadrángulo Geológico de Trujillo (Hoja: 17-e-l), escala 1: 50 000, Lima-Perú.
- SENAMHI, (2019). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía, “Estación Meteorológica Convencional de Trujillo”.
- SGM, (1967). Boletín N°17; “Geología del Cuadrángulo de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa” (hojas; 16-d, 16-e, 16-f, 17-e, 17-f,18-f) realizado por el servicio de geología y minería. Lima-Perú.
- Proyecto de ley N°197/2016 CR.
- Diario “El Peruano” 2017: Ley N° 30590.

ANEXOS

Mapas

- Mapa 1.1: Ubicación y Accesibilidad
- Mapa 1.2: Elevaciones
- Mapa 1.3: Pendientes
- Mapa 1.4: Geomorfológico
- Mapa 1.5: Geológico
- Mapa 1.6: Peligros Geológicos



SIMBOLOGÍA	
	Área urbana
	Sectores
	Vías de acceso
	Curvas de nivel
	Enrocado

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO Dirección de Geología y Riesgo Geológico	
EVALUACIÓN POR PELIGRO DE MARINA EN EL BALNEARIO DE LAS DELICIAS, DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD	
MAPA DE UBICACIÓN	MAPA
Escala: 1:7,500 Datum: UTM, WGS 84 Zona: 17 S Versión Digital: Año 2016 Impreso: Setiembre 2019	1.1

