

**“AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y
CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA”**

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA



**PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DEL
RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL
SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”**

2025

ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA

❖ Sra. Gilia Ninfa Gutiérrez Ayala – Gobernador Regional

GERENCIA REGIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

❖ Ing. Juan Alberto Paredes Urviola – Gerente Regional

EQUIPO CONSULTOR

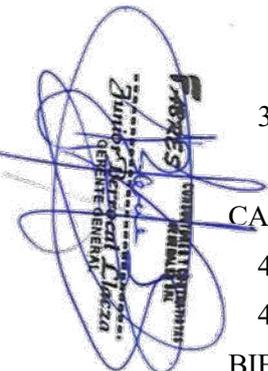
❖ Consultores y Contratistas Generales FABRES S.R.L.

EQUIPO CONSULTOR		
EVALUADOR DE RIESGO (ACREDITADO)	ING. JAIME EFRAIN SALAS ZEGARRA R.J. N°122-2018-CENEPRED/J	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL Jaime Salas Zegarra ING. GEÓLOGO Reg. CIP N° 21291 R.J. N°122-2018 - CENEPRED/J EVALUADOR DE RIESGO
ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE RIESGO	ING. RELISA ÑAUPA QUISPE R.J. N°052-2019-CENEPRED/J	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL INGENIERA RELISA ÑAUPA QUISPE REG. CIP N° 192147 R.J. N°052-2019-CENEPRED/J ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE RIESGO
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFIA (GIS)	ING. JUNIOR BERROCAL LLACZA	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL INGENIERO JUNIOR BERROCAL LLACZA REG. CIP N° 193477 ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA
ESPECIALISTA EN DIAGNOSTICO DE COMUNIDADES EN RIESGO	LIC. KETY ALTAMIRANO CHACCHI	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL LIC. KETY ALTAMIRANO CHACCHI C.A.P. N° 1211 ESPECIALISTA EN DIAGNOSTICO DE COMUNIDADES EN RIESGO
ASISTENTE TÉCNICO	ING. JEFFERSON BERROCAL LLACZA	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL INGENIERO JEFFERSON BERROCAL LLACZA REG. CIP N° 308819 ASISTENTE TECNICO

INDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPITULO I: OBJETIVO.....	8
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.3. FINALIDAD.....	8
1.4. JUSTIFICACIÓN	8
1.5. ANTECEDENTES	8
1.6. MARCO NORMATIVO	10
CAPITULO II: SITUACIÓN GENERAL	11
2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	11
2.1.1. Límites.....	11
2.1.2. Vías de acceso al área de estudio.....	13
2.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR	15
2.2.1. Geomorfología.....	15
2.2.2. Geología	24
2.2.3. Pendientes.....	34
2.2.4. Altitudes	39
2.2.5. Tsunami.....	42
2.2.6. Sismo.....	50
2.2.6. Cronología de Tsunamis que afectaron al Perú.....	57
2.2.7. Modelado de la inundación y su relación con el área de estudio.....	58
2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA A EVALUAR	61
2.3.1. Características sociales del área de estudio	61
2.3.2. Características económicas del área de estudio	92
CAPITULO III: DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS	94
3.1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	94
3.1.1. Identificación del peligro.....	94
3.1.2. Caracterización del peligro.....	96
3.1.3. Ponderación de los parámetros de peligro por Tsunami.....	96
3.1.4. Identificación de elementos expuestos	99
3.1.5. Susceptibilidad del ámbito geográfico ante los peligros	112
3.1.6. Ponderación de los parámetros de susceptibilidad	123

3.1.7.	Mapa de zonificación del nivel de peligrosidad	127
3.2.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES	128
3.2.1.	Análisis de la componente exposición.....	132
3.2.2.	Ponderación de los parámetros de exposición.....	144
3.2.3.	Análisis de la componente fragilidad	145
3.2.4.	Ponderación de los parámetros de fragilidad.....	171
3.2.5.	Análisis de la componente resiliencia	172
3.2.6.	Ponderación de los parámetros de resiliencia.....	200
3.2.7.	Nivel de vulnerabilidad	201
3.2.8.	Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad.....	204
3.3.	CÁLCULO DE RIESGOS.....	205
3.3.1.	Determinación de los niveles de riesgos.....	206
3.3.2.	Cálculo de posibles pérdidas (cualitativa y cuantitativa)	209
3.3.3.	Zonificación de riesgos.....	216
3.3.4.	Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros)	217
3.3.5.	Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes).....	218
3.4.	DEL CONTROL DE RIESGOS	225
3.4.1.	De la evaluación de las medidas.....	225
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		231
4.1.	CONCLUSIONES	231
4.2.	RECOMENDACIONES	232
BIBLIOGRAFÍA.....		234
ANEXOS.....		235



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
ING. G. OLDOBO
R. J. N° 122-2018 - CENEPRAD/DJ
EVALUADOR DE RIESGO



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
ING. G. OLDOBO
R. J. N° 122-2018 - CENEPRAD/DJ
EVALUADOR DE RIESGO

INDICE DE MAPAS

Mapa N°1:	Ubicación del área de estudio.....	12
Mapa N°2:	Vías de acceso a la zona de estudio.....	14
Mapa N°3:	Unidades geomorfológicas.....	23
Mapa N°4:	Unidades geológicas.....	33
Mapa N°5:	Pendientes.....	38
Mapa N°6:	Altitud sobre el nivel del mar.....	41
Mapa N°7:	Microzonificación sísmica.....	49
Mapa N°8:	Aceleración del suelo - PGA.....	56
Mapa N°9:	Áreas inundables para un sismo de 8.5 y 9 MW.....	60
Mapa N°10:	Ubicación de instituciones educativas en el área de estudio.....	85
Mapa N°11:	Ubicación de establecimientos de salud en el área de estudio.....	87
Mapa N°12:	Ubicación de comisarias en el área de estudio.....	89
Mapa N°13:	Ubicación de carreteras en el área de estudio.....	91
Mapa N°14:	Elementos expuestos – Viviendas por manzanas.....	102
Mapa N°15:	Elementos expuestos – Instituciones Educativos.....	105
Mapa N°16:	Elementos expuestos – Centros de Salud.....	107
Mapa N°17:	Elementos expuestos – Comisarias.....	109
Mapa N°18:	Elementos expuestos – Carreteras y calles.....	111
Mapa N°19:	Mapa de susceptibilidad por tsunami.....	125
Mapa N°20:	Mapa de peligro por tsunami en el Puerto de Ilo.....	127
Mapa N°21:	Mapa de vulnerabilidad por tsunami en el Puerto de Ilo.....	204
Mapa N°22:	Mapa de riesgo por tsunami en el Puerto de Ilo.....	216
Mapa N°23:	Mapa de rutas de evacuación ante tsunami - Propuesta.....	221
Mapa N°24:	Altura de edificaciones.....	235
Mapa N°25:	Estado de conservación de edificaciones.....	236
Mapa N°26:	Distribución de líneas de refracción sísmica.....	237
Mapa N°27:	Puntos de medida vibración ambiental.....	238
Mapa N°28:	Distribución de líneas de tomografía eléctrica.....	239

PRESENTACIÓN

El Perú, al igual que muchas otras naciones, enfrenta constantemente la amenaza de diversos fenómenos naturales, tales como sismos, maremotos, deslizamientos de tierra, huacicos, inundaciones, sequías y heladas. Estos eventos tienen el potencial de ocasionar pérdidas humanas, afectar la salud pública, alterar el entorno natural y generar considerables impactos económicos.

Este informe técnico tiene como propósito principal examinar los posibles efectos de un tsunami en la zona de estudio definida. Se advierte que la ocurrencia de este fenómeno podría tener consecuencias severas sobre las áreas urbanas, especialmente en contextos donde no existen acciones preventivas ni sistemas adecuados que garanticen la integridad estructural de las edificaciones y la seguridad de la población y sus medios de subsistencia.

La elaboración de este documento ha sido solicitada por el Gobierno Regional de Moquegua y responde a un proceso de evaluación técnica que busca identificar los peligros naturales que podrían afectar el entorno del puerto de Ilo, situado en el distrito y provincia del mismo nombre, en el departamento de Moquegua. Este proceso contempla el análisis de vulnerabilidades existentes, la determinación de los niveles de riesgo y la formulación de propuestas orientadas a la mitigación del riesgo de desastres.

El estudio parte de un registro detallado de los peligros geodinámicos con capacidad de incidir en el área evaluada. Cabe destacar que el territorio peruano se ubica en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, una región con alta actividad sísmica y volcánica como resultado de la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana. Este fenómeno tectónico genera sismos de distinta intensidad y profundidad, siendo los más severos capaces de originar tsunamis con consecuencias devastadoras para la población y la infraestructura costera.

Asimismo, el análisis incorpora la información obtenida durante la inspección en campo realizada por el equipo técnico consultor en abril de 2025 en los alrededores del Puerto de Ilo. Se emplearon además insumos especializados como mapas geomorfológicos y proyecciones de escenarios sísmicos, los cuales fueron determinantes para la elaboración integral del presente estudio.

Este informe ha sido estructurado conforme a los lineamientos del “Manual para la Evaluación del Riesgo Originado por Fenómenos Naturales”, 2da versión, que establece una metodología para evaluar la probabilidad de ocurrencia de peligros, analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos, y estimar su grado de fragilidad o capacidad de recuperación. Finalmente, se realiza una zonificación del riesgo en el área de influencia y se presentan recomendaciones dirigidas a la prevención y reducción del riesgo identificado.

INTRODUCCIÓN

La Gerencia Regional de Gestión del Riesgo de Desastres del Gobierno Regional de Moquegua viene desarrollando acciones orientadas a fortalecer la gestión integral del riesgo, mediante la elaboración de estudios técnicos y la ejecución de intervenciones que contribuyan a la reducción de desastres y, con ello, a mejorar la calidad de vida de la población. En línea con los lineamientos de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se reconoce que el país está expuesto de forma permanente a fenómenos naturales que, en determinadas condiciones, pueden desencadenar desastres. Esta situación se agrava por el crecimiento urbano informal y desorganizado, la deficiente planificación territorial y la falta de cultura preventiva, lo cual incrementa la vulnerabilidad de las personas, la infraestructura, los recursos naturales y el desarrollo regional.

El contexto geográfico del Perú lo convierte en un territorio susceptible a múltiples amenazas geodinámicas, resultado de la interacción entre los factores físicos del entorno y los fenómenos que los activan, como los sismos o ciertas actividades antrópicas. Estas amenazas pueden provocar impactos severos sobre las comunidades, la infraestructura crítica y los sistemas productivos, especialmente en aquellos sectores que presentan altos niveles de exposición y vulnerabilidad. La presencia de asentamientos humanos en zonas de riesgo, la construcción sin criterios técnicos, y el desconocimiento de las prácticas preventivas, contribuyen a que estas amenazas se materialicen en desastres.

Este informe desarrolla una evaluación integral del riesgo sísmico en el área de influencia cercana al Puerto de Ilo, considerando tanto el análisis del peligro como de la vulnerabilidad. El estudio identifica los factores condicionantes que definen el nivel de amenaza, y delimita las zonas con mayor susceptibilidad, representadas gráficamente en un mapa temático de peligros. A su vez, se analiza la vulnerabilidad de los elementos expuestos, como las viviendas, considerando componentes sociales y económicos. Estos se valoran a través de tres dimensiones: la exposición al fenómeno, la fragilidad de los elementos afectados y su capacidad de resiliencia. Los niveles resultantes se presentan en un mapa de vulnerabilidad.

Posteriormente, se detalla la metodología empleada para el cálculo del riesgo, que permite estimar los niveles de riesgo asociados a un evento sísmico en el entorno del Puerto de Ilo en el distrito de Ilo, provincia de Ilo, en el departamento de Moquegua. Los resultados incluyen un mapa de riesgo elaborado a partir de la combinación del análisis de peligros y vulnerabilidad, y permitirán evaluar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo en función de los estándares técnicos.

Finalmente, los hallazgos contenidos en este documento técnico servirán como base para la formulación de estrategias y acciones orientadas a la prevención y reducción del riesgo, con miras a disminuir la exposición y vulnerabilidad de las zonas evaluadas.

CAPITULO I: OBJETIVO

1.1. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Determinar el nivel del riesgo por Tsunami, originado por un sismo de gran magnitud en el Puerto de Ilo, distrito de Ilo, provincia de Ilo, departamento de Moquegua.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Realizar la caracterización física, social, económica y ambiental de la zona de estudio.
- ❖ Identificar y establecer los niveles de peligro existente en la zona de estudio y elaborar el mapa de peligros respectivo.
- ❖ Analizar y establecer los niveles de vulnerabilidad que presenta la zona de estudio y elaborar el mapa de vulnerabilidad respectivo.
- ❖ Analizar y establecer los niveles de riesgo que presenta la zona de estudio y elaborar el mapa de riesgo respectivo.
- ❖ Formular medidas estructurales y no estructurales identificadas como parte de este estudio orientadas a la reducción del riesgo de desastre por tsunami y sismo en la zona de estudio.

1.3. FINALIDAD

El presente estudio tiene como propósito brindar a las autoridades competentes y a la población local insumos técnicos claros y actualizados que faciliten la toma de decisiones oportunas y efectivas en materia de prevención y reducción de riesgos de desastres, en concordancia con la normativa nacional vigente.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La ausencia de estudios específicos y actualizados sobre amenazas naturales en contextos urbanos constituye una de las principales causas del incremento de la vulnerabilidad frente a desastres. En zonas expuestas a múltiples amenazas, como sismos y tsunamis, contar con una evaluación precisa del peligro y la vulnerabilidad es fundamental para diseñar estrategias de mitigación eficaces.

El distrito de Ilo se ubica en una región altamente sísmica debido a su proximidad con la falla geológica de Chololo, y enfrenta además una exposición directa al océano Pacífico, lo que incrementa significativamente el riesgo de tsunamis. Esta condición geodinámica refuerza la necesidad de contar con información técnica que permita gestionar adecuadamente el riesgo, promover una cultura de prevención y fortalecer la resiliencia del territorio y su población.

Este estudio contribuye a construir un marco técnico para la gestión del riesgo, alineado con las políticas nacionales y orientado a reducir la exposición y vulnerabilidad de las comunidades ante fenómenos naturales de gran impacto.

1.5. ANTECEDENTES

El litoral peruano, y en particular la costa sur donde se ubica el Puerto de Ilo, se encuentra expuesto a una alta actividad sísmica y oceánica debido a la interacción de la placa de Nazca con la placa Sudamericana. Esta zona forma parte del llamado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, una franja sísmica activa que concentra aproximadamente el 80% de los terremotos del planeta. Esta

configuración tectónica ha generado, a lo largo de la historia, numerosos eventos sísmicos de gran magnitud que, en muchos casos, han estado asociados a la generación de tsunamis con efectos devastadores en las poblaciones costeras.

Entre los eventos históricos más relevantes en la región destaca el terremoto de 1604, considerado uno de los más catastróficos del Virreinato del Perú. Este sismo afectó las ciudades de Arequipa, Moquegua y Arica, y originó un tsunami que causó importantes daños en los asentamientos costeros, incluyendo el área que hoy ocupa el distrito de Ilo.

Otro evento trascendental fue el sismo del 13 de agosto de 1868, cuya magnitud se estima entre 8.5 y 9.3. Este terremoto generó un tsunami que arrasó con poblados costeros desde el sur del Perú hasta el norte de Chile, destruyendo infraestructura portuaria, viviendas, y ocasionando la pérdida de numerosas vidas humanas. En Ilo, se registraron daños significativos que marcaron un antes y un después en la percepción del riesgo por parte de la población y las autoridades.

Más recientemente, el sismo del 23 de junio del año 2001, con epicentro frente a las costas de Arequipa y una magnitud de 6.9, provocó intensos movimientos en Moquegua e Ilo. Aunque el impacto directo del tsunami se produjo principalmente en Camaná, Arequipa (donde se registraron olas de hasta 7 metros), su efecto también alertó a las autoridades de Ilo, generando evacuaciones y daños menores en infraestructuras.

Estos eventos demuestran que, aunque los tsunamis no ocurren con frecuencia, su impacto potencial es considerable, especialmente en zonas densamente pobladas o con infraestructura crítica cercana al mar. En este contexto, resulta fundamental realizar estudios de evaluación de riesgos que permitan comprender y anticipar los escenarios de peligro, con el fin de establecer medidas preventivas y de respuesta adecuadas.

Además de los eventos históricos, diversos estudios científicos han advertido sobre la posibilidad de futuros sismos de gran magnitud en la zona central y sur del Perú. Por ejemplo, el Instituto Geofísico del Perú (IGP), en sus investigaciones recientes (2020), ha señalado la existencia de una brecha sísmica frente a las costas de Ica y Moquegua, lo que podría originar un evento de gran energía acumulada que active un tsunami de consecuencias severas para la región.

En respuesta a estas alertas científicas, entidades como el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) han promovido estudios de microzonificación sísmica y modelamientos de tsunamis para diversas ciudades del litoral peruano, incluyendo Ilo, con el objetivo de delimitar zonas de inundación y establecer rutas de evacuación.

Este estudio se enmarca en esa misma línea de prevención y busca fortalecer las capacidades locales mediante la generación de información técnica detallada sobre el nivel de exposición, peligrosidad y vulnerabilidad ante tsunamis, centrándose especialmente en el Puerto de Ilo del distrito de Ilo, que es una zona que presenta una elevada susceptibilidad por su ubicación próxima a la línea costera.

La evaluación de estos antecedentes evidencia la necesidad imperiosa de continuar desarrollando instrumentos técnicos que orienten una planificación territorial segura, permitan la implementación de medidas de reducción del riesgo, y contribuyan al fortalecimiento de la

resiliencia de la población y las infraestructuras frente a futuros eventos de origen oceánico o sísmico.

1.6. MARCO NORMATIVO

- ❖ Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- ❖ Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PELIGRO
- ❖ Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- ❖ Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- ❖ Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- ❖ D.S. 020-2015-VIVIENDA, que modifica el art. 10° del Reglamento de Formalización de la Propiedad a cargo de COFOPRI.
- ❖ Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- ❖ Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- ❖ Resolución Jefatural N°112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- ❖ Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos
- ❖ Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- ❖ Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos
- ❖ Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- ❖ Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- ❖ Decreto Supremo N° 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- ❖ Resolución ministerial N° 147-2016-PCM, de fecha 18 de julio 2016, que aprueba los Lineamientos para la implementación del Proceso de reconstrucción.

CAPITULO II: SITUACIÓN GENERAL

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Puerto de Ilo está ubicado en el distrito de Ilo, perteneciente a la provincia de Ilo, en el departamento de Moquegua. Esta ubicación estratégica en la costa sur del Perú le confiere un papel fundamental en la conectividad marítima y comercial de la región. El área total del ámbito de estudio comprende aproximadamente 556.90 hectáreas, las cuales se encuentran distribuidas principalmente en la zona urbana y portuaria del distrito.

Geográficamente, el área de estudio se localiza dentro del sistema de coordenadas UTM (Datum WGS 84, Zona 19K), abarcando aproximadamente entre:

Cuadro N°1: Coordenadas geográficas del ámbito de estudio

Departamento	Provincia	Distrito	Sector	Coordenadas UTM	
				Coordenada Este (m E)	Coordenada Norte (m S)
Moquegua	Ilo	Ilo	Puerto de Ilo	251890.00	8048528.00

Fuente: Elaboración Propia.

Esta localización exacta facilita su identificación para actividades náuticas, así como para la planificación y gestión de operaciones portuarias. Además, su acceso directo al océano Pacífico potencia su relevancia como un punto clave para la exportación e importación de mercancías en la región sur del país.

2.1.1. Límites

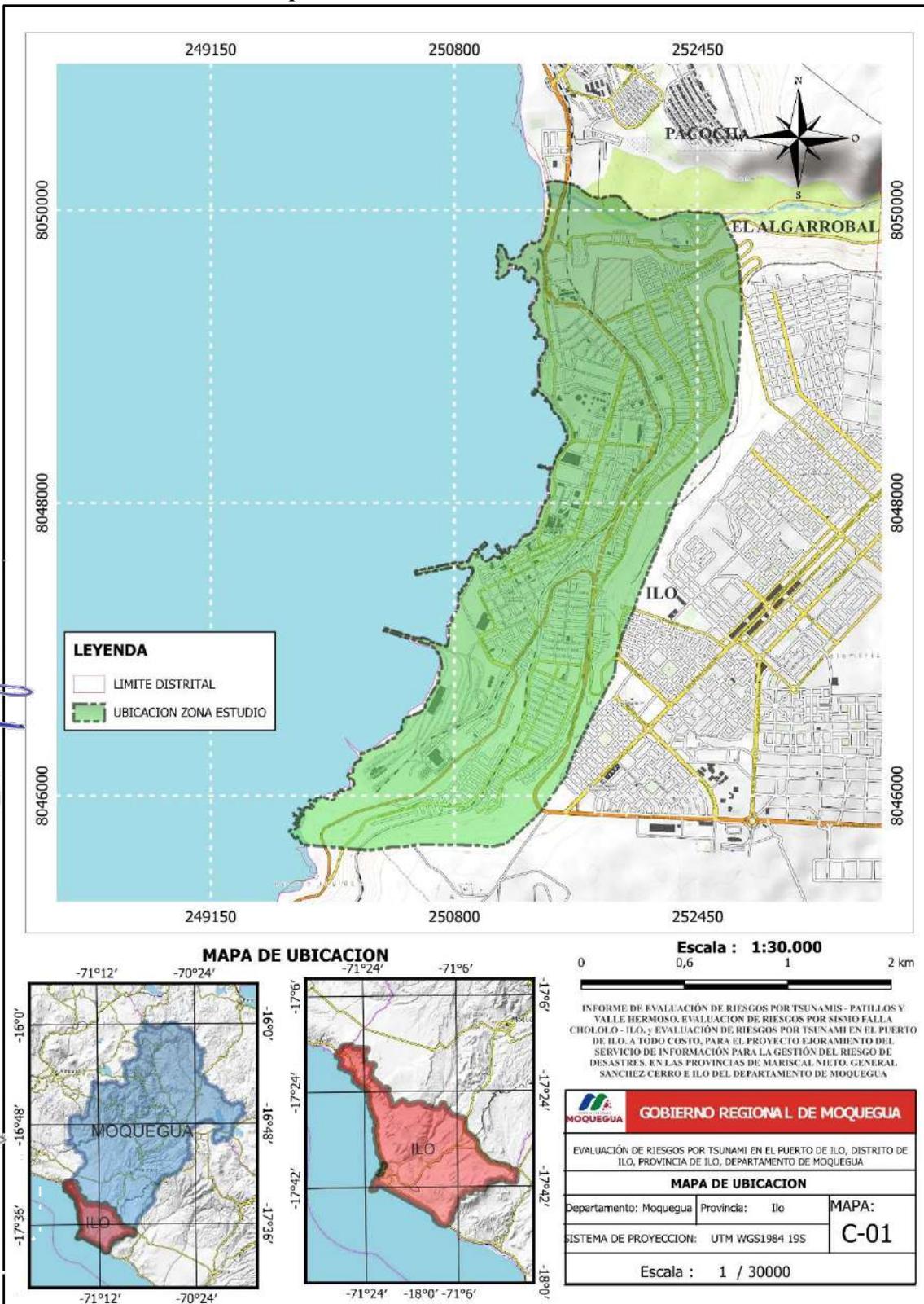
Los límites geográficos del Puerto de Ilo, en el marco del presente estudio, son los siguientes:

- Por el Norte : Distrito de Pacocha
- Por el Sur : Aeropuerto General EP Jorge Fernández Maldonado Solari - Distrito de Ilo
- Por el Este : Sector Pampa Inalámbrica – Distrito de Ilo
- Por el Oeste : Océano Pacífico

Este territorio se caracteriza por su proximidad a la línea costera, lo que lo hace altamente susceptible a la ocurrencia de tsunamis. Su actividad económica predominante está vinculada a operaciones portuarias, pesqueras, industriales y comerciales, lo que refuerza la necesidad de una evaluación detallada del riesgo, considerando los niveles de exposición y vulnerabilidad.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°1: Ubicación del área de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

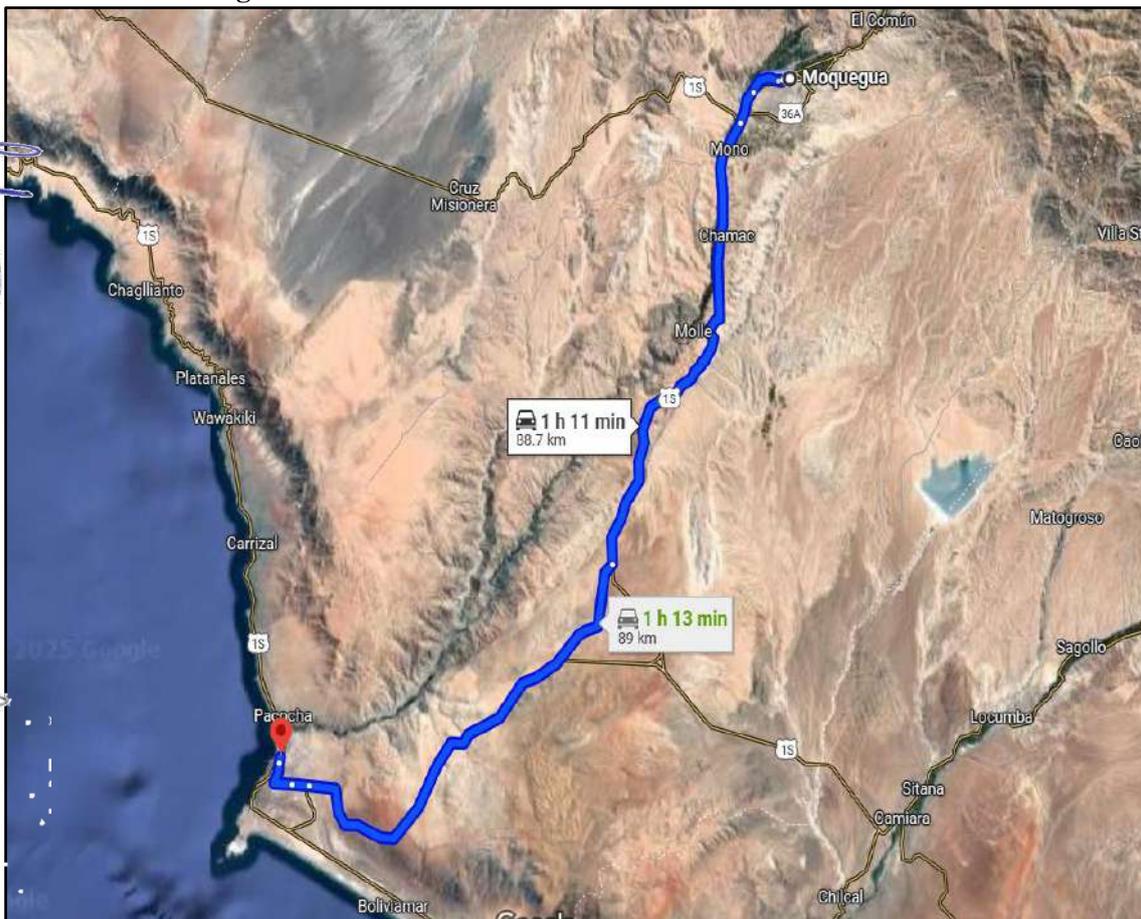
2.1.2. Vías de acceso al área de estudio

El principal acceso al ámbito de estudio, correspondiente al Puerto de Ilo, se realiza a través de la Carretera Costanera, una vía asfaltada de jerarquía departamental que conecta la ciudad de Ilo con otras localidades de la región Moquegua, así como con las regiones vecinas de Arequipa y Tacna. Esta carretera permite el tránsito de vehículos livianos y pesados, facilitando el transporte de carga y pasajeros hacia y desde el puerto.

Dentro del distrito de Ilo, el área de estudio dispone de una red de vías urbanas secundarias y terciarias, en su mayoría pavimentadas, que brindan acceso a las diferentes manzanas, zonas residenciales, comerciales, industriales y áreas portuarias. Estas vías internas se articulan con avenidas principales como la Av. Circunvalación, la Av. Mariano Lino Urquieta y la Av. Industrial, las cuales cumplen un rol fundamental en la movilidad local y en las rutas de evacuación ante situaciones de emergencia.

La infraestructura vial existente representa un componente clave para la accesibilidad y resulta determinante en la planificación de medidas de respuesta frente a emergencias por sismo o tsunami. Por ello, su evaluación constituye un elemento esencial dentro de la gestión del riesgo en la zona.

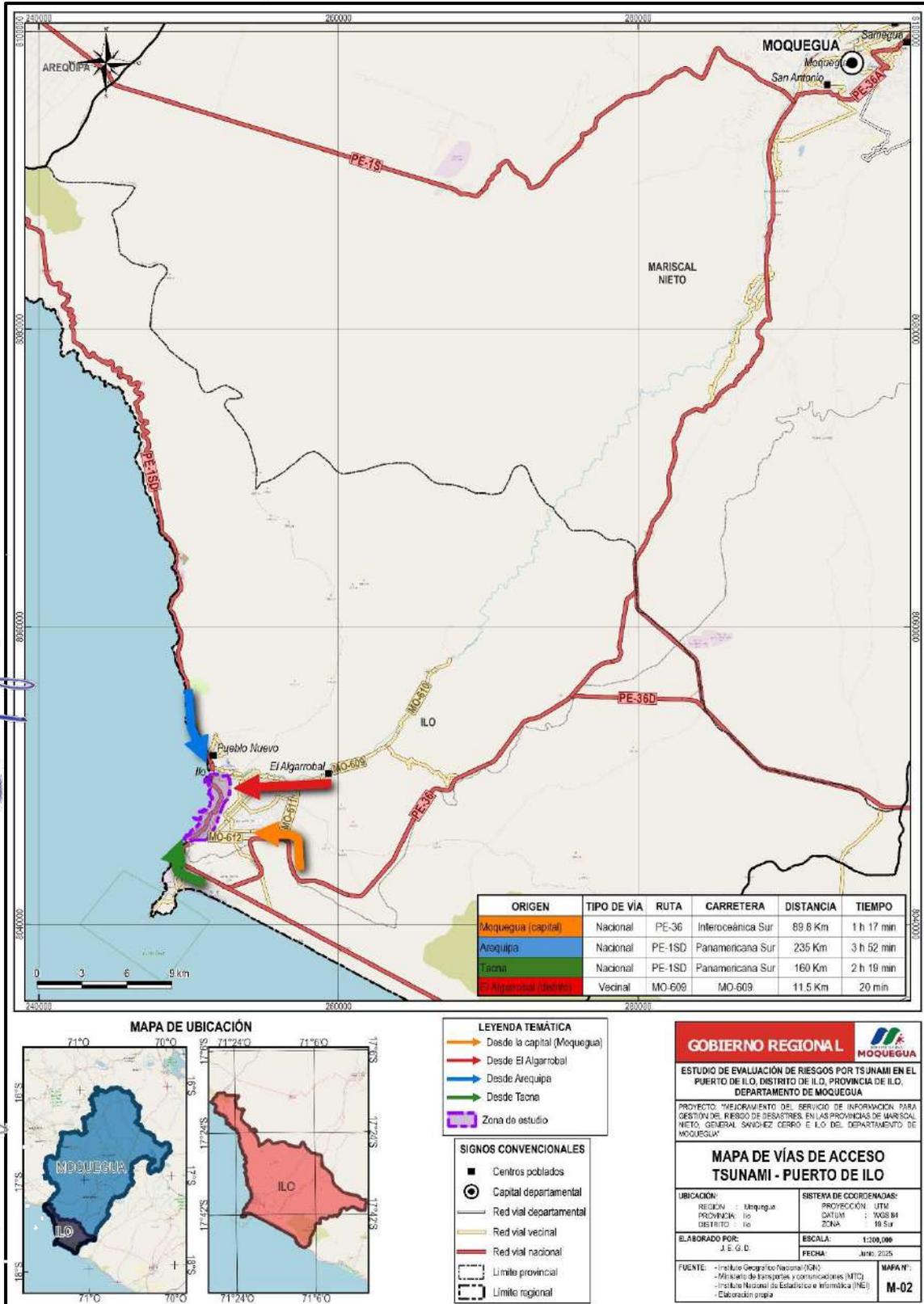
Figura N°1: Vía de acceso al Puerto de Ilo – Distrito de Ilo



Fuente: Google Maps.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°2: Vías de acceso a la zona de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR

A continuación, se describirán las principales características físicas del área de estudio que se emplearán para determinar el mapa de peligro, referidas a los factores condicionantes y desencadenante:

2.2.1. Geomorfología

Las unidades geomorfológicas son formas del terreno con características físicas particulares, originadas por la acción combinada de procesos morfogenéticos de origen endógeno (internos, como la actividad tectónica y volcánica) y exógeno (externos, como la erosión, sedimentación y acción marina). Estos procesos han modelado el paisaje en formas de relieve tanto positivas (elevaciones) como negativas (depresiones o hundimientos), configurando la geodinámica actual del territorio.

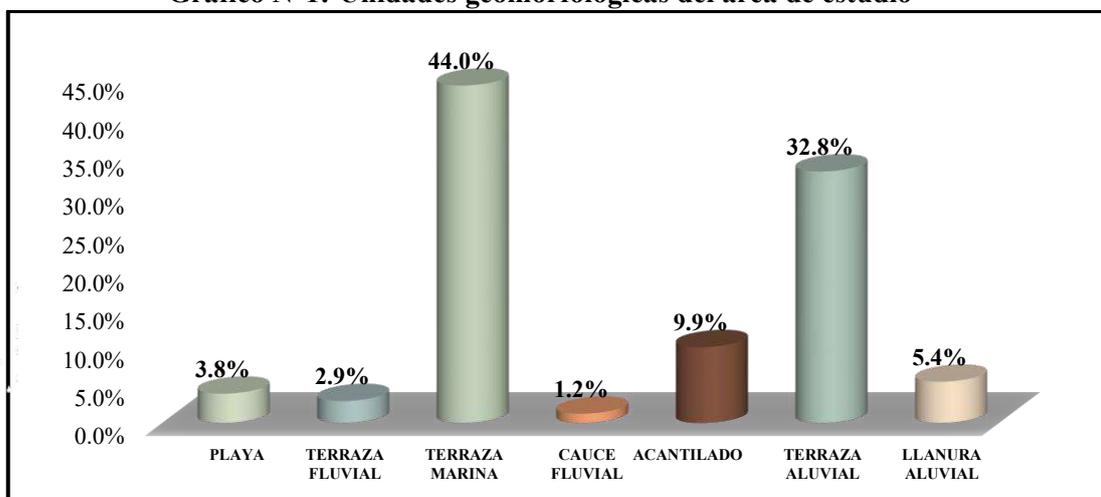
En el ámbito de estudio, los sectores aledaños del Puerto de Ilo se identifican la presencia de unidades geomorfológicas de origen marino, fluvial y aluvial, que reflejan una dinámica costera activa, así como procesos deposicionales relacionados a la interacción entre el mar, los sistemas de drenaje local y los movimientos tectónicos regionales. A continuación, se detallan las principales unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio:

Cuadro N°2: Unidades geomorfológicas del área de estudio

Unidades Geomorfológicas	Simbol.	Área (ha)	Porcentaje (%)
Playa	Pl	21.08	3.8%
Terraza Fluvial	T-fl	15.78	2.9%
Terraza Marina	T- m	242.86	44.0%
Cauce Fluvial	C-fl	6.66	1.2%
Acantilado	Alc	54.57	9.9%
Terraza Aluvial	T-al	180.97	32.8%
Llanura Aluvial	PI-al	29.69	5.4%
Total		551.61	100.0%

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

Gráfico N°1: Unidades geomorfológicas del área de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

❖ **Acantilado (Alc):**

Los acantilados son formaciones geomorfológicas de origen marino, caracterizadas por pendientes abruptas y escarpadas que se desarrollan como resultado de la acción erosiva del oleaje y los procesos de meteorización. Estas zonas presentan pendientes muy pronunciadas (mayores a 35°), configurando una morfología de paredes subverticales con alturas que varían entre 5 y 25 metros sobre el nivel medio del mar. Esta unidad abarca una superficie aproximada de 54.57 hectáreas, lo que representa el 9.9% del área total de estudio.

En esta unidad se superponen parcialmente diversas urbanizaciones consolidadas. Entre las más representativas por su superficie se encuentran la Urb. Miramar, con 7.26 hectáreas, y la U.P.I.S John F. Kennedy, con 5.75 hectáreas, ambas con uso residencial definido. No obstante, varios sectores de estas urbanizaciones se extienden hacia zonas con restricciones geotécnicas debido a la morfología del terreno. También se identifican asentamientos de menor dimensión como César Vallejo (2.41 ha), PROMUVI X (1.84 ha) y Nueva Esperanza (0.90 ha), cuyos límites colindan directamente con sectores críticos del acantilado. Otras urbanizaciones con presencia reducida en esta unidad son Daniel A. Carrión (0.24 ha), P.P.JJ. Miguel Grau (0.54 ha) y algunas áreas públicas y municipales (0.17 ha), las cuales presentan una ocupación dispersa o de carácter complementario. Finalmente, se observan ocupaciones marginales en urbanizaciones como Santa Cruz (0.06 ha) y Trabajadores en la Educación Barrio 1 (0.01 ha), cuya presencia sobre esta unidad es prácticamente simbólica.

En el contexto del litoral de Ilo, los acantilados se presentan como bordes elevados que constituyen una defensa natural ante la energía del mar, pero que, ante sismos de gran magnitud, podrían experimentar procesos de colapso o deslizamientos.

Figura N°2: Acantilado (Alc) y llanura aluvial (LL-aly)



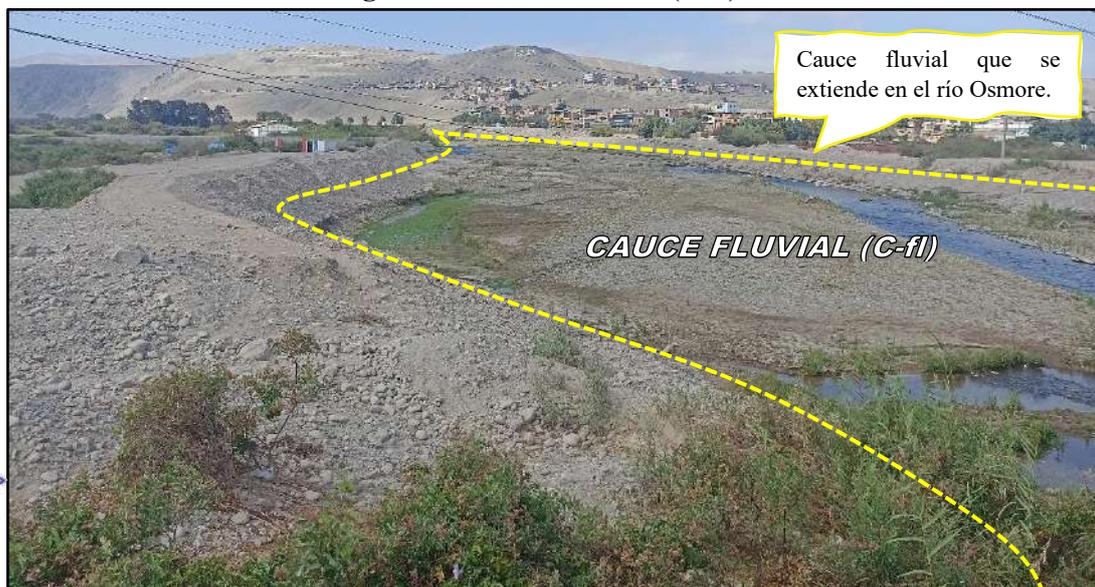
Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Cauce Fluvial (C-fl):**

Corresponde a los canales naturales de escurrimiento que transportan aguas superficiales, en este caso el cauce del río Ilo. Se caracteriza por la presencia de sedimentos no consolidados como arenas, gravas y limos, producto de procesos de acarreo y deposición fluvial. Esta unidad abarca una superficie aproximada de 6.66 hectáreas, lo que representa el 1.2% del área total de estudio.

Esta unidad geomorfológica es dinámica y de alta susceptibilidad frente a la erosión, socavación e inundaciones. En situaciones de tsunamis, puede actuar como vía de penetración de la ola hacia el interior, incrementando la zona de afectación.

Figura N°3: Cauce Fluvial (C-fl)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Llanura Aluvial (LL-aly):**

Son superficies planas o ligeramente inclinadas formadas por acumulación de sedimentos finos (limos, arenas y arcillas) depositados por eventos fluviales repetitivos. Se localizan adyacentes al cauce del río y representan antiguas zonas de inundación natural. Esta unidad abarca una superficie aproximada de 29.69 hectáreas, lo que equivale al 5.4% del área total del estudio.

En esta unidad se superponen parcialmente diversos asentamientos como PROMUVI X (3.93 ha), Trabajadores en la Educación Barrio I (2.11 ha) y Urb. Luis E. Valcárcel ENACE (1.59 ha). Otras urbanizaciones con presencia reducida en esta unidad son César Vallejo (0.90 ha) y algunas áreas públicas y municipales (0.73 ha). Finalmente, se observan ocupaciones marginales en urbanizaciones como la Urb. John F. Kennedy (0.07 ha), cuya presencia sobre esta unidad es prácticamente simbólica.

Tienen una alta capacidad de retención hídrica, pero presentan problemas geotécnicos como baja capacidad portante y susceptibilidad a la licuación en presencia de sismos.

Figura N°4: Llanura Aluvial (LL-alv)



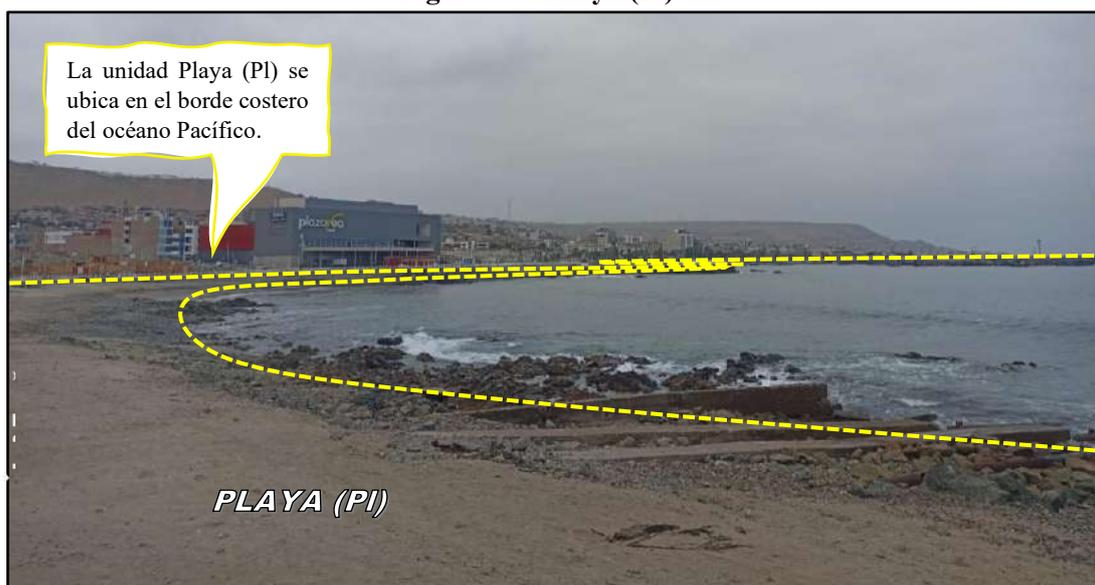
Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Playa (PI):**

Unidad costera caracterizada por la acumulación de sedimentos arenosos y/o gravas, modelada por la dinámica marina. Presenta un relieve plano a suavemente inclinado, en contacto directo con el océano. Su morfología está en constante cambio debido a los procesos de erosión, transporte y sedimentación por acción del oleaje y las mareas. Esta unidad abarca una superficie aproximada de 21.08 hectáreas, lo que equivale al 3.8% del área total del estudio.

Estas áreas son las primeras en ser impactadas en eventos de tsunami, por lo que constituyen zonas de altísima vulnerabilidad.

Figura N°5: Playa (PI)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Terraza Aluvial (T-al):**

Formaciones escalonadas de origen fluvial ubicadas por encima del cauce activo, conformadas por antiguos depósitos de aluvión estabilizados. Estas terrazas presentan materiales relativamente sueltos, con una topografía plana o levemente inclinada. Esta unidad abarca una superficie aproximada de 180.97 hectáreas, lo que equivale al 32.8% del área total del estudio, donde se superponen diversas urbanizaciones. Entre las urbanizaciones con mayor extensión sobre esta unidad destaca la Urb. Miramar, con 54.06 hectáreas, que constituye la principal concentración urbana en esta formación. Le siguen UPIS Alto Ilo Zona Sur (20.75 ha) y UPIS Alto Ilo Zona Norte (20.54 ha), ambas con configuraciones urbanas de alta densidad. También se encuentran urbanizaciones consolidadas como John F. Kennedy (17.51 ha) y Bello Horizonte (8.49 ha), con infraestructura urbana establecida.

Un segundo grupo está conformado por urbanizaciones de menor escala, pero con presencia significativa, como Cuartel Tarapacá (5.42 ha), P.P.JJ. Miguel Grau (5.32 ha), Nueva Esperanza (5.26 ha), 18 de Mayo (4.58 ha) y PROMUVI IX (4.48 ha), todas con uso habitacional y diferentes grados de consolidación urbana. A este grupo se suman otras urbanizaciones con superficies que oscilan entre 2.7 y 3.3 hectáreas, como Bello Horizonte II, César Vallejo, ENAPU-Perú, Santa Cruz, Habilitación Industrial Bello Horizonte y las Asociaciones Rurales, que cumplen funciones residenciales y complementarias dentro del tejido urbano.

Finalmente, se identifican urb. de menor extensión como Santa Rosa, Monterrico, Urb. Ilo, San Gerónimo, 20 de Diciembre, Magisterial, Aduaneros, Costa Azul, Centro Urbano I, Nylon San Pedro y Garibaldi, cuyas superficies no superan las 2 hectáreas.

En el área de estudio, las terrazas aluviales están parcialmente urbanizadas, lo que implica un riesgo medio frente a eventos tsunámicos, dependiendo de la altitud y distancia al mar.

Figura N°6: Terraza Aluvial (T-al)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Figura N°7: Terraza Aluvial (T-al)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Terraza Marina (T-m):**

Unidades planas elevadas originadas por la acción marina en períodos geológicos pasados, cuando el nivel del mar se encontraba en niveles superiores al actual. Están conformadas por sedimentos marinos cementados o no, y son comunes en sectores costeros del sur peruano. Esta unidad abarca una superficie aproximada de 242.86 hectáreas, lo que equivale al 44.0% del área total del estudio, constituyéndose así en la unidad predominante dentro del ámbito de análisis, tal como se muestra en la Figura N°4.

Sobre esta unidad se asienta una parte considerable del área urbana de la ciudad de Ilo, combinando zonas residenciales, industriales, administrativas e institucionales. Entre los espacios urbanos más significativos destaca la presencia de la empresa Southern Peru Copper Corporation y el Terminal Marítimo ENAPU, que juntos abarcan 54.55 hectáreas y constituyen un nodo estratégico para la actividad portuaria e industrial de la región. A ellos se suman zonas urbanas de relevancia como el Centro Urbano I (25.86 ha), Villa del Mar (20.20 ha), la Urbanización Garibaldi (15.94 ha) y el Cuartel Tarapacá (13.33 ha), este último de uso militar. También se encuentran asentamientos como la Urb. Gherzi (12.77 ha) y predios de uso institucional, entre ellos los pertenecientes a la Municipalidad, Petroperú y otras áreas públicas (9.57 ha). Urbanizaciones de densidad media como Costa Azul, Pueblo Joven San Gerónimo, Centro Urbano II, Urbanización Ilo, Nylon San Pedro y la Asociación 7 de Mayo ocupan superficies de entre 4 y 8 hectáreas. Estas zonas se distribuyen de manera continua sobre la unidad, cumpliendo funciones residenciales, recreativas y administrativas, y consolidando una franja urbana costera diversa.

Asimismo, se identifican áreas de valor público y social como el Malecón Costero Miramar, la Urbanización Marítimos, la Urbanización Miramar y varios espacios educativos, todos ellos con una presencia significativa sobre esta formación.

Finalmente, el mosaico urbano se completa con urbanizaciones de menor superficie, entre las que se encuentran Túpac Amaru, Santa Rosa, Barrio Meylan, Magisterial, Urb. Huascar, Aduaneros, Ex Pesca Perú, 20 de Diciembre, Urbanización Municipal y Monterrico, todas con áreas inferiores a las 2 hectáreas.

Figura N°8: Terraza Marina (T-m)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Figura N°9: Terraza Marina (T-m)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Terraza Fluvial (T-pl):**

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por presentar pendientes suaves, menores al 5°, son geoformas planas o suavemente inclinadas formadas por procesos antiguos de sedimentación fluvial, que han quedado elevados respecto al cauce actual del río.

Esta unidad ocupa una superficie aproximada de 15.77 hectáreas, equivalente al 2.9% del área total de estudio, y se localiza en ambos márgenes del río Osmore.

Esta unidad está conformada por depósitos estratificados de gravas cementadas con matriz arcillosa, arenas y limos, sobre los cuales se desarrollan suelos con bajo grado de consolidación. Sobre esta unidad se asientan parcialmente algunas manzanas pertenecientes a Asociaciones Rurales (6.87 ha) y en menor ocupación PP.JJ. San Gerónimo (0.68 ha) y Urb. Gheresi (0.31 ha).

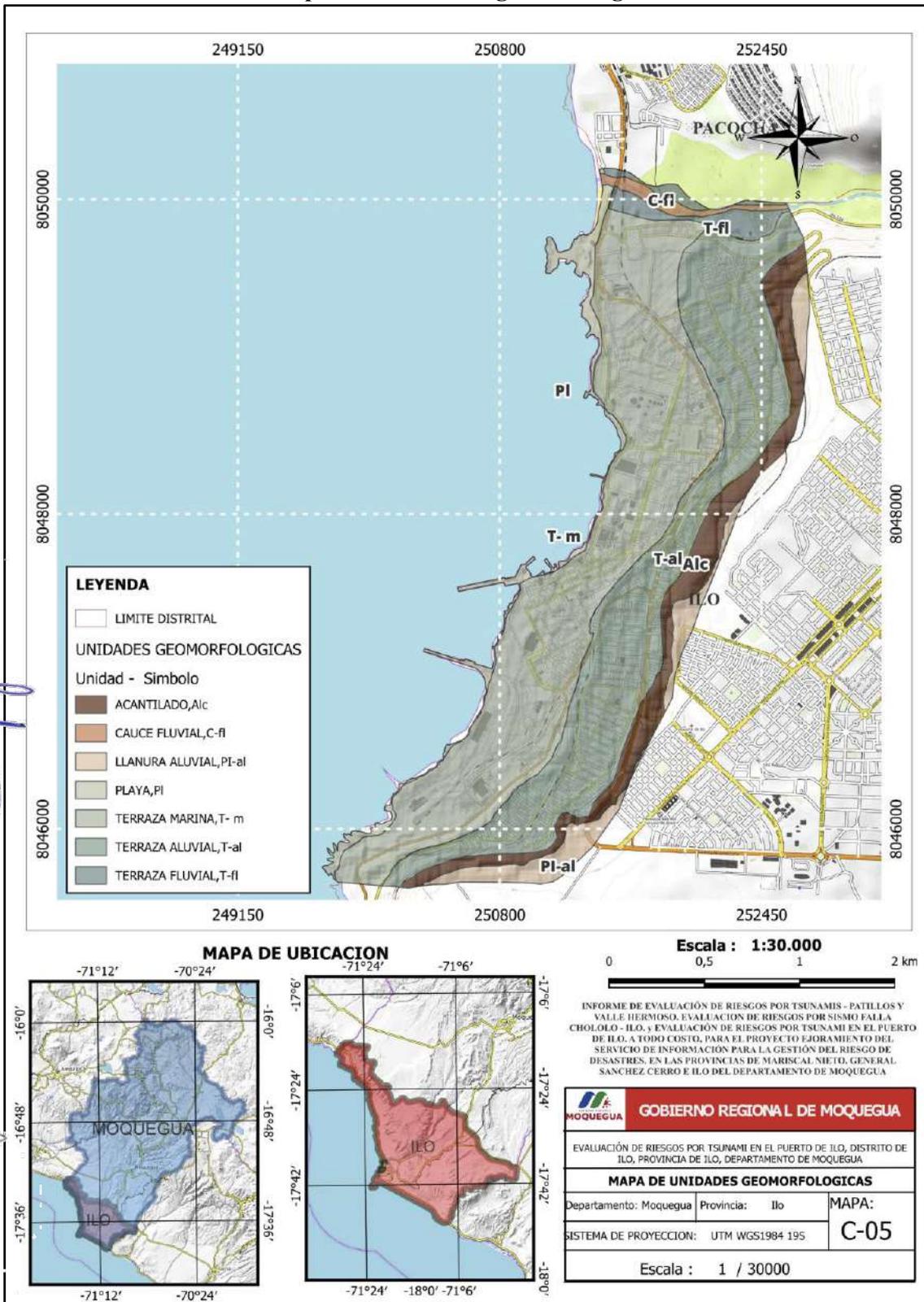
Esta unidad es susceptible a erosión hídrica, licuación de suelos en eventos sísmicos y anegamientos en situaciones de crecida extraordinaria del río. Su origen y morfología permiten inferir cambios pasados en la dinámica fluvial y tectónica local.

Figura N°10: Terraza fluvial (T_pl)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Mapa N°3: Unidades geomorfológicas



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2.2. Geología

La geología es la ciencia encargada del estudio de la Tierra, su origen, evolución y estructura, así como de los materiales que la conforman y los procesos internos y externos que han actuado sobre su superficie a lo largo del tiempo geológico. A través de esta disciplina, se analiza la configuración del subsuelo, la distribución de las formaciones rocosas y los eventos geodinámicos que han modelado el paisaje actual.

En el ámbito del distrito de Ilo, la geología local está caracterizada por una combinación de depósitos cuaternarios y formaciones sedimentarias más antiguas, influenciadas por procesos tectónicos asociados a la convergencia de la placa de Nazca con la placa Sudamericana. Esta interacción ha dado lugar a la deformación de los estratos, la presencia de fracturas y fallas activas, y la acumulación de sedimentos marinos y continentales en las zonas bajas.

2.2.2.1. Geología regional

El contexto geológico regional es esencial para interpretar los procesos y eventos geodinámicos de gran escala que han ocurrido a lo largo del tiempo geológico. Para este análisis, se ha empleado la cartografía geológica desarrollada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 1979), a una escala de 1:50,000. De acuerdo con esta información, en la región afloran unidades litológicas que abarcan desde el Jurásico (aproximadamente 145 millones de años) hasta depósitos del Cuaternario reciente, lo que refleja una evolución tectónica y volcánica compleja y prolongada.

a) Geología histórica

Desde el punto de vista estratigráfico, el área de estudio presenta una complejidad estructural y volcánica significativa, que ha sido cartografiada con mayor precisión gracias a los avances en el conocimiento geológico de la región sur del Perú.

Las unidades más antiguas corresponden al Jurásico superior, representadas por la Formación Guaneros. A esta le siguen unidades del Cretácico-Paleógeno, como el Grupo Toquepala, y del Paleógeno, como las Formaciones Sotillo y Moquegua. Finalmente, se identifican unidades del Neógeno, incluyendo las Formaciones Huaylillas, Capillune, Millo y el Grupo Barroso, las cuales evidencian actividad volcánica significativa.

Estructuralmente, el cuadrángulo donde se ubica el área de estudio está dividido en dos dominios tectónicos principales:

- ❖ **Dominio Occidental (Cuenca Moquegua):** corresponde a una depresión rellena por depósitos sedimentarios continentales.
- ❖ **Dominio Oriental:** caracterizado por una serie de secuencias volcanoclásticas e intrusivos menores asociados a la evolución tectónica andina (INGEMMET, 1979; Bellido Bravo, 1979).

b) Geología estructural

La estructura geológica del área está controlada por el sistema de fallas Incapuquio, una megaestructura transcurrente con componente sinistral, que ha generado fallas secundarias

transversales y alineamientos estructurales con orientación predominante noreste-suroeste (NE-SO).

Entre las principales fallas que afectan el área de estudio destacan:

- ❖ **Falla Pampa Trapiche:** Ubicada a aproximadamente 5.75 km al este de la ciudad de Moquegua, forma parte del sistema de fallas Toquepala-Incapuquio. Se manifiesta en el terreno como escarpes discontinuos en roca y depósitos aluviales, con una altura aproximada de 4 metros y rumbo NE-SO (Noller, 1993).
- ❖ **Falla Chololo:** Situada a unos 23 km al sur de la ciudad de Moquegua. Perteneció al sistema de fallas costeras del antearco meridional y tiene una extensión aproximada de 50 km. Se extiende desde Punta de Coles hasta el valle de Moquegua, afectando depósitos cuaternarios recientes del Holoceno. Además, modifica sistemas de drenaje y presenta evidencia de movimiento transcurrente sinistral (Noller et al., 1993).
- ❖ **Falla Oeste del río Moquegua:** Ubicada a 23.6 km al suroeste de la ciudad de Moquegua. Tiene una longitud de 10 km y rumbo aproximadamente este-oeste (EO), con una inclinación leve hacia el sur. Muestra importantes evidencias de erosión asociadas a su actividad tectónica (Fenton et al., 1995).

Estas estructuras activas representan elementos condicionantes relevantes en la evaluación de peligros geológicos y riesgos asociados en el área de estudio.

El área de estudio se encuentra en un dominio de fallas y alineamientos: a) Falla Pampa Trapiche, b) Falla Micalaco, c) Falla Toquepala, d) Falla Purgatorio, e) Falla Chololo y f) Falla oeste del río Moquegua. (Imagen Google earth).

Figura N°11: Fallas y alineamientos del área de estudio



Fuente: Google Earth.

2.2.2.2. Geología local

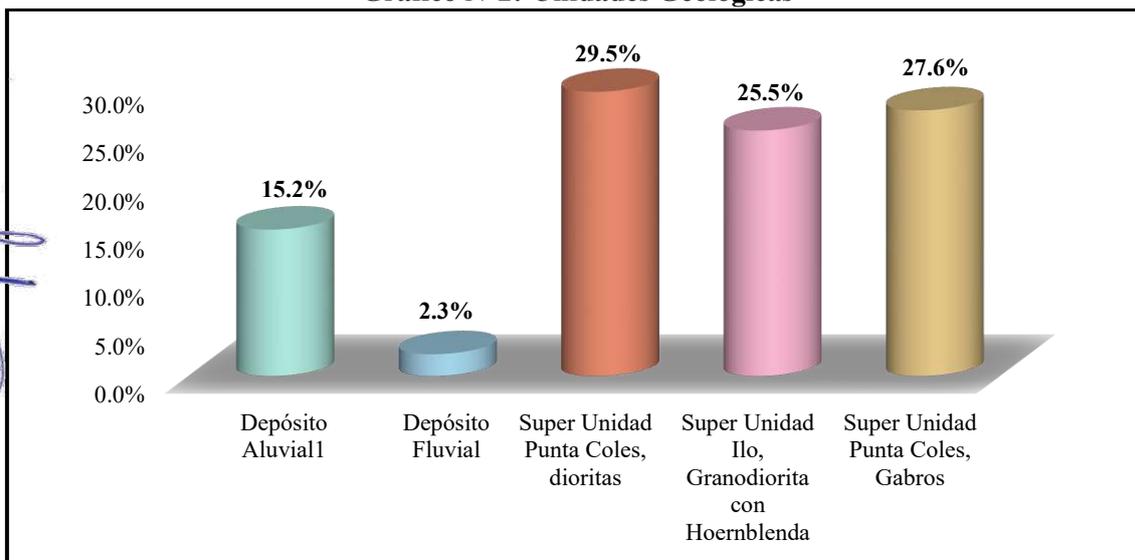
En el área de estudio, que incluye los sectores aledaños al Puerto de Ilo, se han reconocido varias unidades geológicas. Se tomo como base de referencia el Cuadrángulo geológico de Ilo (Hoja 36t-IV) del INGEMMET. A continuación, se presenta una descripción de las principales unidades geológicas que conforman esta zona:

Cuadro N°3: Unidades Geológicas

Unidades Geológica	Simb.	Área (ha)	Porcentaje (%)
Depósito Aluvial1	Qh-al1	83.83	15.2%
Depósito Fluvial	Qh-fl	12.52	2.3%
Super Unidad Punta Coles, dioritas	Jim-pc/di	162.68	29.5%
Super Unidad Ilo, Granodiorita con Hoerblendita	Ki-il/gd-h	140.51	25.5%
Super Unidad Punta Coles, Gabros	Jim-pc/gb	152.09	27.6%
Total		551.61	100.0%

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

Gráfico N°2: Unidades Geológicas



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

❖ Depósito Aluvial 1 (Qh-al1):

Esta unidad corresponde a depósitos cuaternarios recientes de origen aluvial formados como resultado de la acción erosiva de las quebradas, que arrastran sedimentos aguas abajo y los depositan en zonas con menor pendiente, como terrazas aluviales. Está compuesta principalmente por materiales poco consolidados como bloques sub-redondeados, gravas y arenas limo-arcillosas, de color gris parduzco. Estos depósitos se localizan principalmente en las terrazas aluviales del casco urbano central de Ilo, alcanzando espesores menores a 80 cm.

La unidad geológica Depósito Aluvial 1 ocupa una superficie aproximada de 83.83 hectáreas, lo que equivale al 15.2% del área de estudio. Entre las urbanizaciones que destacan en esta unidad se encuentran la empresa minero-metalúrgica Southern Peru Cooper Corporation y el

Terminal Marítimo ENAPU (35.19 ha), sobre planicies de baja altitud y alta exposición. Le sigue el Centro Urbano I (23.88 ha), núcleo residencial y administrativo, también vulnerable por su localización en Qh-a11. Otras áreas como Centro Urbano II (6.64 ha), Nylon San Pedro (4.79 ha) y Urb. Marítimos (3.17 ha) comparten las mismas condiciones litológicas. Además, sectores menores como las áreas públicas educativas (1.45 ha), Huáscar, Monterrico, Municipal, Meylan y John F. Kennedy presentan vulnerabilidad moderada a alta, en función de su proximidad al litoral y a zonas de acumulación de energía hidráulica.

Figura N°12: Depósito Aluvial 1 (Qh-a11)



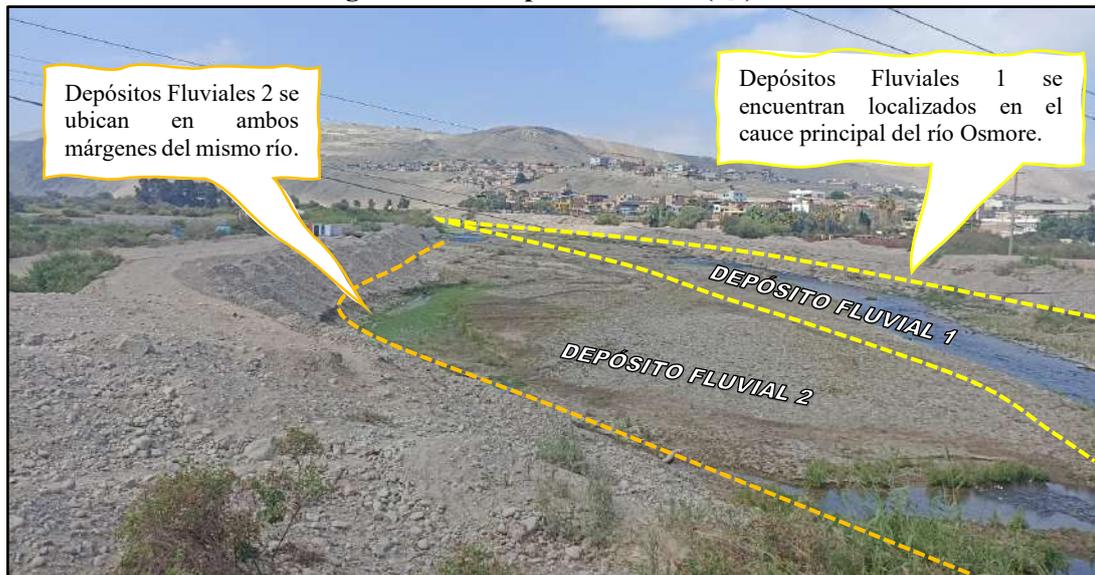
Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Depósito Fluvial (Qh-fl):**

Corresponden a materiales originados por procesos de meteorización y/o erosión de formaciones rocosas preexistentes, que han sido transportados por corrientes de agua permanente y finalmente depositados en los cauces de los ríos presentes en la zona de estudio. Están compuestos principalmente por gravas redondeadas y arenas de grano medio a grueso, presentan baja cohesión (poco compactas) y pueden ser fácilmente removibles. Se distribuyen a lo largo del cauce del río Osmore, así como en ambos márgenes de este.

En cuanto a su extensión, esta unidad geológica ocupa una superficie aproximada de 12.52 hectáreas, lo que representa alrededor del 2.3 % del área total del estudio. Entre las zonas destacadas se encuentra la Urbanización Gherse, ubicada en el sector Boca del Río e incluyendo áreas como el Hotel Ilo y la Villa Militar, con una extensión de 0.732 ha, asentada en zonas bajas cercanas al borde costero. Su localización sobre una planicie de acumulación fluvial y su proximidad al mar la sitúan en condición de alta exposición. Asimismo, otras áreas presentes sobre esta unidad geológica son las Asociaciones Rurales (0.064 ha) y el Pueblo Joven San Gerónimo (0.013 ha), aunque estas ocupan una superficie menor.

Figura N°13: Depósito Fluvial (Qf)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Super Unidad Punta Coles – Dioritas (Jim-pc/di):**

La Super unidad Punta Coles – Dioritas es una unidad litológica consolidada de origen intrusivo perteneciente al Batolito Costanero, conformada principalmente por rocas de tipo diorítico, de textura granular intermedia, compuestas mayormente por plagioclasas y hornblenda, acompañadas por la intrusión de diques de andesitas y dacitas. Estas formaciones afloran en las inmediaciones de la línea de costa. También se han identificado afloramientos en el Pueblo Joven Miguel Grau y en algunos sectores cercanos al cauce del río Osmore.

Esta unidad geológica ocupa una superficie aproximada de 162.68 hectáreas, lo que representa el 29.5 % del área total de estudio. Sin embargo, entre las urbanizaciones más representativas se encuentra la Urbanización John F. Kennedy, que abarca 23.23 hectáreas y constituye la zona urbana más extensa asentada sobre esta unidad. Le sigue la Urbanización Miramar, con 22.77 hectáreas, ubicada próxima al litoral y vinculada a espacios públicos de recreación costera, como el Malecón Costero Miramar, que abarca 3.04 hectáreas. La Urbanización Garibaldi, con 13.73 hectáreas, presenta un uso predominantemente residencial, complementado con comercio vecinal.

Asimismo, se encuentra la UPIS Alto Ilo Zona Norte, que comprende los barrios Arenal y San Pedro, con una superficie conjunta de 12.44 hectáreas. Otras urbanizaciones significativas asentadas sobre esta unidad geológica son las Asociaciones Rurales (8.17 ha), de ocupación semiurbana. También destacan César Vallejo (6.58 ha), P.J. Miguel Grau (5.85 ha), Villa del Mar (5.54 ha), Urb. Ilo (5.32 ha) y PROMUVI IX (4.34 ha), todas ellas con una configuración urbana definida y en proceso de consolidación creciente.

Finalmente, aunque con superficies menores, otras urbanizaciones también se asientan sobre esta unidad, aportando diversidad funcional y contribuyendo a la complejidad del paisaje urbano en el área de estudio.

Figura N°14: Super Unidad Punta Coles – Dioritas (Jim-pc1-di)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Figura N°15: Super Unidad Punta Coles – Dioritas (Jim-pc1-di)



Fuente: Instituto Geofísico del Perú – IGP.

❖ **Super Unidad Ilo – Granodiorita con hornblenda (Ki-il/gd-h):**

Esta unidad geológica corresponde al Cretácico y está representada principalmente por granodioritas con presencia de hornblenda, y en algunos sectores, por dioritas. Estas litologías afloran en el margen izquierdo del río Osmore y forman parte del conocido Batolito de Ilo, ubicado en la región Moquegua, caracterizado por la predominancia de rocas intrusivas de composición tonalítica y granodiorítica.

La unidad ocupa una superficie aproximada de 140.51 hectáreas, lo que representa el 25.5% del total del área de estudio. Sobre esta formación geológica se asientan diversas

urbanizaciones, varias de ellas de considerable extensión y relevancia dentro del tejido urbano de Ilo. Entre las urbanizaciones más destacadas se encuentra la Urbanización Miramar, con 41.82 hectáreas, que se extiende desde zonas residenciales hasta el borde costero, integrando espacios públicos y áreas turísticas. Asimismo, se encuentran el Cuartel Tarapacá (16.16 ha), seguido por Villa del Mar (14.66 ha) y la Urb. Gheri (9.01 ha), esta última localizada en el sector Boca del Río.

Del mismo modo, otras zonas con presencia significativa sobre esta unidad son el Pueblo Joven San Gerónimo (8.94 ha), las áreas institucionales y públicas (Municipalidad, Petroperú, Promuvi X), así como asociaciones residenciales como 7 de Mayo, con áreas que oscilan entre 3 y 7 hectáreas, todas ellas asentadas sobre la misma formación geológica.

Figura N°16: Super Unidad Ilo (Ki-i1-gd)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Figura N°17: Super Unidad Ilo (Ki-i1-gd)



Fuente: Instituto Geofísico del Perú – IGP.

❖ **Super Unidad Punta Coles – Gabros (Jim-pc/gb):**

Esta unidad geológica está constituida por gabros de textura gruesa, compuestas por plagioclasas, hornblenda y en menor proporción piroxenos, que forman parte del Batolito Costanero y que afloran tanto en el margen derecho como en el izquierdo del río Osmore, así como en el extremo sur del distrito de Ilo. En estos sectores, las rocas se presentan alteradas, fracturadas y muestran vetas con material calcáreo y yeso, lo que evidencia procesos de deformación y mineralización secundaria.

La unidad abarca una superficie aproximada de 152.09 hectáreas, lo que equivale al 27.6% del área total de estudio. Sobre esta formación se han asentado, en su mayoría, urbanizaciones de tipo popular, zonas industriales y sectores en proceso de consolidación urbana. La urbanización más extensa ubicada sobre esta unidad es UPIS Alto Ilo Zona Sur, que comprende los barrios Nylon y Chalaca, con un total de 20.44 hectáreas.

En segundo lugar, se encuentra un importante enclave industrial conformado por las instalaciones de la empresa Southern Peru Copper Corporation y el Terminal Marítimo ENAPU, con una extensión de 19.35 hectáreas, ambos espacios de gran relevancia económica y logística para la ciudad. Otras zonas urbanas significativas asentadas sobre esta unidad son Costa Azul (8.64 ha), Bello Horizonte (8.49 ha) y UPIS Alto Ilo Zona Norte (8.10 ha), que presentan configuraciones urbanas mixtas y se encuentran en pleno proceso de expansión y consolidación.

En cuanto a sectores de extensión intermedia, se identifican urbanizaciones como Habilitación Industrial Bello Horizonte (6.37 ha), Nueva Esperanza (6.11 ha), 18 de Mayo (4.58 ha), Santa Rosa (3.47 ha), Bello Horizonte II (3.36 ha), la Asociación Pro-Vivienda ENAPU-Perú (3.28 ha) y Santa Cruz (3.03 ha), todos con diferentes niveles de formalización, consolidación urbana y servicios básicos, reflejando la dinámica reciente del crecimiento urbano.

Finalmente, también se incluyen urbanizaciones de menor superficie como Trabajadores en la educación Barrio I (2.106 ha), Nylon San Pedro (1.93 ha), 20 de Diciembre (1.22 ha), Monterrico (1.08 ha), y microáreas como Urbanización Marítimos, con apenas 0.02 hectáreas. Aunque de escasa extensión, estas áreas forman parte del tejido urbano periférico, evidenciando procesos de ocupación dispersa y destacando la necesidad de planificación territorial y ordenamiento urbano en las zonas de borde.

Figura N°18: Super Unidad Punta Coles – Gabros (Jim-pc/gb)



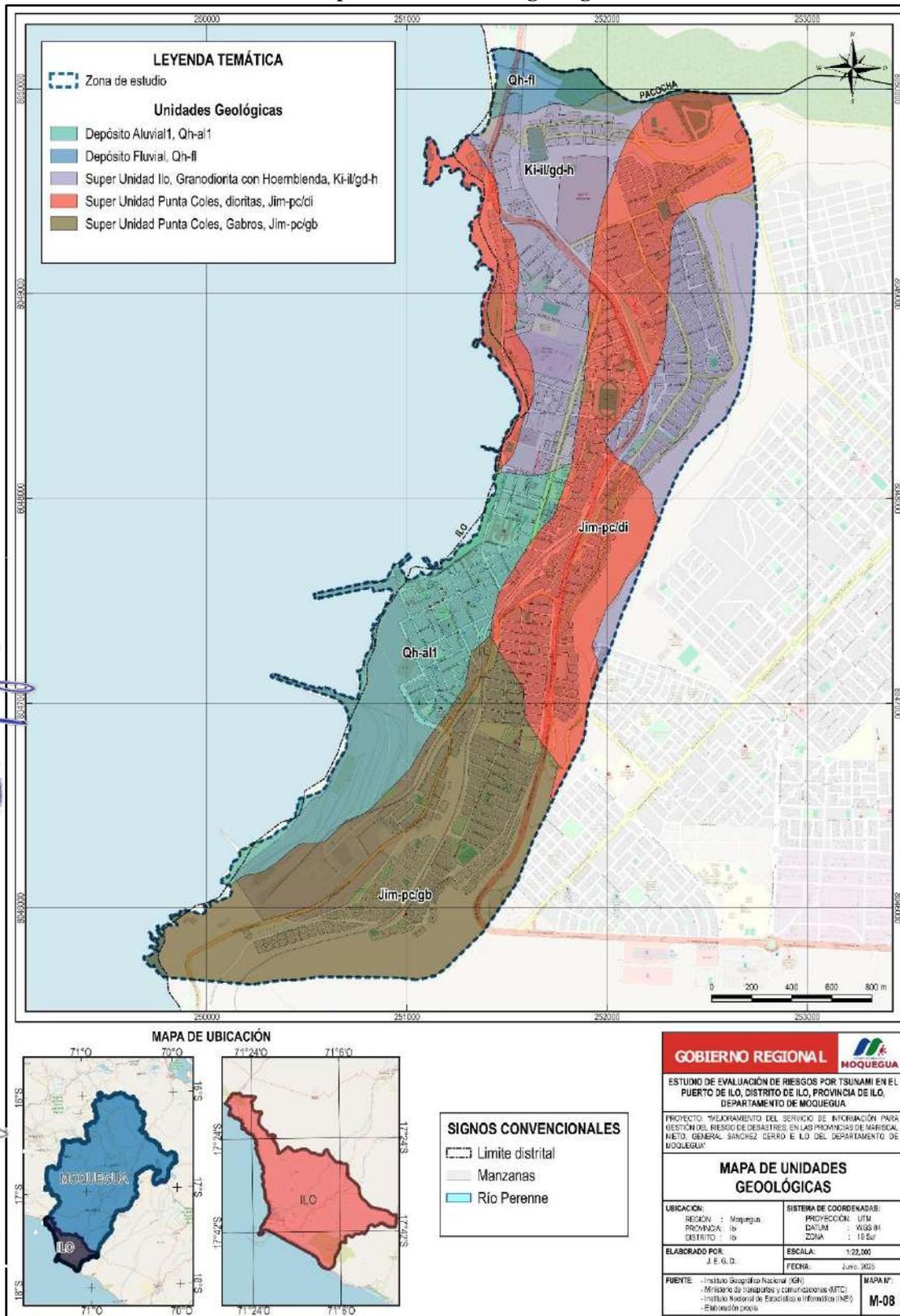
Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Figura N°19: Super Unidad Punta Coles – Gabros (Jim-pc1-gb)



Fuente: Instituto Geofísico del Perú – IGP.

Mapa N°4: Unidades geológicas



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2.3. Pendientes

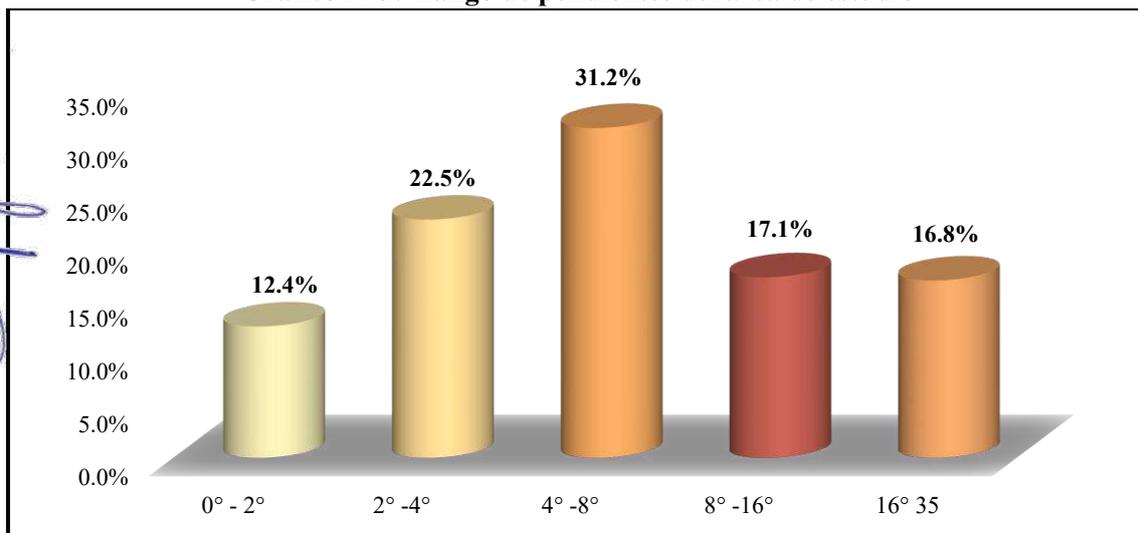
La pendiente, como característica geomorfológica del terreno, desempeña un papel crucial en la dinámica de inundación provocada por un tsunami. En zonas con pendientes suaves o terrenos planos, el agua tiende a acumularse debido a la limitada capacidad de escurrimiento superficial. Asimismo, la velocidad de infiltración dependerá de la permeabilidad de los materiales geológicos presentes en el área. En este sentido, a menor inclinación del terreno, mayor será el riesgo de inundación. A continuación, se presentan las características de pendiente del área de estudio:

Cuadro N°4: Rango de pendientes del área de estudio

Pendiente	Características	Área (ha)	Porcentaje (%)
0° - 2°	Planicie	68.53	12.4%
2° -4°	Pendiente muy baja con peligro de erosión	124.28	22.5%
4° -8°	Pendiente baja con peligro severo de erosión	172.06	31.2%
8° -16°	Pendiente moderada, Deslizamientos ocasionales	94.21	17.1%
16° 35	Pendiente fuerte con presencia de deslizamiento	92.54	16.8%
Total		551.61	100.0%

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

Gráfico N°3: Rango de pendientes del área de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

❖ Planicie, sin denudación apreciable (0-2°):

Las Planicies ocupan 68.53 hectáreas (12.4% del área de estudio total), constituyendo el rango de menor extensión, pero de mayor importancia estratégica por albergar las principales instalaciones portuarias y áreas urbanas consolidadas de Ilo. Se distribuyen principalmente en la franja costera inmediata y en sectores de terraza marina de cota baja. Morfológicamente se caracterizan por presentar superficies sub-horizontales con pendientes menores a 2°, desarrolladas sobre depósitos marinos recientes, playas consolidadas y áreas de relleno antrópico. Estas condiciones topográficas favorecen tanto el desarrollo de infraestructura como la acumulación de sedimentos transportados por procesos marinos y fluviales. Es así como en este rango se ubica parcialmente la empresa Southern Perú Cooper Corporation y el Terminal Marítimo ENAPU con 15.94 ha; además de otras agrupaciones urbanas como la Urb.

Villa del Mar (19.63 ha), el Centro Urbano I (17.30 ha), Garibaldi (15.43 ha) y Miramar (14.33 ha).

Asimismo, otras urbanizaciones con pendientes suaves y considerable extensión, como Urb. Ghersi (13.08 ha), Cuartel Tarapacá (12.68 ha), Municipalidad, Petroperú y áreas públicas (9.57 ha), y Pueblo Joven San Gerónimo (7.53 ha), presentan alta susceptibilidad a inundación por tsunami, nulo escurrimiento superficial. Riesgo por acumulación de agua y limitada capacidad de evacuación natural.

Figura N°20: Pendientes de 0°-2°



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Pendiente muy baja, peligro de erosión (2°-4°):**

Las zonas con pendientes muy bajas abarcan un total de 124.28 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 22.5% del total, siendo así el segundo rango de mayor extensión dentro del área de estudio. Estas áreas se ubican principalmente en las terrazas marinas y en las zonas de transición hacia las planicies costeras, conformando terrenos suavemente inclinados que favorecen el asentamiento urbano, el desarrollo de infraestructura y las actividades portuarias características del Puerto de Ilo.

Figura N°21: Pendientes de 2°-4°



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Pendiente baja, peligro severo de erosión (4°-8°):**

El rango de pendientes bajas es el que mayor superficie ocupa dentro del área de estudio, alcanzando aproximadamente 172.06 hectáreas, lo que representa un 31.2% del total evaluado. Estas zonas se distribuyen principalmente en los sectores de transición, ubicados entre las superficies planas de la franja costera y las áreas de mayor elevación hacia el interior del territorio. Son sectores ampliamente urbanizados. Su morfología favorece el asentamiento urbano, la construcción de infraestructura y el transporte, siendo las áreas de menor susceptibilidad a movimientos en masa, aunque pueden ser vulnerables a licuación de suelos o fenómenos de asentamiento diferencial en caso de sismos. Dentro de estas zonas destacan principalmente grandes extensiones urbanizadas como U.P.I.S Miramar (23.70 ha), Southern Perú Copper Corporation con el Terminal Marítimo ENAPU (19.06 ha), que integran usos residenciales, industriales y logísticos. También sobresalen Centro Urbano I (16.01 ha), U.P.I.S. Alto Ilo Zona Sur (15.25 ha) y U.P.I.S. Alto Ilo Zona Norte (13.39 ha) urbanizaciones populares en expansión y con tramas urbanas organizadas.

Figura N°22: Pendientes de 4°-8°



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro severo de erosión (8°-16°):**

Las Pendientes Moderadas abarcan 94.21 hectáreas (17.1% del área total) y se localizan principalmente en los sectores de mayor relieve relativo, correspondientes a los flancos de colinas y lomadas desarrolladas sobre formaciones geológicas consolidadas y depósitos cuaternarios antiguos.

Figura N°23: Pendientes de 8°-16°



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Pendiente fuerte con presencia de deslizamientos (16°-35°):**

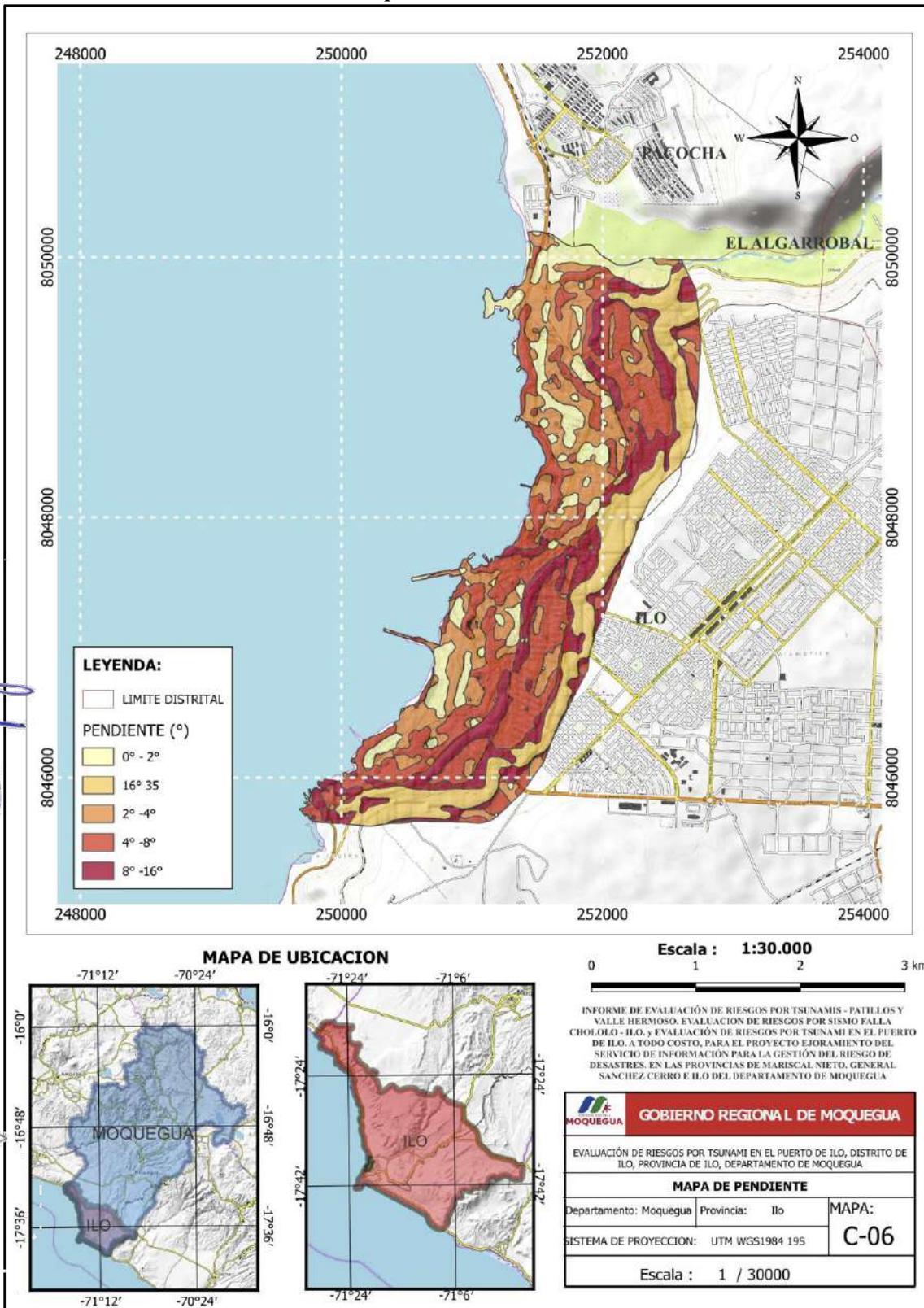
Las Pendientes Fuertes ocupan 92.54 hectáreas (16.8% del área total), localizándose en los sectores de mayor energía del relieve, correspondientes a laderas de cerros, escarpes erosivos y frentes de acantilados consolidados, constituyendo sectores críticos ante eventos sísmicos o ante la llegada de un tsunami, pues la energía del impacto podría desencadenar colapsos o movimientos en masa en estas áreas. Estas zonas se han convertido en áreas de expansión urbana hacia el este y sur del núcleo urbano de Ilo.

Figura N°24: Pendientes de 16°-35°



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Mapa N°5: Pendientes



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2.4. Altitudes

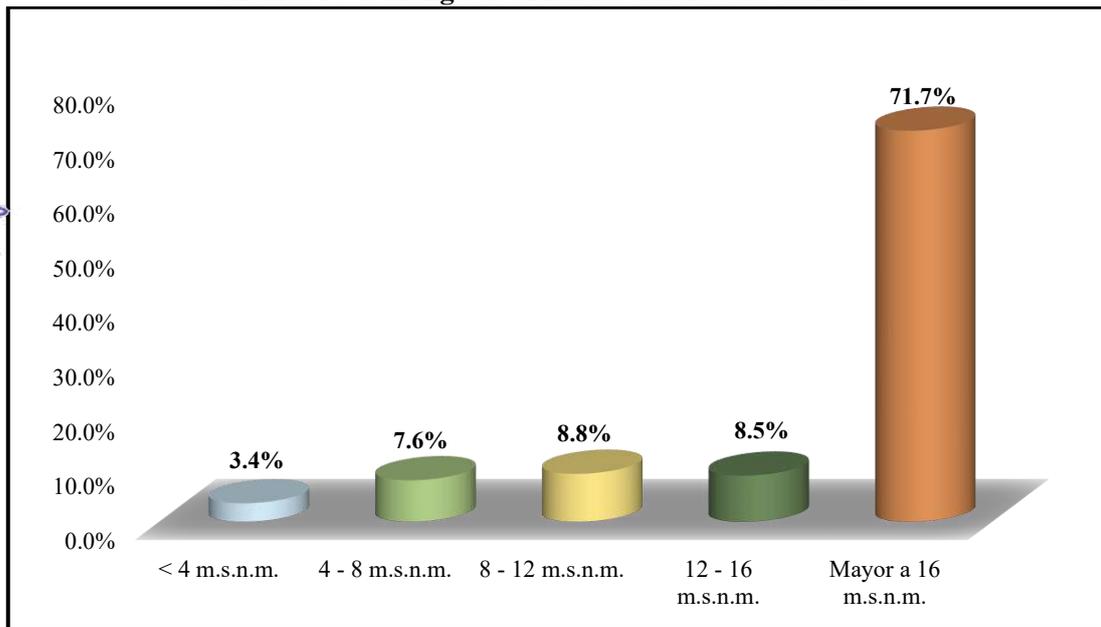
El territorio del distrito de Ilo presenta una marcada variabilidad altitudinal que responde a su proximidad con la costa y la configuración geomorfológica local. La franja litoral, adyacente al Océano Pacífico, se caracteriza por altitudes muy bajas, entre 0 y 16 metros sobre el nivel del mar. Esta zona corresponde a una planicie costera, típicamente sedimentaria, susceptible a procesos de inundación y afectación por eventos marinos como tsunamis y marejadas.

Cuadro N°5: Rango de altitudes del área de estudio

Altitud	Área (ha)	Porcentaje (%)
< 4 m.s.n.m.	18.78	3.4%
4 - 8 m.s.n.m.	42.03	7.6%
8 - 12 m.s.n.m.	48.60	8.8%
12 - 16 m.s.n.m.	46.70	8.5%
Mayor a 16 m.s.n.m.	395.51	71.7%
Total	551.61	100.0%

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

Gráfico N°4: Rango de altitudes del área de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

❖ **Altitud menor a 4 m.s.n.m.:**

La franja altitudinal más baja, correspondiente a elevaciones menores a 4 metros sobre el nivel del mar, abarca 18.78 hectáreas, representando el 3.4% del área total de estudio. Esta zona comprende principalmente parte de las instalaciones portuarias, la línea de costa inmediata y las áreas más próximas al litoral marino. Su topografía plana y proximidad al mar las hace altamente vulnerables a la energía directa del oleaje y a una rápida inundación. Se recomienda evitar la ubicación de infraestructura crítica en esta franja y considerarla como zona de evacuación inmediata.

❖ **Altitud de 4 a 8 m.s.n.m.:**

El rango altitudinal de 4 a 8 metros sobre el nivel del mar ocupa 42.03 hectáreas, equivalente al 7.6% del área de estudio. Esta franja constituye una zona de transición entre el área portuaria propiamente dicha y las primeras elevaciones del terreno urbano, incluyendo parte de la infraestructura costera como la zona del malecón. Estas áreas pueden ser afectadas tanto por el flujo inicial como por los rebalses o reflujos del oleaje. Se recomienda establecer restricciones de uso del suelo para funciones residenciales y promover actividades de menor exposición.

❖ **Altitud de 8 a 12 m.s.n.m.:**

Las elevaciones comprendidas entre 8 y 12 metros sobre el nivel del mar abarcan 48.60 hectáreas, representando el 8.8% del área total. Esta zona típicamente incluye los inicios de los sectores del centro urbano de Ilo que se encuentran en las primeras terrazas o plataformas de elevación desde la costa. En este rango de altitudes se ubica la mayor extensión parcial del Southern Perú Copper Corporation y el Terminal Marítimo ENAPU con (16.55 ha),

Esta franja representa una zona de transición, donde la exposición al tsunami se reduce, pero no se descarta en escenarios de mayor magnitud o tsunamis generados por sismos muy cercanos a la costa. Las edificaciones en esta área deben considerar criterios de diseño sismorresistente y planes de evacuación hacia zonas más elevadas.

❖ **Altitud de 12 a 16 m.s.n.m.:**

El rango de 12 a 16 metros de altitud ocupa 46.70 hectáreas, correspondiente al 8.5% del área de estudio. Esta zona abarca sectores urbanos de elevación intermedia, representando áreas residenciales y comerciales que se sitúan en cotas de mayor seguridad relativa respecto a eventos de tsunami.

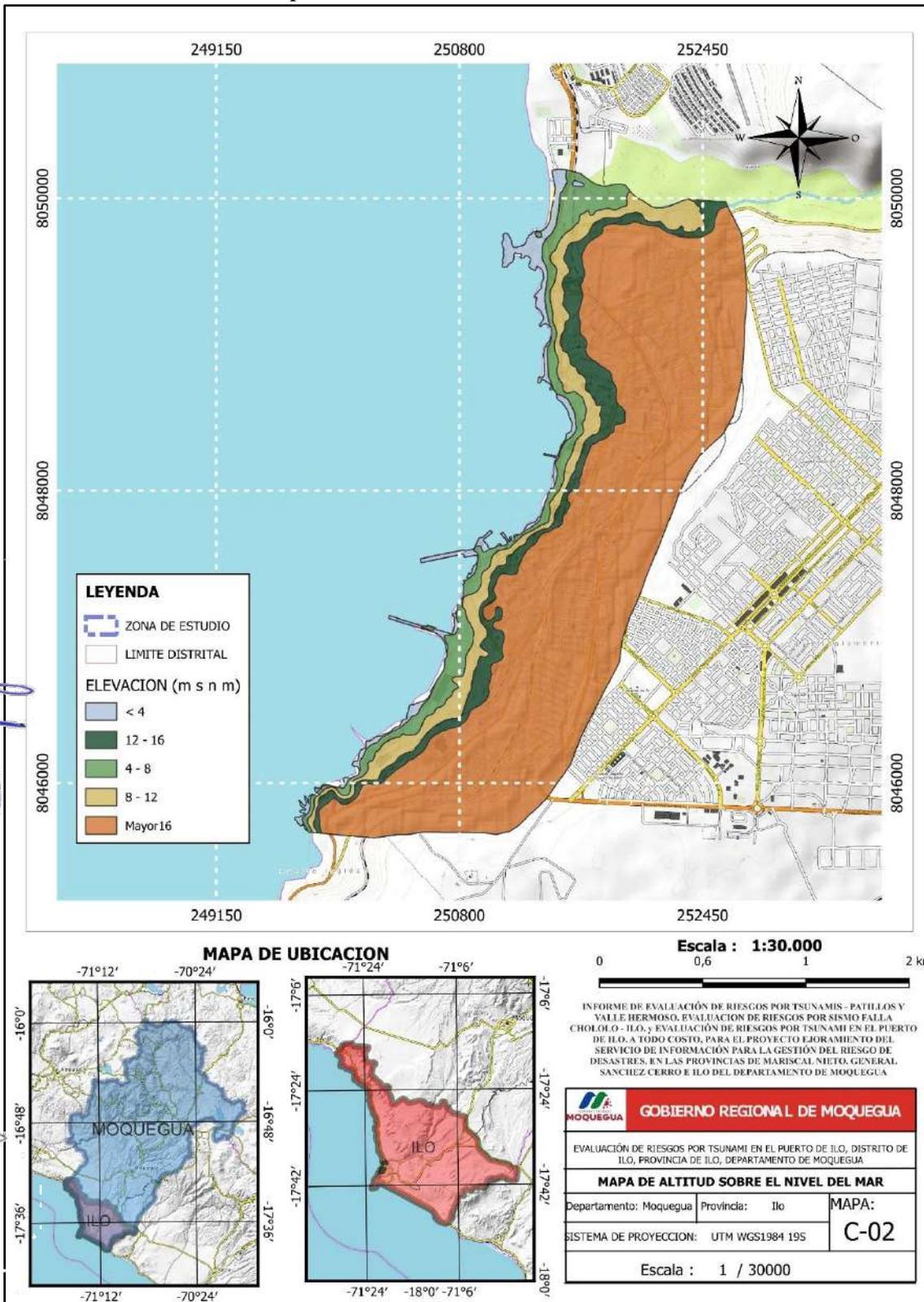
Son áreas con menor probabilidad de afectación directa, aunque podrían experimentar impactos indirectos como rebalses localizados, escurrimientos secundarios o congestión por evacuación masiva. Estas zonas pueden funcionar como corredores de evacuación o espacios de apoyo logístico ante emergencias.

❖ **Altitud mayor a 16 m.s.n.m.:**

La mayor parte del área de estudio, con 395.51 hectáreas que representan el 71.7% del total, se encuentra en elevaciones superiores a los 16 metros sobre el nivel del mar. Esta significativa proporción indica que el área de estudio se extiende considerablemente hacia el interior y hacia cotas más altas, incluyendo sectores urbanos, periurbanos y áreas de expansión que se ubican en las partes más elevadas del territorio local. En este rango de altitud se encuentran las mayores urbanizaciones de Ilo, como por ejemplo U.P.I.S. Miramar con 64.57 ha, U.P.I.S. John F. Kennedy con 23.07 ha, U.P.I.S. Alto Ilo Zona Sur con 20.90 ha y U.P.I.S. Alto Ilo Zona Norte con 20.61 ha.

Constituyen las zonas seguras del área de estudio. Ubicadas al este del distrito, estas áreas están fuera del alcance estimado de inundación incluso en los escenarios más severos simulados. Son apropiadas para establecer puntos de encuentro, albergues temporales y depósitos de ayuda humanitaria. Además, deben ser el destino prioritario en los planes de evacuación comunitarios.

Mapa N°6: Altitud sobre el nivel del mar



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2.5. Tsunami

2.2.5.1. Concepto de Tsunami

El término tsunami, proveniente del japonés y que significa “ola en el puerto”, se refiere a una serie de olas de gran energía que se generan principalmente por perturbaciones súbitas en el fondo marino, tales como terremotos, erupciones volcánicas o deslizamientos submarinos. Estos eventos causan un desplazamiento vertical de grandes volúmenes de agua, originando ondas que se propagan rápidamente en todas direcciones. Al acercarse a zonas costeras de menor profundidad, la velocidad de las olas disminuye, mientras que su altura se incrementa notablemente, lo que puede provocar inundaciones severas y daños estructurales importantes en las áreas impactadas (IGP, 2022).

En el caso del litoral peruano, la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú señala que, aunque los tsunamis suelen tener poca amplitud en aguas profundas y, por tanto, no causan daños significativos en alta mar, al llegar a la costa pueden volverse extremadamente peligrosos debido al aumento considerable de la altura de las olas y la energía liberada.

2.2.5.2. Características de un Tsunami

Los tsunamis presentan una serie de características particulares que los distinguen de otras olas marinas, entre las cuales destacan:



❖ **Longitud de onda:**

Los tsunamis originados por terremotos suelen tener longitudes de onda que varían entre 20 y 300 kilómetros. Por otro lado, los generados por deslizamientos submarinos o erupciones volcánicas pueden presentar longitudes de onda más cortas, que oscilan desde varios cientos de metros hasta decenas de kilómetros.

❖ **Período del tsunami:**

Este se refiere al intervalo de tiempo entre la llegada de dos crestas consecutivas de la ola. En el caso de los tsunamis, el período típicamente fluctúa entre 5 y 60 minutos. Este parámetro resulta fundamental para los sistemas de detección y alerta temprana, ya que ayuda a estimar el tiempo disponible para evacuar las zonas costeras.

❖ **Altura de inundación o altura del tsunami:**

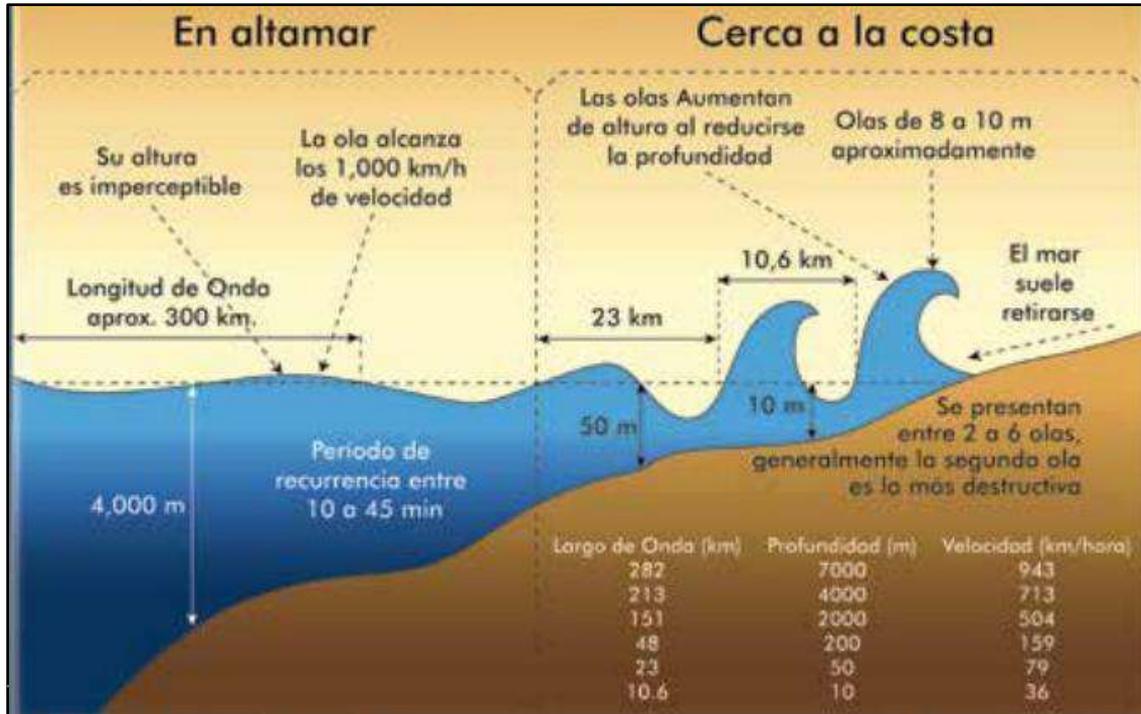
Se define como la elevación máxima del nivel del mar que se alcanza durante el paso del tsunami, medida respecto a un datum específico, usualmente el nivel medio del mar. Esta altura es un indicador clave para evaluar el potencial destructivo del fenómeno en las áreas costeras.



❖ **Run-up:**

Este término describe la altura máxima vertical que el agua del mar alcanza sobre el nivel del mar, desplazándose hacia tierra firme durante un tsunami. El valor del run-up es esencial para determinar la extensión de las inundaciones y para la planificación de zonas seguras para evacuación y refugio ante un evento tsunamigénico.

Figura N°25: Características de un Tsunami en altamar y cerca de la costa



Fuente: Centro Nacional de Alerta de Tsunamis, 2013

2.2.5.3. Fases de un Tsunami

La dinámica de un maremoto generado por causas tectónicas, presenta tres etapas: fase de generación, fase de propagación y fase de inundación como se desarrolla a continuación:

a) Fase de Generación

La etapa de generación de un maremoto se inicia con la deformación del fondo oceánico, producido por el terremoto tsunamigénico. Si se considera al océano como un fluido incompresible, se producirá un empuje hacia arriba (efecto pistón), moviendo grandes volúmenes de fluido sobre la superficie. Esto será la condición inicial de la siguiente fase.

b) Fase de Propagación

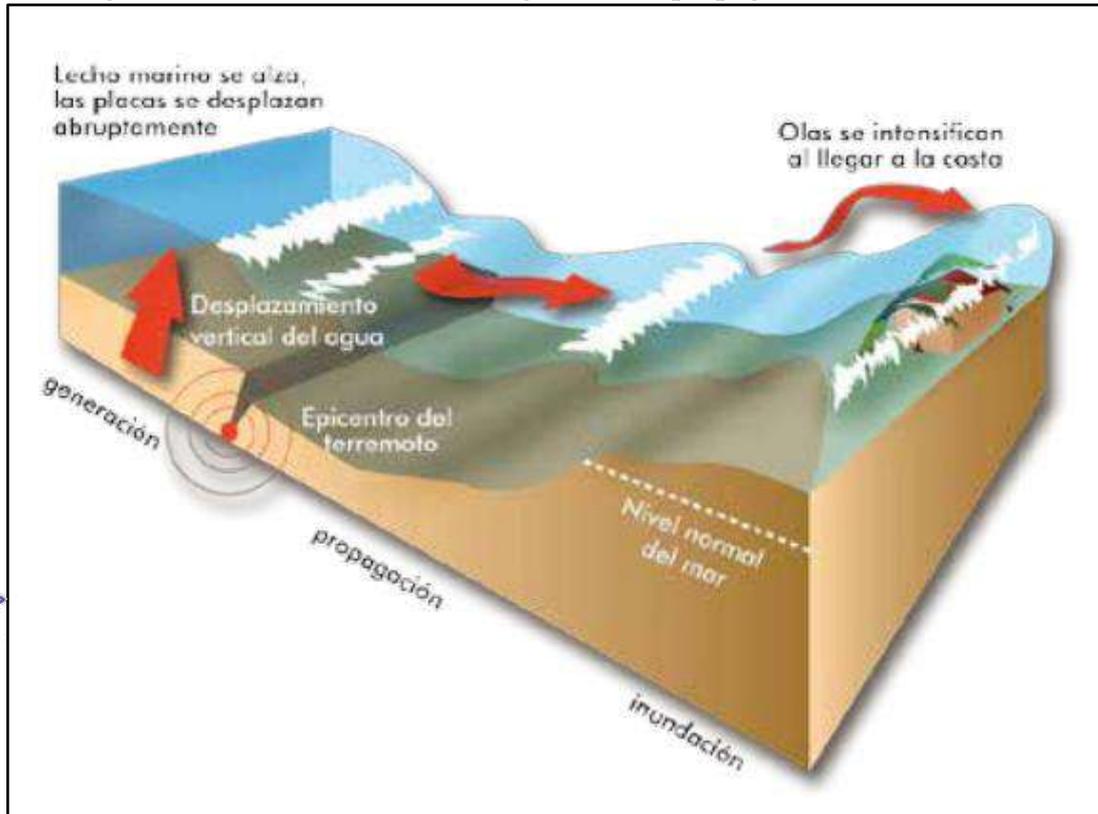
De inmediato la fuerza recuperadora de la gravedad contribuye a la formación de ondas gravitacionales que se propagan en todas las direcciones. La velocidad de estas ondas es proporcional a la raíz cuadrada de la profundidad del océano (batimetría) por la que se propaga. Así, por ejemplo, en aguas del océano profundo, las ondas pueden viajar a velocidades comprendidas entre los 500 a 1000 km/h. En otras palabras, esta onda puede desplazarse a la velocidad de un avión jet. En cambio, cuando las ondas llegan a las costas, la profundidad disminuye y su velocidad se reduce a unas decenas de km/h, entonces la altura de la onda aumenta, pudiendo llegar con una fuerza destructiva y violenta.

c) Fase de Inundación

Cuando la onda llega a la costa, su velocidad se reduce, pero su altura se incrementa. La altura alcanzada por el tsunami al arribar a la costa se debe a la interacción de varios factores físicos y morfológicos tales como: características de las ondas en mar abierto, batimetría, pendiente

del fondo marino, configuración del contorno de la costa, difracción, refracción, reflexión, dispersión, entre otros. Estos factores determinan que el arribo del tsunami a la costa sea un proceso complejo, lo cual genera diferencias notables de altura máxima de inundación (run-up), aún a cortas distancias a lo largo de ella. La estimación del área inundada en zonas costeras, producidas por ondas de tsunami, es de vital importancia para la previsión y mitigación del peligro de inundación por tsunami.

Figura N°26: Fases de un tsunami: generación, propagación e inundación



Fuente: Centro Nacional de Alerta de Tsunamis, 2013.

2.2.5.4. Clasificación de Tsunamis

- ❖ **Tsunamis de origen cercano:** Se consideran tsunamis de origen cercano o local aquellos que se generan cuando el evento sísmico ocurre a corta distancia de la costa, es decir, a menos de 100 km del origen. Este tipo de tsunami provoca efectos destructivos en áreas cercanas en un tiempo de llegada menor a una hora. Los sismos locales, deslizamientos de tierra o erupciones volcánicas, como el tsunami causado por la erupción del volcán Krakatoa, pueden ser responsables de tsunamis de este tipo.
- ❖ **Tsunamis de origen lejano:** Los tsunamis de origen lejano o regional se producen debido a eventos sísmicos ocurridos a una distancia mayor a los 100 km del lugar de impacto, pero pueden causar destrucción significativa en áreas costeras específicas. Estos tsunamis pueden tardar de 3 horas a más en llegar desde el epicentro hasta las costas afectadas.

2.2.5.5. Diferencia entre olas de viento y Tsunami

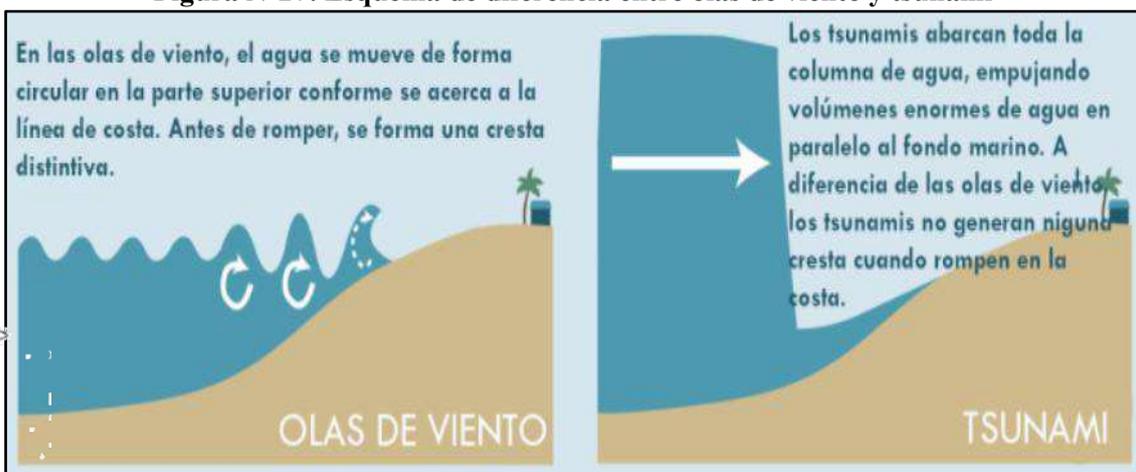
Es fundamental no confundir las olas de un tsunami con las olas comunes que se observan en las playas, Es fundamental diferenciar las olas generadas por el viento, comúnmente observadas en las playas, de las olas provocadas por un tsunami. Las olas de viento (también llamadas "olas superficiales") se generan debido a la fricción del viento sobre la superficie del mar. Su energía está limitada a las capas superiores del agua y su comportamiento depende de factores como la velocidad y duración del viento, la distancia de generación (fetch), y la profundidad del mar. Generalmente, estas olas tienen una longitud de onda corta (menor a 150 m), un período de entre 5 y 20 segundos y velocidades relativamente bajas (10 a 100 km/h) (NOAA, 2023).

Por otro lado, las olas de tsunami tienen un origen completamente diferente: se producen por desplazamientos súbitos del fondo marino generados por eventos como terremotos, deslizamientos submarinos o erupciones volcánicas. Estos eventos transfieren energía a toda la columna de agua, desde el lecho marino hasta la superficie, creando una onda de gran longitud (hasta 500 km), con períodos que oscilan entre 5 y 60 minutos y que pueden alcanzar velocidades de propagación de hasta 800 km/h en mar abierto (DHN, 2014).

Una de las diferencias más importantes radica en la forma en que estas olas se manifiestan al llegar a la costa. Mientras que las olas de viento rompen en la zona de rompiente y se disipan en la playa, las olas de un tsunami pueden causar un aumento repentino del nivel del mar, penetrando varios cientos de metros tierra adentro, con alto poder destructivo. El tsunami no siempre presenta una ola visible al aproximarse; a veces se manifiesta como una rápida y violenta subida del nivel del mar, precedida o no por un retroceso del agua.

Esta diferencia es crucial para la gestión del riesgo en zonas costeras: mientras las olas de viento son parte del régimen normal marino, los tsunamis representan un riesgo poco frecuente pero potencialmente catastrófico, por lo que requieren mecanismos de monitoreo, alerta temprana y evacuación específicos (IGP, 2020, UNESCO-IOC, 2013).

Figura N°27: Esquema de diferencia entre olas de viento y tsunami



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos

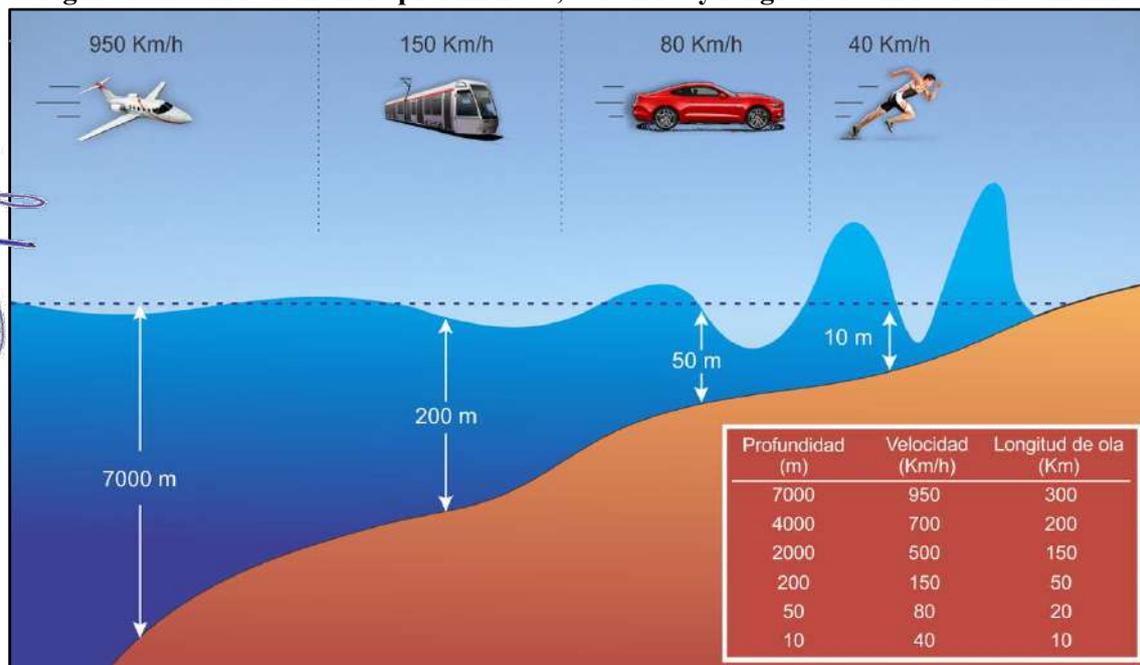
2.2.5.6. Velocidad y energía de las olas del Tsunami

La forma y características de las ondas de un tsunami pueden variar según su posición relativa a la línea costera y la profundidad del agua (Geist, 1997, citado por Bryant, 2014). En mar abierto, las ondas suelen presentar un perfil sinusoidal y oscilatorio. No obstante, esta forma puede modificarse al acercarse a la costa, debido a la interacción con el relieve submarino y los cambios en la profundidad del agua. Estas condiciones influyen tanto en la velocidad como en la energía que transportan las olas durante su avance hacia la orilla.

2.2.5.7. Modelamientos de Tsunami

La propagación de los tsunamis se puede modelar mediante métodos de simulación numérica (modelos matemáticos). Estos modelos permiten predecir con precisión los tiempos de arribo de las primeras olas de tsunami, las áreas potenciales de inundación y la altura de las olas a lo largo de la costa. Entre los programas utilizados para modelar el comportamiento de los tsunamis se encuentran TUNAMI-N2, que simula la propagación de las olas, y TTT (Tsunami Travel Time), que calcula el tiempo estimado de llegada de las olas a diferentes puntos de la costa. Estos modelos son esenciales para la planificación de la respuesta ante tsunamis y la mitigación de sus efectos.

Figura N°28: Relación entre profundidad, velocidad y longitud de onda de un tsunami



Elaboración propia – adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión

La Marina de Guerra del Perú, a través del Departamento de Oceanografía de la Dirección de Hidrografía y Navegación, en el marco del Programa Presupuestal de Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias (PREVAED), ha elaborado la “Carta de inundación en caso de tsunami Puerto Ilo – Moquegua”. Esta carta ha sido desarrollada considerando dos escenarios sísmicos: uno de magnitud 8.5 Mw y otro de 9 Mw, con el objetivo de proporcionar información detallada sobre los posibles efectos de un tsunami en la zona costera frente a dichos eventos sísmicos.

2.2.5.8. Análisis de posible sismo en Ilo – Moquegua

La provincia de Ilo, situada en el sur del Perú, forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, una de las zonas más sísmicamente activas del mundo debido a la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. Esta interacción genera una acumulación de esfuerzos y energía en la corteza terrestre, que, al ser liberada, provoca la ocurrencia de sismos. Esta región es especialmente vulnerable a eventos sísmicos de gran magnitud, dado que está ubicada cerca de la zona de subducción entre estas dos placas tectónicas.

Tectónica en la región sur del Perú:

La región sur del Perú, incluida la provincia de Ilo, es una zona de alta actividad sísmica debido a la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana. Este proceso tectónico genera la falla de subducción frente a la costa peruana, que ha sido responsable de la ocurrencia de grandes terremotos históricos. La subducción es un proceso en el que una placa tectónica se desliza por debajo de otra, generando acumulación de energía a lo largo de las interfaces de las placas, las cuales, cuando superan el límite de resistencia, provocan terremotos.

Zonas de Acoplamiento Sísmico:

En el contexto de la provincia de Ilo, se identifican áreas de acoplamiento sísmico máximo, también conocidas como asperezas tectónicas. Estas asperezas son regiones de la interfaz entre las placas de Nazca y Sudamericana donde la fricción es lo suficientemente alta como para inhibir el movimiento relativo entre las placas. Este fenómeno provoca la acumulación de deformación y energía a lo largo de décadas o incluso siglos.

Cuando la acumulación de energía en estas zonas supera la capacidad de fricción de las placas, la energía se libera repentinamente en forma de un terremoto. En el caso de Ilo, las principales zonas de acoplamiento sísmico se encuentran frente a la costa, en áreas de subducción activa, como la Fosa de Atacama y la Fosa de Nazca, ambas situadas en el océano Pacífico frente a la región sur del Perú.

Posibles escenarios sísmicos:

El análisis sísmico de la zona ha determinado que, a pesar de los pequeños temblores frecuentes en la región, existe una alta probabilidad de que un gran terremoto de magnitud superior a 8.0 Mw pueda ocurrir en el futuro. Los modelos de simulación y los estudios de desplazamiento de placas obtenidos por tecnologías de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) han identificado que las placas de Nazca y Sudamericana están acumulando energía en áreas específicas, lo que podría dar lugar a un sismo de gran magnitud, similar a los que se han registrado históricamente en la región.

Sismos históricos relevantes:

La historia sísmica del Perú ha documentado varios eventos catastróficos que han afectado la provincia de Ilo y sus alrededores. Entre los más destacados se incluyen:

- ❖ **El terremoto de 1746 (magnitud 9.0 Mw):** Considerado uno de los más grandes de la historia peruana, con un tsunami asociado que afectó gravemente la zona costera del Perú, incluyendo Ilo, causando destrucción masiva.

- ❖ **El sismo de 2001 (magnitud 8.4 Mw):** Con epicentro cerca de Ocoña, Arequipa, este terremoto también afectó la región de Ilo, causando daños en infraestructuras y dejando víctimas fatales.
- ❖ **El sismo de 1868 (magnitud 8.5 Mw):** Otro evento importante que generó grandes olas de tsunami, afectando no solo a las costas peruanas, sino también a Chile, con gran impacto en la zona sur.

Posibles impactos de un sismo de gran magnitud:

De ocurrir un sismo de más de 8.0 Mw, la provincia de Ilo experimentaría los siguientes efectos potenciales:

Aceleraciones sísmicas intensas: Las aceleraciones del suelo en las áreas urbanas de Ilo podrían superar los 500 cm/s², similar a los valores registrados durante el sismo de 1746. Esto generaría un fuerte sacudimiento del suelo, lo que causaría daños estructurales importantes en viviendas, edificios y otras infraestructuras.

Tsunami asociado: Un sismo de esta magnitud podría generar un tsunami de gran altura, afectando principalmente las zonas costeras de Ilo y sus alrededores. Las olas podrían llegar a alturas superiores a 10 metros, lo que ocasionaría inundaciones extensas y daños en la infraestructura costera.

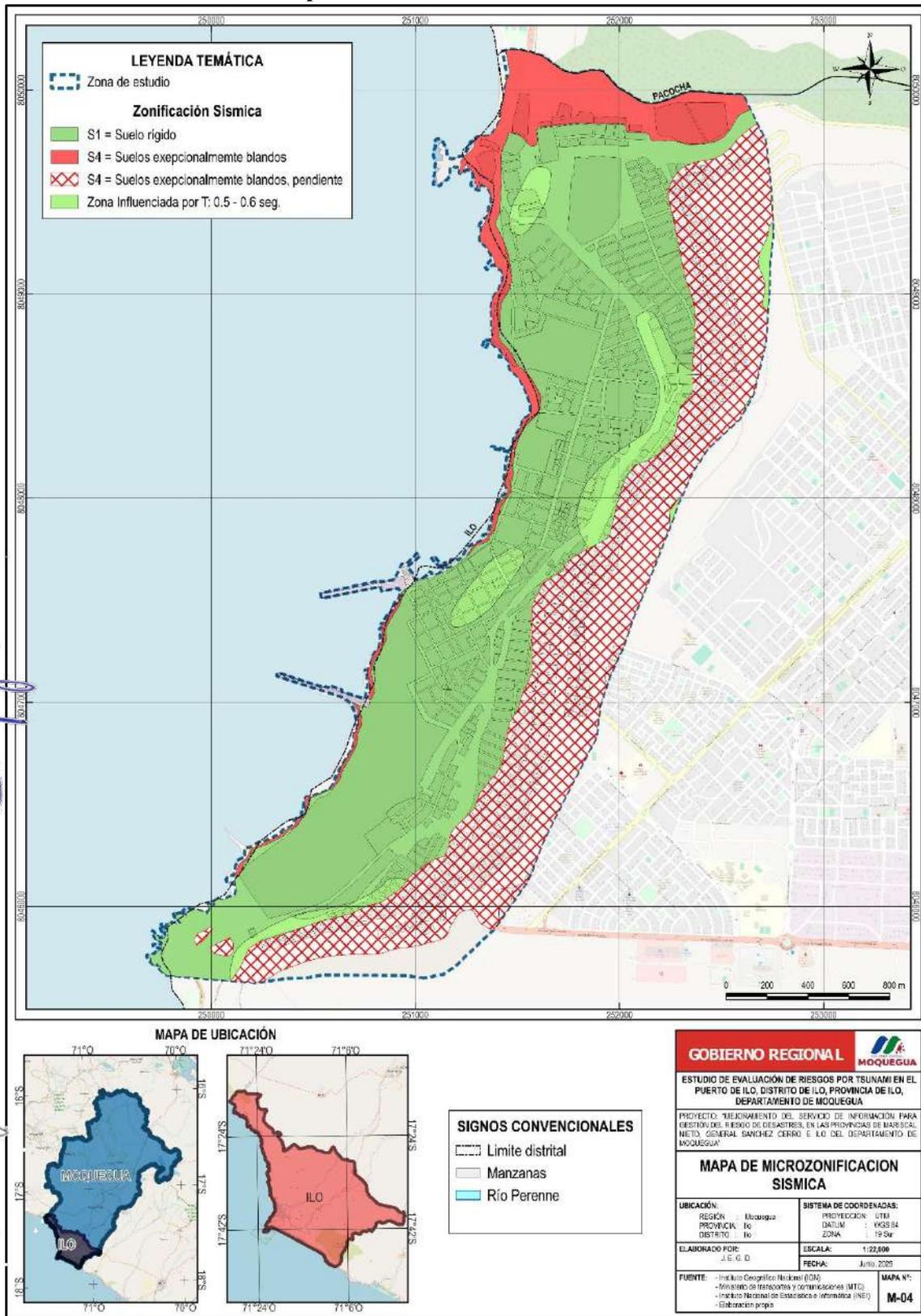
Desplazamientos y rupturas geológicas: El evento sísmico podría generar fallas geológicas, deslizamientos de tierra y alteraciones en el paisaje, afectando la estabilidad de la región y modificando el relieve de la costa.

2.2.5.9. Magnitud de sismo en Ilo - Moquegua

La provincia de Ilo ha experimentado varios sismos de diversa magnitud en los últimos años. El 17 de agosto de 2024, se registró un sismo de magnitud 4.3 con epicentro a 80 km al sur de Ilo, a una profundidad de 26 km. La intensidad del sismo fue de grado III en la ciudad de Ilo.

Estos eventos evidencian que la provincia de Ilo está expuesta a sismos de magnitudes considerables, lo que resalta la importancia de implementar estrategias efectivas de gestión del riesgo y preparación ante desastres.

Mapa N°7: Microzonificación sísmica



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2.6. Sismo

Un sismo se trata de la manifestación de ondas de volumen y superficiales en movimientos complejos cuyos efectos pueden ser muy devastadores.

2.2.6.1. Ondas sísmicas

Las ondas sísmicas son perturbaciones generadas por una súbita liberación de energía causada por una ruptura sísmica, una erupción volcánica o una explosión; estas ondas se propagan a través de la Tierra y pueden causar destrucción en las zonas alrededor de donde se originaron. Una idea aproximada de ondas sísmicas es cuando una roca cae sobre la superficie de un estanque de agua, notamos que se propagan perturbaciones concéntricas en todas las direcciones; de manera análoga, pero a mayor escala, en la Tierra se propagan ondas sísmicas en todas las direcciones desde el origen o punto de ruptura.

Las ondas viajan a través del interior de la Tierra, en su trayecto éstas se modifican al atravesar las diferentes capas de su estructura interna. De esta forma, las ondas sísmicas nos indican la naturaleza física de las zonas que atraviesan. Las ondas sísmicas pueden ser registradas por unos instrumentos llamados sismógrafos. Cuando ocurren sismos superficiales (0 a 60 Km de profundidad) la generación de las ondas corresponde a la ruptura de las rocas en esa zona debido a los esfuerzos tectónicos. Una ruptura sísmica (fractura entre placas) genera fundamentalmente dos tipos de ondas sísmicas: ondas de volumen (Primarias y Secundarias) y ondas superficiales (Love y Rayleigh).

a) Ondas de volumen

Llamadas también ondas internas o de cuerpo debido que viajan o se propagan a través del interior de la Tierra.

❖ Onda primaria:

La onda P es una onda longitudinal que se caracteriza porque el movimiento de las partículas en el medio tiene la misma dirección que la propagación de la onda. La onda P se propaga en medio sólido y en medios líquidos. Las ondas P son las primeras que se observan en el registro sísmico completo de un movimiento sísmico, ya que son las que viajan más rápido (el nombre se deriva de la abreviación de primaria, es decir, la primera onda en llegar). Generalmente viajan a velocidades entre 1.5 y 14 km/s. La velocidad de una onda depende de las propiedades elásticas y de la densidad del material en que se propaga.

❖ Onda secundaria:

Las ondas S o secundarias viajan más lento que las ondas P y se conocen también como ondas “de cizalla” o “de corte” debido a que no alteran el volumen del material que atraviesan, sino que lo cortan. Las ondas S son ondas transversales, ya que el movimiento de una partícula es perpendicular a la dirección en que viajan las ondas. La velocidad de una onda S depende del módulo de rigidez y de la densidad del material. Una característica particular importante de las ondas S es su incapacidad para propagarse a través de un fluido o un gas, lo cual se debe a que los fluidos y los gases no pueden transmitir tensión de corte, de manera que sólo se propagan en medios sólidos.

b) Ondas superficiales

Se denominan así porque su movimiento y propagación está restringidos a la superficie de la Tierra, estas ondas se dividen en ondas Love (L) y Rayleigh (R). Se diferencian de las ondas de volumen en tres aspectos principales: viajan más lentamente, sus velocidades dependen en gran medida de la frecuencia de la onda y llegan a ser las ondas más destructivas.

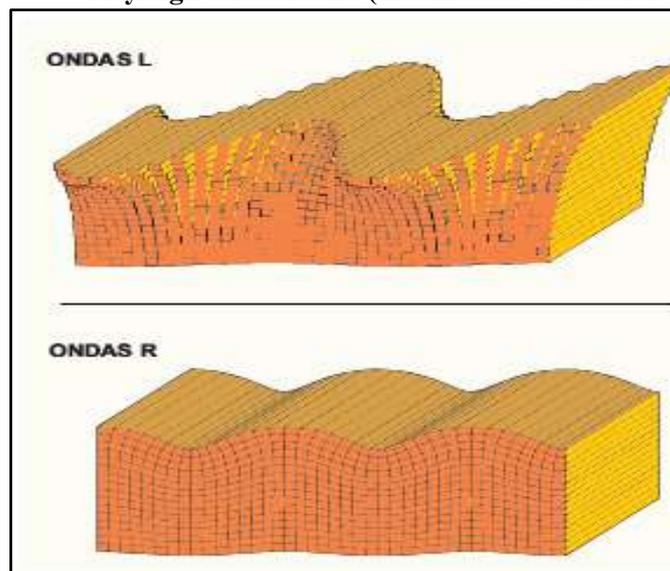
❖ Ondas Love (L):

Son ligeramente más veloces que las ondas Rayleigh, su amplitud disminuye con la profundidad. La profundidad de penetración de estas ondas depende de la frecuencia. El comportamiento de las partículas es semejante a las ondas S, pero solamente se mueven en el plano horizontal.

❖ Ondas Rayleigh (R):

Son ondas mucho más lentas. Cada partícula por donde pasa la onda se mueve en forma de elipse, la amplitud disminuye con la profundidad (figura 4). Al igual que las ondas Love, la profundidad de penetración depende de la frecuencia, cuanto menor la frecuencia, mayor la profundidad de penetración.

Figura N°29: Desplazamientos que se producen por una onda Love a la izquierda y Rayleigh a la derecha (modificado de Shearer P., 2009)



Fuente: Sheaper P., 2009.

2.2.6.2. Tsunamis generados por Sismo

Las condiciones para que un sismo pueda generar un tsunami son:

- ❖ Terremoto de gran magnitud (mayor a 7.0 Mw).
- ❖ Epicentro del sismo en el mar o cerca de la línea de costa (hasta 60 km tierra adentro).
- ❖ Profundidad focal superficial, menor a 60 km (como valor referencial).

Los tsunamis generados por sismos se clasifican de acuerdo a la distancia epicentral, en:

a) Tsunami local o de origen cercano

Cuyos efectos destructivos se originan en menos de 1 hora de viaje, normalmente unos 200 km desde su origen. Históricamente, el 90% de víctimas por tsunamis han sido causadas por tsunamis locales.

b) Tsunami regional

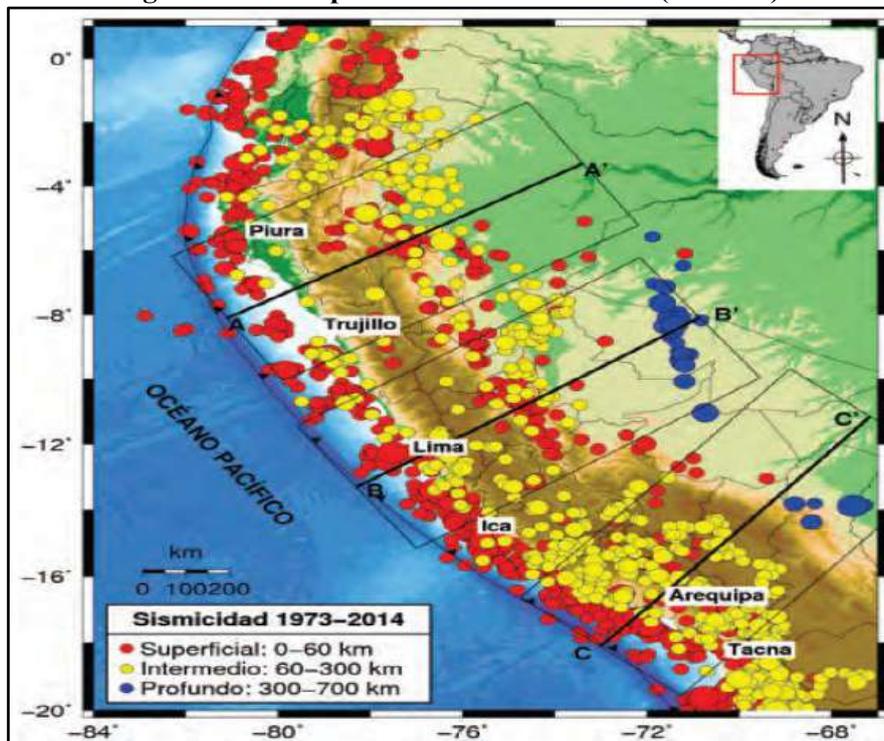
Tsunami que causa destrucción en una región en particular; generalmente entre 1 – 3 horas de viaje, o 1000 km desde su origen. Estos tsunamis pueden también causar efectos menores fuera de la región.

c) Tsunami lejano, distante o tele tsunami

Originados en una fuente lejana (superior a los 1000 km), a más de 3 horas de viaje. Son menos frecuentes que los tsunamis regionales; se inician como un tsunami local causando gran destrucción en las zonas cercanas. Ante un tsunami de origen cercano es muy importante mantenerse preparado y evacuar hacia zonas seguras en el menor tiempo posible, ya que el arribo de olas hacia las costas puede ser relativamente rápido.

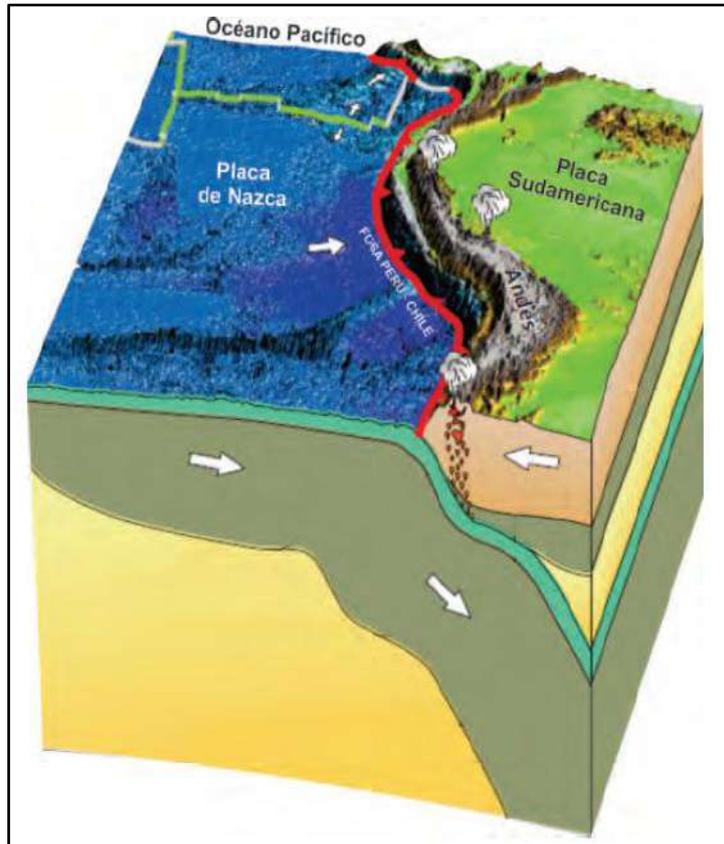
El Perú es un lugar altamente sísmico por encontrarse en una zona de subducción (convergencia entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana). Por ello, una gran cantidad de los epicentros de los sismos superficiales ocurren en el mar, lo cual aumenta la posibilidad de ocurrencia de un tsunami. La Figura 06 muestra un mapa de la sismicidad del Perú, se observa que la mayoría de los sismos superficiales se ubican entre la fosa marina y la costa peruana. En la Figura 07 se observa el proceso de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana.

Figura N°30: Mapa de sismicidad del Perú ($M_w \geq 5.0$).



Fuente: Los datos sísmicos provienen del USGS. (Modificado de Jiménez, 2015).

Figura N°31: Proceso de subducción comprendida entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana



Fuente: Modificado de Frish, Meschede y Blakey, 2011.

2.2.6.3. Intensidad y magnitud de un terremoto

- ❖ **La intensidad** de un sismo es la medida de la severidad o violencia del movimiento de la Tierra en un lugar determinado, en relación a los efectos que ésta produce en el hombre y en las edificaciones (es decir, cómo es percibido por el hombre) y se mide en la escala modificada de Mercalli, que va del I al XII. La intensidad es un parámetro cualitativo que depende del tipo de suelo, tipo de edificación, entre otros.

Escala de Mercalli Modificada: Esta escala fue desarrollada en 1931 por los sismólogos estadounidenses Harry Wood y Frank Neumann, se compone de 12 niveles en orden creciente de intensidad. No tienen una base matemática, se trata de una clasificación basada en efectos observados.

Figura N°32: Intensidad de Mercalli Modificada

I.	Imperceptible.
II.	Apenas perceptible.
III.	Débil, observado parcial.
IV.	Observado por muchos.
V.	Las personas despiertan.
VI.	Las personas se asustan.
VII.	Daños en los edificios.
VIII.	Daños considerables en edificios.
IX.	Hundimientos parciales y grietas en el suelo.
X.	Destrucción de edificios.
XI.	Quedan en pie pocos edificios.
XII.	Destrucción total.

- 
- ❖ **La magnitud sísmica**, por su propia definición, es una medida directa que da una idea de la cantidad de una medida directa que da una idea de la cantidad de energía liberada por un terremoto. La magnitud de un sismo es un parámetro relacionado a la energía liberada por éste, medida por un sismógrafo. Es un parámetro objetivo y cuantitativo que no depende de variables macroscópicas. Para fines de esta publicación se describen dos tipos de escalas de magnitud:

- **Escala de Magnitud Local (ML)**

Ideada por Richter en 1935, se fundamenta en que la amplitud de las ondas sísmicas es una medida de la energía liberada en el foco. La magnitud local o escala de Richter es sólo aplicable para sismos locales y regionales ($d < 600$ km) menores a 7.0, debido a la saturación de la escala.

- **Escala de Magnitud de Momento (Mw)**

Está relacionado con el momento sísmico (M_0) de un terremoto. Este parámetro describe mejor la idea del tamaño de un sismo. Los terremotos de gran tamaño o tsunamigénicos, mayores a 7.0 Mw son mejor cuantificados por esta escala, debido a que no se satura.

2.2.6.4. Análisis de la aceleración del suelo - PGA

Este estudio tiene como finalidad evaluar la amenaza de un posible tsunami generado por un evento sísmico de gran magnitud, con potencial impacto en el puerto de Ilo. A través de investigaciones en neotectónica y paleosismología, se examinaron aspectos esenciales de esta estructura, tales como su tipo de desplazamiento, dirección, longitud, inclinación y la magnitud estimada de ruptura, con el fin de calcular la magnitud máxima que podría alcanzar un sismo originado por su activación. Esta información resulta clave para la elaboración de mapas de aceleración del suelo.

Para modelar los mapas de aceleración, se empleó el método de atenuación de utilizada en el Informe Técnico N° A6887 Informe sobre la existencia de fallas geológicas activas en el distrito El Algarrobal, provincia Ilo, región Moquegua (INGEMMET, 2019), que integra el mapeo de fallas activas y las velocidades de onda de corte (V_{s30}), un parámetro que refleja cómo responde el terreno a un sismo según su composición geológica.

La escala de colores en el mapa indica los niveles de aceleración sísmica (PGA) registrados a lo largo de la falla Chololo, basados en los parámetros establecidos por la norma peruana E 030.

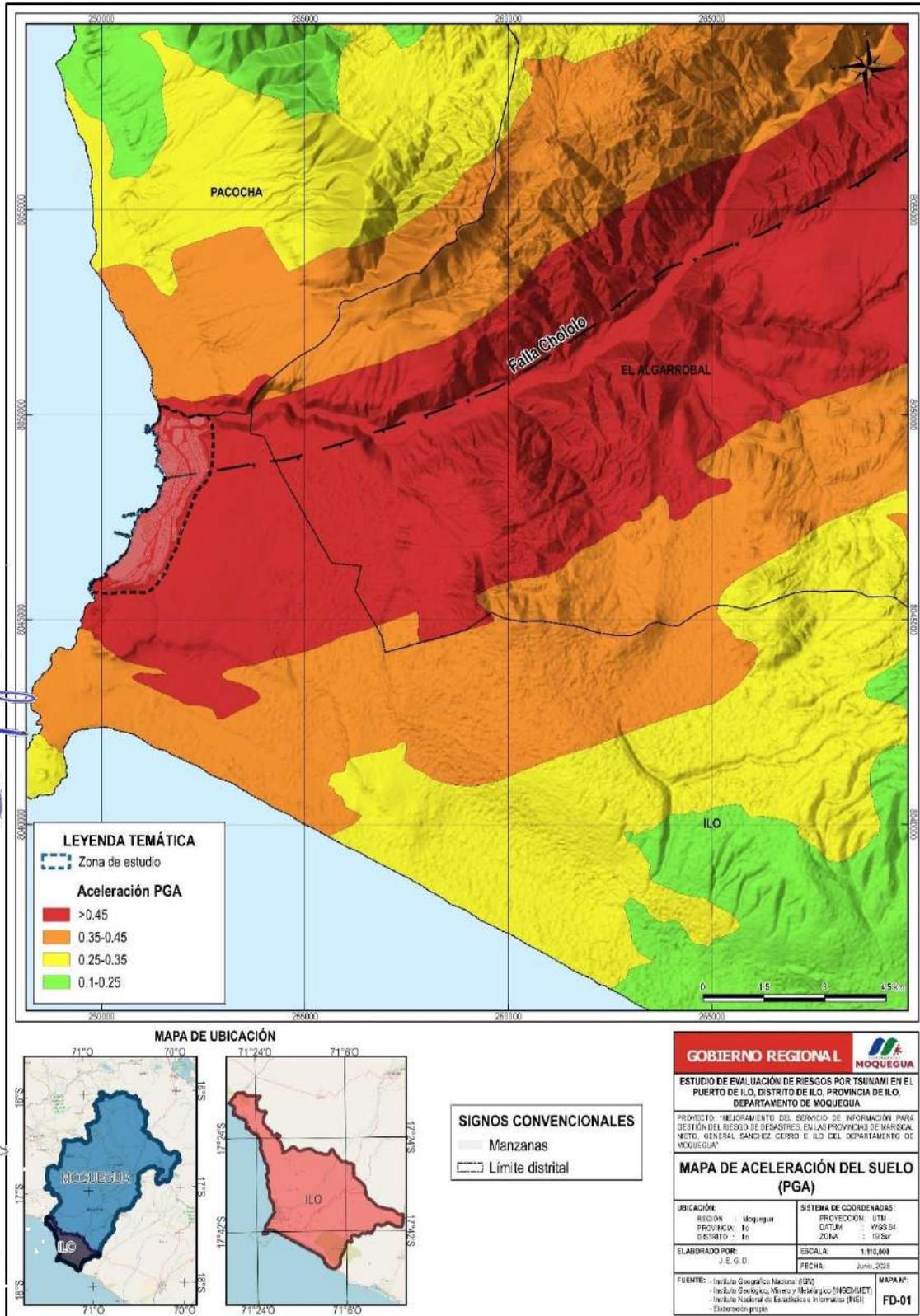


PROFESOR
DIPLOMADO EN INGENIERÍA CIVIL
GENERAL SANCHEZ CERRO
GENEAL SANCHEZ CERRO



PROFESOR DISEÑADOR Y CONSULTOR EN INGENIERÍA CIVIL
GENERAL SANCHEZ CERRO
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11291
R.J. N° 122-2018 - GENEPRAD/DJ
EVALUADOR DE RIESGO

Mapa N°8: Aceleración del suelo - PGA



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2.6. Cronología de Tsunamis que afectaron al Perú

El Perú es parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, zona conocida así por la intensa actividad volcánica y sísmica debido a la interacción entre placas tectónicas. La placa de Nazca se subduce debajo de la placa Sudamericana a una razón promedio de 8 cm/año, debido a lo cual se producen un gran número de sismos de variada magnitud en la costa peruana. Como se indicó previamente, un sismo de magnitud 7.0 Mw o mayor con epicentro en el mar podría generar un tsunami.

A lo largo de la historia, numerosos eventos tsunamigénicos han azotado las costas peruanas causando grandes pérdidas materiales y de vidas humanas; pudiendo mencionar los siguientes:

- ❖ **1586:** 09 de julio, Lima. Debido a un sismo de intensidad VII. El mar se elevó hasta 4 m, las olas inundaron parte del puerto Callao (llegaron hasta el monasterio de Santo Domingo) y Lima, ocasionó la muerte de 22 personas.
- ❖ **1604:** 24 de noviembre, Arica (que actualmente forma parte de Chile). Debido a un sismo de magnitud entre 8.5 Mw y 9.0 Mw. Afectó Arica, Ilo, Camaná y Pisco; murieron en total 74 personas.
- ❖ **1664:** 12 de mayo, Ica. Terremoto de magnitud aproximada de 8.0 Mw, el terremoto produjo 400 muertos. Un tsunami afectó la ciudad de Pisco, 60 personas murieron.
- ❖ **1687:** 20 de octubre, Lima. Se produjeron dos terremotos, uno de magnitud 8.0 Mw y el otro de 8.4 Mw (1541 víctimas). El segundo terremoto originó un tsunami, murieron a causa del tsunami cerca de 300 personas.
- ❖ **1716:** 10 de febrero, Pisco. Sismo de magnitud 8 Mw con probable epicentro en el mar de Ica que produjo un tsunami. Por sus características, este evento es muy similar al de Pisco 2007.
- ❖ **1746:** 28 de octubre, Callao. Sismo con magnitud estimada de 9 Mw que originó un tsunami con olas de hasta 10 m. En el Callao, de los 5000 habitantes solo se salvaron 200. Probablemente el maremoto más destructivo registrado a la fecha en el Perú central.
- ❖ **1806:** 01 de diciembre, Lima. Sismo de magnitud 8 Mw, con hasta 2 minutos de duración. El tsunami con olas de hasta 6 m arrastró un ancla de 1.5 Tn y afectó Lima y Callao.
- ❖ **1868:** 13 de agosto, Arica. Sismo de magnitud 9 Mw. Se generó un tsunami con altura de la ola máxima registrada de 16 m, murieron a causa de este evento alrededor de 700 personas.
- ❖ **1940:** 24 de mayo, Callao. Terremoto de magnitud 8.2 Mw acompañado de un maremoto que afectó desde Guayaquil a Arica. Se contabilizaron aproximadamente.
- ❖ **1960:** 20 de noviembre, norte del Perú. Terremoto de magnitud 7.8 Mw y tsunami con olas de hasta 9 m de altura que afectó Piura y Lambayeque. Murieron tres personas a causa del tsunami. La isla Lobos de Afuera fue barrida totalmente.
- ❖ **1974:** 03 de octubre, Lima. Sismo de magnitud 8.1 Mw y tsunami que afectaron Lima e Ica. Se registraron 252 muertos además muchas fábricas, muelles y zonas de cultivo.
- ❖ **1996:** 21 de febrero, Chimbote. Sismo de magnitud 7.5 Mw que ocasionó un tsunami, se reportaron daños en los puertos Salaverry y Chimbote, 15 personas fallecieron.
- ❖ **1996:** 12 de noviembre, Nazca. Sismo de magnitud 7.7 Mw y profundidad de 46 km, generó un tsunami que afectó principalmente el puerto de San Juan de Marcona.
- ❖ **2001:** 23 de junio, Camaná. Sismo de magnitud 8.4 Mw que ocasionó un tsunami. Este evento afectó las localidades de Ocoña, Camaná, Quilca y Matarani. Aproximadamente 240 personas murieron.

- ❖ **2007:** 15 de agosto, Ica. Tsunami producido por un terremoto de 8.0 grados. El tsunami alcanzó una altura máxima de casi 10 metros. A causa del evento se reportaron 595 personas fallecidas y numerosas pérdidas. 1000 muertos debido a este evento. Se produjo un pequeño tsunami observado en Ancón y Callao.
- ❖ **2010:** 27 de febrero, Talcahuano (Chile). Sismo de magnitud 8.8 Mw, y posterior tsunami que dejó 593 víctimas en Chile. Las olas llegaron al litoral peruano con un promedio de altura aproximado de 1 m.
- ❖ **2011:** 11 de marzo, Honshu (Japón). Sismo de magnitud 9.0 Mw, produjo olas de 10 m en Japón, dejando un total de 25, 000 víctimas en Japón. Al litoral peruano llegaron luego de unas horas, olas entre 0.44 y 1.75 m. 1000 muertos debido a este evento. Se produjo un pequeño tsunami observado en Ancón y Callao.
- ❖ **2014:** 01 de abril, Iquique (Chile). Fuerte sismo en el norte de Chile, magnitud 8.1 Mw, con tsunami cuyas olas alcanzaron hasta 3 m registradas en Iquique. En Perú, el puerto de Ilo registró olas de 1 m e inundación leve.
- ❖ **2015:** 16 de setiembre, Coquimbo (Chile). Sismo al noroeste de Santiago, magnitud 8.3 Mw, un tsunami con altura de ola de 4,5 m se registró en Coquimbo. En Perú, el puerto del Callao registró un máximo de altura de ola de 0.6 m. fallecidas y numerosas pérdidas. 1000 muertos debido a este evento. Se produjo un pequeño tsunami observado en Ancón y Callao.

2.2.7. Modelado de la inundación y su relación con el área de estudio

Dentro del proceso de modelado de tsunamis, la simulación de la propagación de las ondas marinas incluye un subdominio específico destinado a la simulación del proceso de inundación costera. Este proceso posee una dinámica más compleja que la propagación oceánica, debido a la interacción directa de las masas de agua con el relieve costero y terrestre, así como con las estructuras existentes.

En este contexto, se identifican varios factores determinantes que intervienen en el modelado de la inundación. Uno de los aspectos más relevantes son los fenómenos no lineales, los cuales se manifiestan como variaciones bruscas en el nivel del mar al momento del ingreso de las ondas de tsunami en zonas de baja profundidad. Estas variaciones son inducidas por cambios abruptos en la batimetría costera y están representadas en los términos no lineales de las ecuaciones de modelado.

Asimismo, el rozamiento cobra especial importancia en las zonas de inundación, ya que las masas de agua interactúan directamente con el fondo marino y el terreno continental. La simulación incorpora estos efectos a través de los términos de fricción que afectan la velocidad y la extensión del flujo de agua. El dominio de simulación de la inundación se encuentra contenido dentro del dominio general de propagación, pero se caracteriza por una mayor resolución espacial. Esto significa que los puntos de cálculo (o celdas) utilizados en la modelación están más próximos entre sí, permitiendo una representación más detallada del relieve topográfico y batimétrico. Los datos de batimetría empleados provienen de mediciones in situ, como las realizadas por la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), y se procesan mediante herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica), utilizando métodos de interpolación geoestadística como Kriging.

Cabe destacar que una mayor resolución espacial no garantiza automáticamente resultados más realistas, ya que la validez de la simulación también depende del cumplimiento de los supuestos físicos del modelo, como los establecidos por la teoría de aguas someras, la cual tiene limitaciones en su aplicación dependiendo de la profundidad y del tipo de evento.

Durante la simulación, se evalúa continuamente, en cada intervalo de tiempo (producto de la discretización temporal), el nivel del agua respecto a la batimetría y topografía en cada celda computacional. Cuando se detecta que el nivel del agua supera el relieve del terreno, se registra la ocurrencia de una inundación. Al concluir la simulación, se obtiene un registro espacial en formato ráster que identifica el conjunto de puntos inundados, lo que permite delinear el área de inundación máxima.

Esta información da origen al mapa de inundación por tsunami elaborado por la DHN. En relación con los efectos estructurales del tsunami, se debe señalar que las fuerzas generadas por estos eventos en zonas costeras superan ampliamente a las generadas por inundaciones fluviales o por tormentas. Aunque algunos parámetros existentes pueden ser extrapolados, tienden a subestimar la intensidad real de las fuerzas provocadas por la velocidad y volumen de flujo de los tsunamis (Jia J., 2017). Las fuerzas que deben considerarse incluyen impactos iniciales del frente de onda y escombros, así como fuerzas hidrodinámicas, hidrostáticas y de flotación posteriores, cuya estimación idealmente debe realizarse mediante modelado numérico especializado.

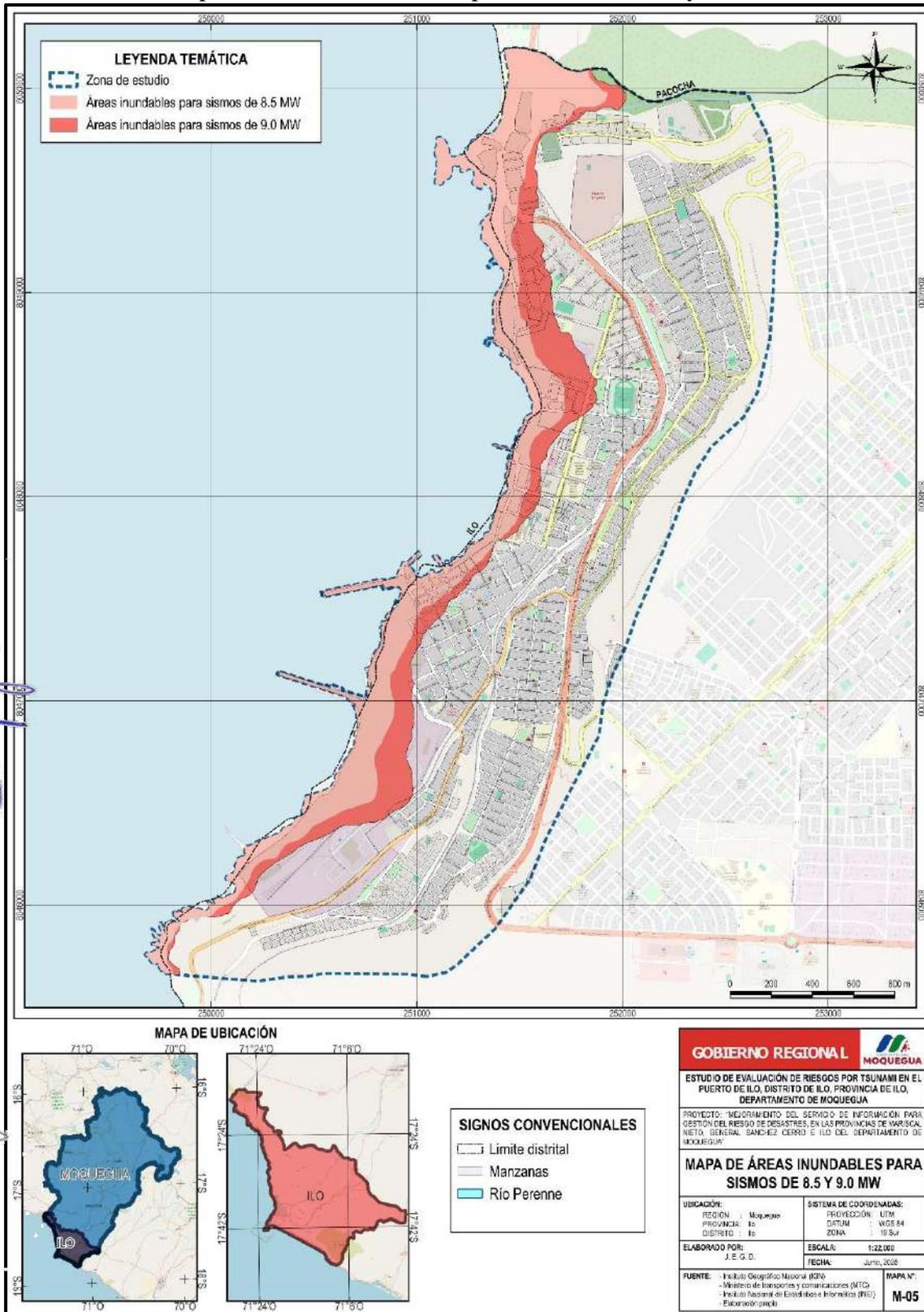
2.2.7.1. Áreas inundables por ocurrencia de Tsunami

Con base en las cartas de inundación por tsunami publicadas por la DHN, se ha identificado que el puerto de Ilo, en la región Moquegua, presenta altos niveles de exposición ante tsunamis generados por sismos de magnitudes 8.5 Mw y 9.0 Mw, originados frente a la costa central del Perú. Al aproximarse a zonas costeras de menor profundidad, las ondas de tsunami experimentan un incremento significativo en su amplitud, lo cual provoca un aumento en la altura de la superficie del agua, generando un impacto devastador sobre las áreas urbanas, infraestructura y población.

El mapa generado en este estudio incluye dentro del área de inundación a los sectores del puerto de Ilo, ubicados en la provincia de Ilo. Ambos sectores se encuentran comprendidos dentro de las zonas susceptibles a inundación tanto para el escenario sísmico de magnitud 8.5 Mw como para el de 9.0 Mw, evidenciando una alta vulnerabilidad ante este tipo de eventos extremos.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°9: Áreas inundables para un sismo de 8.5 y 9 MW



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA A EVALUAR

Con el objetivo de caracterizar el área geográfica correspondiente a los sectores aledaños al puerto de Ilo, se llevó a cabo un proceso de recolección de información mediante encuestas por muestreo, aplicando la metodología de estimación en áreas menores (ELL, por sus siglas en inglés), desarrollada por Chris Elbers, Jean Lanjouw y Peter Lanjouw (Econometría, 2003), investigadores vinculados al Banco Mundial. Esta metodología ha sido validada y adoptada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú para la generación de estimaciones estadísticas a nivel desagregado.

La metodología utilizada permite modelar y predecir el logaritmo del nivel de vulnerabilidad y peligrosidad a escala de lote, combinando información recolectada mediante encuestas probabilísticas con variables comunes provenientes de los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. De esta manera, es posible actualizar y proyectar indicadores socioeconómicos y territoriales a nivel de lote para el año 2025, contribuyendo a una planificación territorial más precisa y orientada a la reducción de riesgos.

2.3.1. Características sociales del área de estudio

2.3.1.1. Población

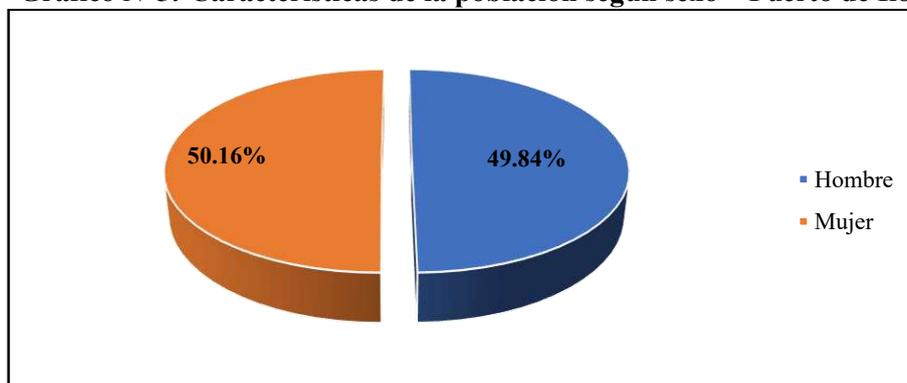
El área de estudio abarca los sectores aledaños al Puerto de Ilo, los cuales forman parte del distrito de Ilo. De acuerdo a la información del Censo Nacional del INEI 2017 y actualizada al año 2025 con información recopilada mediante trabajo de campo, el Puerto de Ilo cuenta con una población total de 27,584 habitantes, distribuida casi equitativamente por sexo. Los hombres representan 49.84% del total, con 13,748 personas, mientras que las mujeres constituyen el 50.16%, con 13,837 personas. Esta estructura poblacional revela una ligera preponderancia femenina, aunque la diferencia es marginal.

Cuadro N°6: Población Total según sexo – Puerto de Ilo

Sexo	Población Total	Porcentaje (%)
Hombre	13,748	49.84%
Mujer	13,837	50.16%
Total	27,584	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°5: Características de la población según sexo – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

a) Grupo etario

La población ubicada en el entorno del puerto de Ilo presenta una estructura etaria heterogénea, aunque con una clara concentración en los grupos de mayor edad, lo que constituye un factor crítico de vulnerabilidad ante desastres como tsunamis. Según datos del año 2025, la población total asciende a 27,584 personas, de las cuales el 40.04% (11,045 personas) corresponde a adultos mayores, lo que implica una alta proporción de personas potencialmente dependientes o con limitaciones físicas.

En segundo lugar, se encuentra el grupo de adultos de 30 a 59 años, con 6,172 personas (22.38%), segmento que agrupa a la población económicamente activa, con alta capacidad de movilización y organización durante emergencias. Le sigue la población juvenil (15.25%, 4,207 personas) y los adolescentes (7.77%, 2,142 personas), grupos que, con una adecuada formación, pueden contribuir significativamente en labores de apoyo y evacuación de personas en situación de dependencia.

Por su parte, la población infantil, compuesta por 2,091 niños (7.58%) y 1,927 infantes (6.98%), representa un 14.56% del total poblacional, siendo este conjunto etario uno de los más vulnerables ante fenómenos naturales, por lo cual demanda medidas especiales de protección, asistencia y traslado seguro durante emergencias.



A nivel de urbanizaciones, destaca la Urbanización Popular de Interés Social Miramar, que concentra a 2,572 adultos mayores, junto a 1,528 adultos, 956 jóvenes, 468 adolescentes, 504 niños y 499 infantes. Este volumen poblacional, ampliamente intergeneracional, demanda una estrategia diferenciada de evacuación, donde se combinen rutas accesibles para personas con movilidad reducida y mecanismos de apoyo intergeneracional. La UPIS Alto Ilo Zona Norte agrupa a 1,164 adultos mayores, 599 adultos, 468 jóvenes, 231 adolescentes, 191 niños y 192 infantes. Su composición sugiere una comunidad con redes familiares extensas, pero también con alta carga de dependencia, por lo que se requiere infraestructura adaptada y personal capacitado para el traslado y resguardo de adultos mayores. De forma similar, UPIS Alto Ilo Zona Sur alberga a 1,024 adultos mayores, 492 adultos, 337 jóvenes, 204 adolescentes, 204 niños y 198 infantes. Esta configuración revela una transición demográfica activa, que obliga a combinar acciones preventivas para poblaciones envejecidas y programas de empoderamiento juvenil ante situaciones de riesgo.



La Urbanización Popular John F. Kennedy, con 783 adultos mayores, 484 adultos y una significativa presencia de jóvenes (287) y adolescentes (151), constituye una zona prioritaria para implementar acciones de preparación comunitaria centradas en el liderazgo juvenil y el fortalecimiento de redes solidarias. En el Centro Urbano, se registran 755 adultos mayores, 374 adultos, 324 jóvenes, 121 adolescentes, 105 niños y 72 infantes. Si bien se trata de una zona posiblemente consolidada en infraestructura, la alta densidad de población mayor y la convivencia de grupos con diferentes capacidades físicas plantean retos logísticos relevantes en la evacuación masiva.

Finalmente, el sector Nylon San Pedro presenta una distribución relativamente equilibrada: 459 adultos mayores, 242 adultos, 245 jóvenes, 115 adolescentes, 67 niños y 67 infantes. Esta

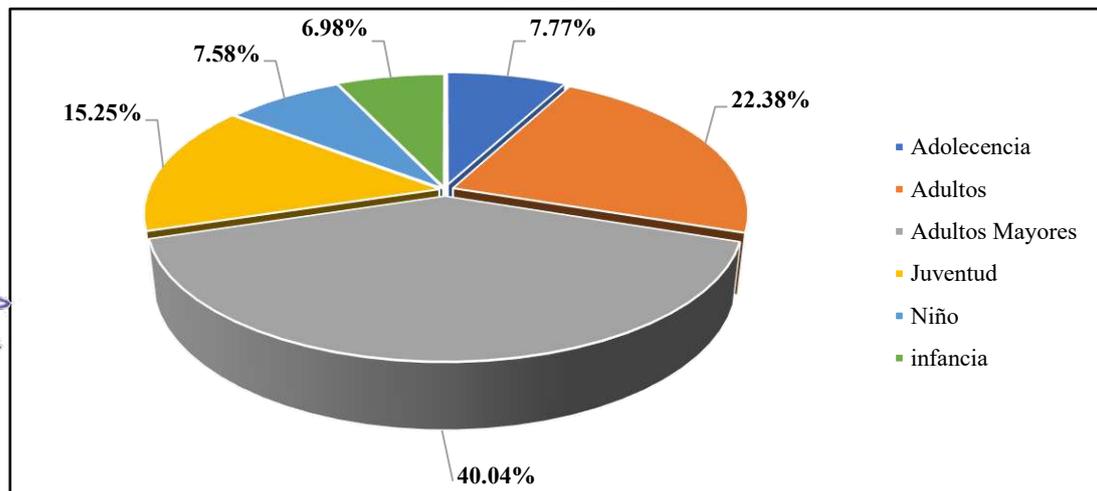
proporción sugiere potencial para la organización barrial, pero también requiere sistemas de alerta accesibles y personal de apoyo comunitario capacitado, que garantice una evacuación efectiva y oportuna.

Cuadro N°7: Población según grupo etario – Puerto de Ilo

Grupo Etario	Población Total	Porcentaje (%)
Adolescencia	2,142	7.77%
Adultos	6,172	22.38%
Adultos Mayores	11,045	40.04%
Juventud	4,207	15.25%
Niño	2,091	7.58%
Infancia	1,927	6.98%
Total	27,584	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°6: Población según grupo etario – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

b) Población con discapacidad

En el entorno del puerto de Ilo, la presencia de personas con discapacidad constituye un factor determinante de vulnerabilidad social y funcional, especialmente en escenarios de riesgo como los tsunamis. Según el registro del año 2025, sobre una población total de 27,584 personas, se identifican 29,163 casos de discapacidad, lo que revela la existencia de múltiples discapacidades en una misma persona dentro de un segmento importante de la población.

Entre las limitaciones más prevalentes se encuentran las dificultades visuales, que afectan a 2,772 personas (9.50%), seguidas por las limitaciones para moverse (1,165 personas; 3.99%) y las dificultades auditivas (980 personas; 3.36%). Estas tres condiciones requieren estrategias de evacuación inclusiva, que contemplen señalización visual, asistencia personalizada, rutas accesibles y sistemas de alerta sonora y visual simultáneamente.

Otros grupos de alta dependencia funcional incluyen a 459 personas (1.58%) con dificultades cognitivas, 284 personas (0.98%) con problemas de interacción social, y 217 personas (0.74%)

que no pueden hablar, lo cual puede generar barreras significativas en la recepción de alertas tempranas, comunicación de necesidades básicas y desplazamiento autónomo durante una emergencia.

En contraste, 23,287 personas (79.85%) no presentan ningún tipo de discapacidad, lo cual constituye la mayoría de la población. Sin embargo, la coexistencia de múltiples discapacidades en un 20% del total poblacional implica la necesidad urgente de contar con protocolos diferenciados y dispositivos de apoyo técnico y comunitario para la gestión del riesgo.

A nivel de urbanizaciones, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar concentra la mayor cantidad de personas con discapacidad, con 1,697 casos registrados. Destacan las 789 personas con discapacidad visual, 304 con auditiva, 324 con movilidad reducida, y 125 con dificultades cognitivas. Este volumen, frente a 5,338 personas sin discapacidad, convierte a este sector en un punto crítico, que requiere personal capacitado, rutas de evacuación adaptadas, y sistemas de comunicación multicanal, especialmente en zonas con alta densidad poblacional.

La UPIS Alto Ilo Zona Norte presenta 579 personas con discapacidad, frente a 2,373 sin discapacidad. Se reportan 113 casos de discapacidad motriz y 308 de discapacidad visual, lo cual refuerza la necesidad de implementar espacios públicos sin barreras arquitectónicas, señalética inclusiva y mecanismos de identificación rápida de personas en situación de dependencia, para su evacuación prioritaria.

En UPIS Alto Ilo Zona Sur, se registran 443 personas con discapacidad (de un total de 2,566 sin discapacidad). Las limitaciones visuales (188 personas), auditivas (96) y motrices (81) representan el mayor peso. Esta combinación evidencia una demanda creciente por fortalecer redes comunitarias de apoyo mutuo, brigadas de asistencia y la adaptación del entorno urbano ante posibles evacuaciones masivas.

La Urbanización John F. Kennedy, con 525 personas con discapacidad frente a 1,624 sin discapacidad, refleja una configuración urbana con necesidades importantes de mejora en accesibilidad y cobertura de servicios sociales inclusivos. Destacan los 247 casos de discapacidad visual y los 91 de movilidad reducida, que en conjunto implican alta dependencia funcional y necesidad de soporte durante emergencias.

En el Centro Urbano, se identifican 280 personas con algún tipo de discapacidad, siendo las más frecuentes las visuales (132 personas) y motrices (62). Si bien es una zona consolidada, su infraestructura podría presentar limitaciones físicas para la evacuación rápida, por lo que se requiere un mapeo detallado de rutas accesibles y zonas seguras.

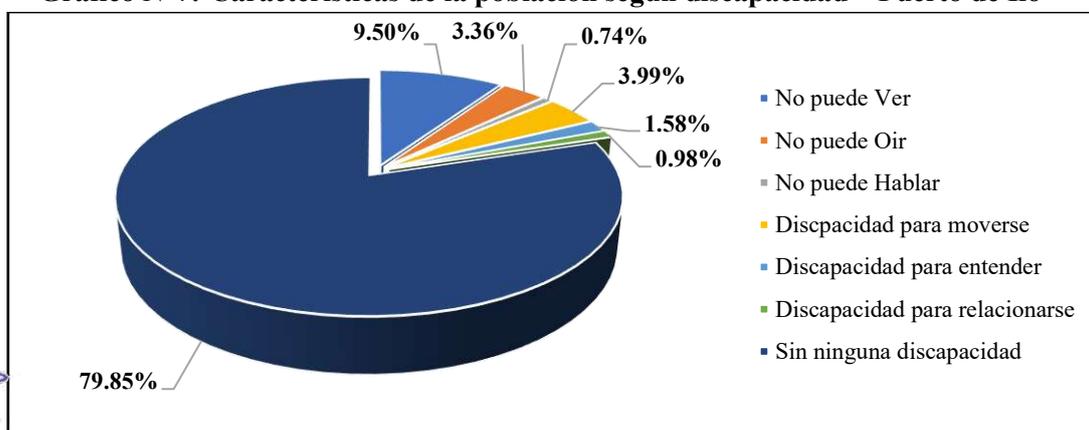
Finalmente, el sector Nylon San Pedro alberga 182 personas con discapacidad, de las cuales 89 presentan limitaciones visuales y 35 motrices. Frente a una población de 1,044 sin discapacidad, este grupo representa una proporción considerable, que requiere ser priorizada en simulacros, campañas de preparación comunitaria y planificación de refugios temporales, ubicados estratégicamente para minimizar la exposición al peligro.

Cuadro N°8: Población según discapacidad – Puerto de Ilo

Población con alguna discapacidad	Población Total	Porcentaje (%)
No puede Ver	2,772	9.50%
No puede Oír	980	3.36%
No puede Hablar	217	0.74%
Discapacidad para moverse	1,165	3.99%
Discapacidad para entender	459	1.58%
Discapacidad para relacionarse	284	0.98%
Sin ninguna discapacidad	23,287	79.85%
Total	29,163	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°7: Características de la población según discapacidad – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

2.3.1.2. Vivienda

a) Tipo de material predominante de las paredes

La composición estructural de las viviendas en el entorno del puerto de Ilo refleja una clara predominancia de materiales modernos y resistentes, principalmente orientados a garantizar estabilidad frente a eventos adversos. Según los datos del año 2025, de un total de 9,601 viviendas evaluadas, el 94.71% (9,094 viviendas) utiliza ladrillo o bloque de cemento como material principal en sus paredes, lo que evidencia edificaciones sólidas y con buena capacidad de resistencia ante fenómenos como sismos o tsunamis. En contraste, un pequeño porcentaje de viviendas aún emplea materiales tradicionales o menos resistentes, como el adobe (0.42%, 40 viviendas) y el tapial o quincha (0.21%, 20 viviendas), los cuales, aunque propios de la arquitectura local, presentan mayor vulnerabilidad estructural. Asimismo, el uso de madera (1.77%, 170 viviendas) y materiales como triplay, calamina o estera (2.47 %, 237 viviendas) refleja la existencia de soluciones alternas, posiblemente de carácter temporal o económico. Finalmente, materiales como piedra con cal o cemento y piedra con barro son poco frecuentes, representando menos del 1% del total, lo que confirma la tendencia hacia construcciones más resistentes en el área urbana de Ilo.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

En cuanto a la distribución por sectores urbanos, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar destaca por su alta densidad, con 2,112 viviendas de ladrillo; sin embargo, también alberga 23 viviendas de triplay/calamina/estera y 18 de madera, lo que evidencia la coexistencia de núcleos vulnerables en un entorno mayoritariamente consolidado. De forma similar, UPIS Alto Ilo Zona Norte, con 1,001 viviendas de ladrillo, presenta 5 viviendas de madera y 9 con materiales precarios, lo cual señala focos de riesgo dentro de un patrón constructivo predominante. En el caso de UPIS Alto Ilo Zona Sur, se reportan 854 viviendas de ladrillo, junto con 7 de madera, 8 de piedra con cal y 5 precarias, lo que sugiere una vulnerabilidad específica y localizada. Por su parte, Centro Urbano I muestra una composición más heterogénea: aunque 594 viviendas son de ladrillo, se identifican 16 de adobe, 15 de quincha o tapia y 5 precarias, reflejando la permanencia de edificaciones tradicionales dentro de una zona urbana consolidada.

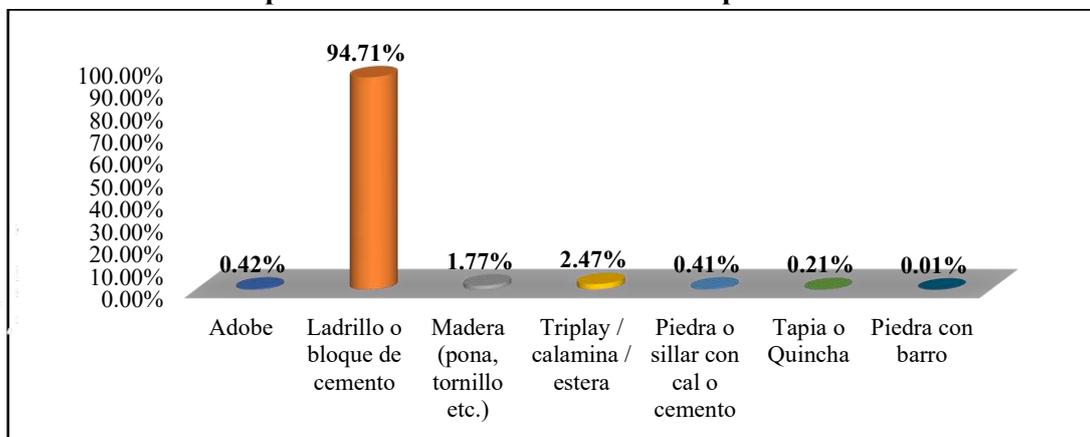
En Urbanización John F. Kennedy, la mayoría de viviendas (686) también son de ladrillo, pero se reportan 13 de madera o materiales precarios, las cuales deben ser consideradas como puntos críticos de intervención. Finalmente, los sectores con mayor vulnerabilidad estructural se encuentran en PROMUVI IX y el Pueblo Joven San Gerónimo. En PROMUVI IX, de aproximadamente 240 viviendas, 38 son de madera y 70 están construidas con materiales precarios; mientras que en San Gerónimo se registran 19 viviendas de madera y 43 precarias, lo que representa una alta exposición directa frente a un eventual tsunami.

Cuadro N°9: Tipo de materiales predominantes en paredes – Puerto de Ilo

Material de construcción predominante en las paredes	Viviendas	Porcentaje (%)
Adobe	40	0.42%
Ladrillo o bloque de cemento	9,094	94.71%
Madera (pona, tornillo etc.)	170	1.77%
Triplay / calamina / estera	237	2.47%
Piedra o sillar con cal o cemento	39	0.41%
Tapia o Quincha	20	0.21%
Piedra con barro	1	0.01%
Total	9,601	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°8: Tipo de Material Predominante de las paredes – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Figura N°33: Viviendas del Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Figura N°34: Viviendas del Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

b) Tipo de material predominante en los techos

En el entorno del puerto de Ilo, la construcción de techos refleja una marcada preferencia por materiales resistentes y duraderos. Según datos del año 2025, de un total de 9,549 viviendas, el 89.03 % (8,501 viviendas) cuenta con techos de concreto armado, lo cual garantiza una alta capacidad estructural frente a eventos sísmicos o tsunamis. En contraste, el 6.67 % (637 viviendas) utiliza planchas de calamina, fibra de cemento u otros materiales livianos que, aunque económicos, ofrecen menor resistencia ante condiciones adversas.

Adicionalmente, un 1.97 % (189 viviendas) presenta techos de triplay, estera o carrizo, y un 1.09 % (104 viviendas) utiliza caña o estera con torta de barro o cemento, mientras que los techos de tejas representan apenas el 1.04 % (100 viviendas). Materiales como madera, paja o palmera son marginales, sumando menos del 1 % del total, lo que confirma una tendencia mayoritaria hacia soluciones estructuralmente sólidas.

A nivel sectorial, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar lidera en número de techos de concreto (1,972), aunque también se registran 124 techos de calamina, 15 precarios y 34 de caña o estera, lo cual pone en evidencia la coexistencia de focos vulnerables en un entorno aparentemente consolidado. En UPIS Alto Ilo Zona Norte, de las 941 viviendas con techos de concreto, se identifican 48 techos de calamina, 13 precarios y 5 de caña, lo que revela núcleos internos con menor capacidad estructural. Por su parte, UPIS Alto Ilo Zona Sur mantiene 792 techos de concreto, pero también presenta 51 de calamina, 7 precarios y 20 de caña, lo que resalta una configuración estructural heterogénea. En Centro Urbano I, aunque predominan los techos de concreto (554), también se registran 43 techos de calamina, 13 de triplay o estera, y 42 de otros materiales como caña, madera o teja, reflejando una diversidad constructiva asociada a viviendas antiguas o autoconstruidas.

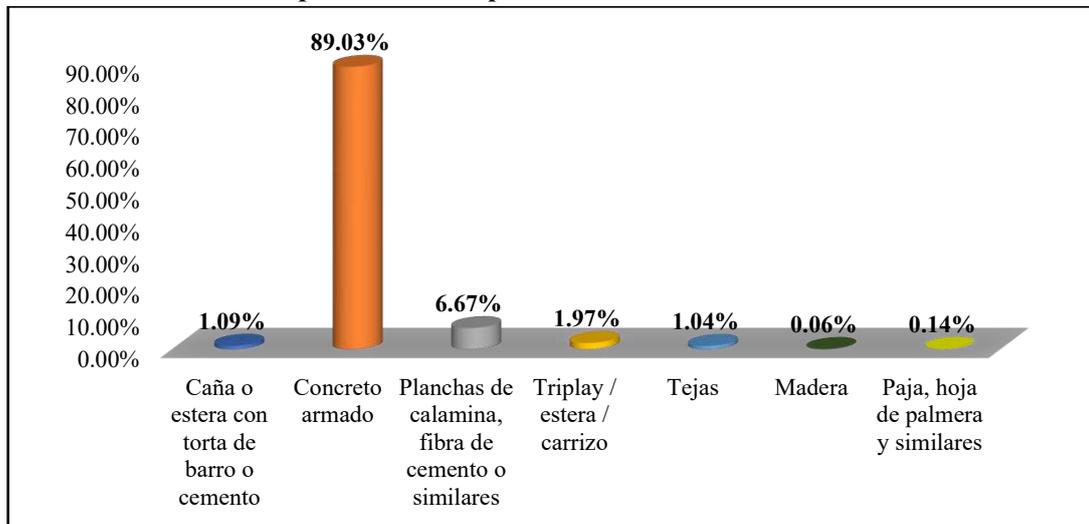
En Urbanización John F. Kennedy, se observan 652 techos de concreto, con 30 techos de calamina y 7 precarios, lo que indica un perfil estructural relativamente sólido, aunque no exento de puntos de riesgo. Finalmente, los sectores de PROMUVI IX y Pueblo Joven San Gerónimo presentan escenarios más críticos: en PROMUVI IX se contabilizan solo 69 techos de concreto, frente a 90 de calamina y 42 precarios, mientras que, en San Gerónimo, de 137 techos de concreto, se reportan 44 de calamina y 27 precarios. Ambos casos reflejan condiciones materiales altamente vulnerables que requieren atención prioritaria en la planificación preventiva y de respuesta ante emergencias.

Cuadro N°10: Tipo de material predominante en techos – Puerto de Ilo

Material de construcción predominante en los techos	Viviendas	Porcentaje (%)
Caña o estera con torta de barro o cemento	104	1.09%
Concreto armado	8,501	89.03%
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	637	6.67%
Triplay / estera / carrizo	189	1.97%
Tejas	100	1.04%
Madera	5	0.06%
Paja, hoja de palmera y similares	13	0.14%
Total	9,549	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°9: Tipo de material predominante en techos – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

c) Tipo de material predominante en los pisos

En el entorno del puerto de Ilo, la mayoría de viviendas presenta pisos de cemento, representando el 53.22 % del total. Este tipo de superficie es común en edificaciones de mediana consolidación, brindando resistencia frente a la humedad y el impacto. Le siguen los pisos con acabados cerámicos, losetas o terrazos, con un 31.49 %, lo cual indica mejores condiciones constructivas y de salubridad. Por su parte, un 7.77 % de viviendas utiliza láminas vinílicas, asfálticas u otros similares, que mejoran el acabado interior, pero presentan limitada resistencia ante el ingreso de agua, especialmente en caso de tsunamis.

Además, el 4.39 % cuenta con pisos de parquet o madera pulida, y un 0.52 % emplea maderas rústicas como pona o tornillo, las cuales son vulnerables ante el contacto con el agua. Finalmente, el 2.61 % de viviendas aún conserva pisos de tierra, lo que representa condiciones de mayor precariedad y riesgo sanitario, al no ofrecer resistencia frente a filtraciones, erosión ni acumulación de agua.

A nivel sectorial, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar destaca por su consolidación estructural: 1,375 viviendas cuentan con piso de cemento y 556 con acabados cerámicos. Sin embargo, también se registran 40 viviendas con piso de tierra y 43 con parquet, evidenciando desigualdades internas. En UPIS Alto Ilo Zona Norte, de 1,039 viviendas, 591 tienen piso de cemento y 329 cerámico; no obstante, persisten 9 viviendas con piso de tierra, lo que refleja la existencia de núcleos vulnerables puntuales.

De manera similar, UPIS Alto Ilo Zona Sur presenta 599 viviendas con pisos de cemento y 198 cerámicos, pero también 19 viviendas con pisos de tierra, lo que sugiere una consolidación parcial. En Centro Urbano I, se evidencia mayor diversidad: 230 pisos de cemento, 267 cerámicos, 78 vinílicos, 38 de parquet y 19 de tierra, reflejando una mezcla entre vivienda formal y autoconstrucción antigua.

En la Urbanización John F. Kennedy, predominan los pisos de cemento (527) y cerámicos (123), aunque también se reportan 16 de tierra y 22 de parquet, lo que resalta la heterogeneidad

interna. Por su parte, en sectores como PROMUVI IX y el Pueblo Joven San Gerónimo, la precariedad es más evidente: PROMUVI IX tiene 36 viviendas con piso de tierra y San Gerónimo 30, lo cual representa una alta vulnerabilidad estructural y social.

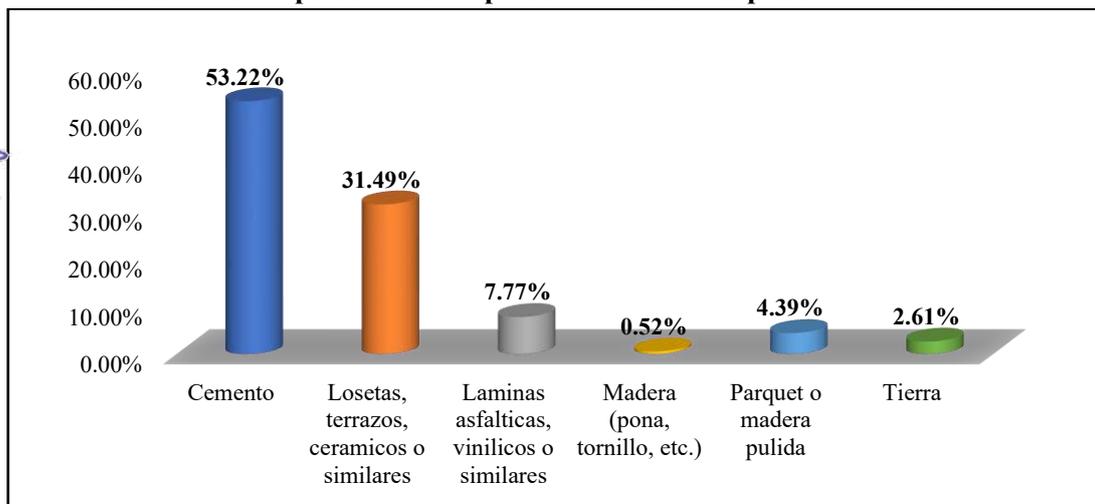
Finalmente, el caso de Garibaldi resulta particular, ya que predominan los acabados de mayor costo: 88 viviendas tienen pisos de parquet, 137 cerámicos y solo 26 de cemento, lo que sugiere un perfil socioeconómico más elevado en comparación con otros sectores urbanos.

Cuadro N°11: Tipo de material predominante en los pisos – Puerto de Ilo

Material predominante en los pisos	Viviendas	Porcentaje (%)
Cemento	5,110	53.22%
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	3,024	31.49%
Laminas asfálticas, vinílicos o similares	746	7.77%
Madera (pona, tornillo, etc.)	50	0.52%
Parque o madera pulida	422	4.39%
Tierra	251	2.61%
Total	9,601	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°10: Tipo de material predominante en los pisos – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

d) Tipo de vivienda

En el área del puerto de Ilo, predomina ampliamente la casa independiente, la cual representa el 92.41 % del total de viviendas, equivalente a 10,904 unidades. Esta predominancia refleja una configuración urbana basada en ocupación individual, asociada generalmente a mayores niveles de autonomía residencial y mejores condiciones de habitabilidad. En segundo lugar, los departamentos en edificios alcanzan el 5.49 % (648 viviendas), lo que evidencia una presencia limitada de construcciones verticales, posiblemente vinculadas a sectores más densamente urbanizados o con desarrollos recientes.

Por otro lado, las viviendas improvisadas, generalmente construidas con materiales precarios y destinadas al uso temporal, representan solo el 0.83 % (98 viviendas), mientras que las viviendas en quinta o vecindad suman el 0.39 % (46 unidades), mostrando formas de convivencia más compartida. El grupo clasificado como “otro tipo de vivienda” representa el 0.87 % (102 unidades), y la existencia de viviendas sin residencia resulta prácticamente insignificante, con solo un caso registrado. En conjunto, estos datos confirman una tipología habitacional homogénea, con baja presencia de formas residenciales informales.

A nivel sectorial, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar destaca como el sector con mayor número de viviendas independientes (2,521), lo cual refleja un cierto nivel de consolidación estructural. Sin embargo, su elevada densidad poblacional convierte a esta zona en un punto crítico en términos de evacuación masiva. Por su parte, UPIS Alto Ilo Zona Norte, con 1,064 viviendas, presenta una tipología más heterogénea: incluye 78 departamentos y 15 viviendas en quinta, lo que sugiere procesos de densificación urbana y presencia de focos de hacinamiento, requiriendo una intervención diferenciada.

Asimismo, UPIS Alto Ilo Zona Sur, con 983 viviendas, mantiene una predominancia clara de casas independientes, aunque se identifican algunas viviendas improvisadas, lo cual señala una consolidación parcial con riesgos localizados. En el Centro Urbano I, que agrupa 818 viviendas entre casas y departamentos, se evidencia una diversidad tipológica significativa y la presencia de 23 viviendas improvisadas, lo que sugiere contrastes internos que deben ser considerados prioritarios en la planificación de evacuación y respuesta ante emergencias.

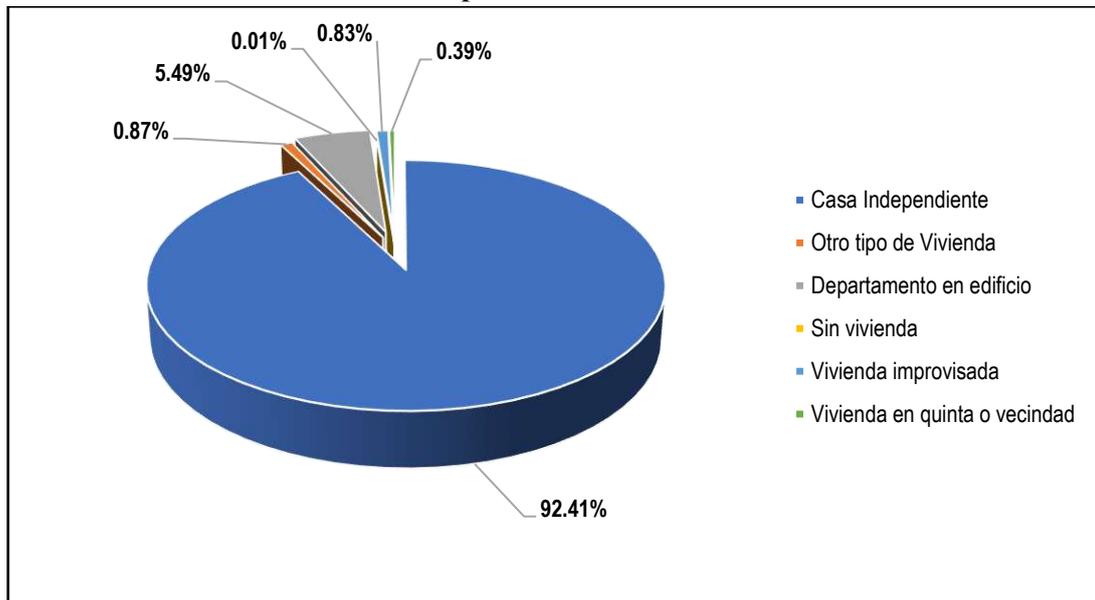
Las urbanizaciones John F. Kennedy (815 viviendas) y Garibaldi (486 viviendas) presentan una configuración más homogénea, con baja presencia de informalidad; sin embargo, su densidad poblacional demanda atención especial desde la gestión del riesgo. Finalmente, sectores como Nylon San Pedro, Bello Horizonte y Túpac Amaru combinan viviendas formales con presencia de unidades improvisadas o de otro tipo, lo que evidencia desigualdades estructurales y barreras sociales que podrían dificultar los procesos de preparación y respuesta ante desastres.

Cuadro N°12: Tipo de vivienda – Puerto de Ilo

Tipo de vivienda	Viviendas	Porcentaje (%)
Casa Independiente	10,904	92.41%
Otro tipo de Vivienda	102	0.87%
Departamento en edificio	648	5.49%
Sin vivienda	1	0.01%
Vivienda improvisada	98	0.83%
Vivienda en quinta o vecindad	46	0.39%
Total	11,799	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°11: Tipo de vivienda – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

e) Tipo de tenencia de vivienda

En el área del puerto de Ilo, predomina la propiedad formal como modalidad de tenencia habitacional. De un total de 9,601 viviendas, el 66.98 % (6,431) son propias con título de propiedad, lo que evidencia un alto grado de formalización, favorable para la planificación urbana y la reducción del riesgo de desastres. No obstante, un 7.20 % (691 viviendas) aún carece de título, lo que refleja una franja de informalidad que requiere atención en términos de saneamiento físico-legal.

Por otro lado, el 17.28 % (1,659 viviendas) se encuentra en condición de alquiler, lo cual podría asociarse a una población en tránsito o a sectores vinculados a la dinámica laboral portuaria. Asimismo, un 8.43 % (809 viviendas) está cedida gratuitamente, ya sea por familiares o instituciones, mientras que un 0.11 % (11 viviendas) presenta otras formas de tenencia, posiblemente asociadas a ocupaciones irregulares.

A nivel sectorial, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar presenta la mayor cantidad de viviendas propias con título (1,685), aunque también registra 233 viviendas en alquiler y 158 cedidas, lo cual sugiere una notable heterogeneidad socioeconómica y presencia de población flotante, posiblemente con menor conocimiento o acceso a protocolos de evacuación.

En UPIS Alto Ilo Zona Norte, 559 viviendas son propias con título, mientras que 283 son alquiladas y 105 cedidas, evidenciando una mezcla entre residentes estables y una proporción significativa de arrendatarios, cuya vinculación con procesos de gestión comunitaria del riesgo podría ser limitada. Por su parte, UPIS Alto Ilo Zona Sur mantiene 578 viviendas con título, 137 alquiladas y 109 cedidas, patrón que refuerza la necesidad de enfoques diferenciados en acciones educativas y de preparación ante desastres.

En Centro Urbano I, aunque se contabilizan 357 viviendas tituladas, la existencia de 197 viviendas en alquiler y 62 cedidas muestra una elevada movilidad poblacional, lo cual puede dificultar la formación de redes comunitarias sólidas para la respuesta rápida.

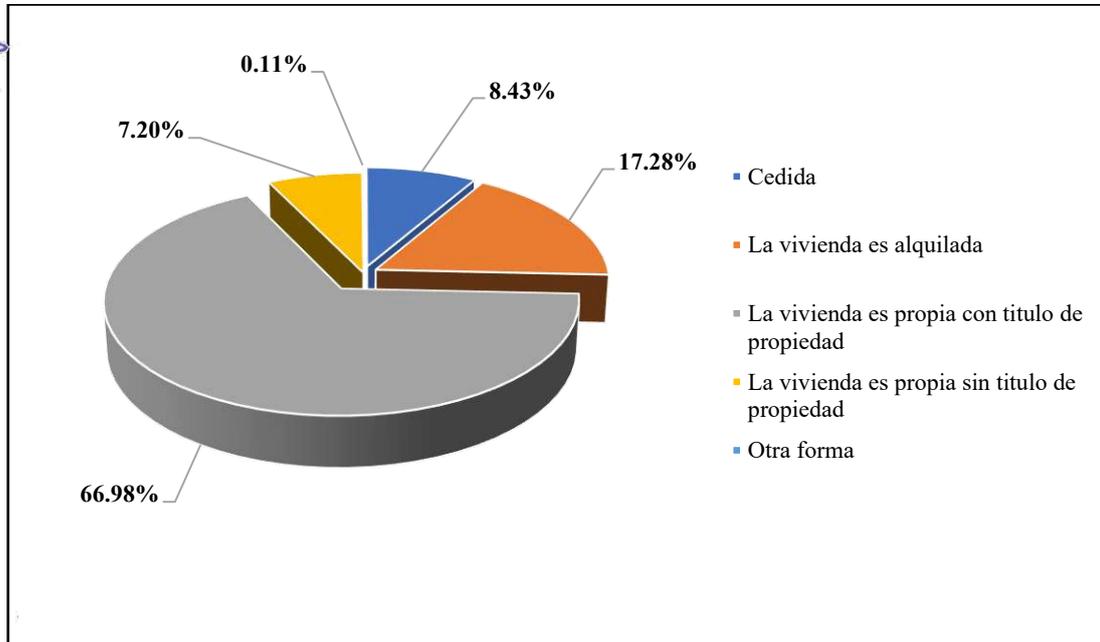
PROMUVI IX representa un caso crítico: si bien cuenta con 141 viviendas propias con título, destaca la elevada proporción de viviendas sin título (89), lo que denota un alto grado de ocupación informal. Esta situación puede excluir a sus residentes de programas de formalización o de apoyo estatal ante emergencias. De manera similar, en Pueblo Joven San Gerónimo, se registran 121 viviendas con título, frente a 63 sin titularidad y 22 en alquiler, lo que refleja debilidades en la seguridad jurídica del suelo en más de un tercio del sector, condicionando su capacidad de resiliencia ante desastres.

Cuadro N°13: Tenencia de vivienda – Puerto de Ilo

La vivienda que ocupa es:	Viviendas	Porcentaje (%)
Cedida	809	8.43%
La vivienda es alquilada	1,659	17.28%
La vivienda es propia con título de propiedad	6,431	66.98%
La vivienda es propia sin título de propiedad	691	7.20%
Otra forma	11	0.11%
Total	9,601	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°12: Tenencia de vivienda – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

f) Condición de ocupación de la vivienda

En el entorno del puerto de Ilo, el 82.09 % (9,601 de 11,696 viviendas) se encuentra ocupado con personas presentes, lo que indica un uso habitacional constante y permanente. Sin embargo, un 6.40 % (749 viviendas) está ocupado con personas ausentes, probablemente vinculado a dinámicas de migración laboral, uso estacional o abandono parcial. Además, un 4.42 % (517 viviendas) se utiliza de forma ocasional, posiblemente como segundas residencias o viviendas recreativas de fin de semana.

Por su parte, el 11.51 % del total corresponde a viviendas desocupadas, divididas en varios casos: el 4.71 % (551 viviendas) está abandonado o cerrado, el 1.53 % (179 viviendas) se encuentra en alquiler o venta, el 0.41 % (48 viviendas) está en construcción o reparación, y el 0.43 % (50 viviendas) presenta otras causas como litigios o herencias no resueltas.

A nivel sectorial, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar destaca con 2,167 viviendas habitadas y 67 de uso ocasional, pero también presenta 124 viviendas cerradas y 15 en venta o alquiler, lo cual sugiere la coexistencia de ocupación densa con sectores inactivos o intermitentes, que podrían dificultar acciones de emergencia. En UPIS Alto Ilo Zona Norte, 1,020 viviendas están ocupadas con personas presentes; sin embargo, se reportan 31 abandonadas, 8 en venta o alquiler y 22 de uso ocasional, situación que podría influir en la efectividad de las medidas de evacuación y monitoreo comunitario. En UPIS Alto Ilo Zona Sur, con 878 viviendas habitadas, también se identifican 55 viviendas cerradas y 11 ocasionales, lo que implica riesgos estructurales por falta de mantenimiento y una posible exposición a la ocupación informal.

El Centro Urbano, pese a su consolidación, presenta 652 viviendas habitadas y 32 con personas ausentes, además de 53 desocupadas o cerradas, lo que evidencia una rotación poblacional que puede limitar la eficacia de redes vecinales organizadas.

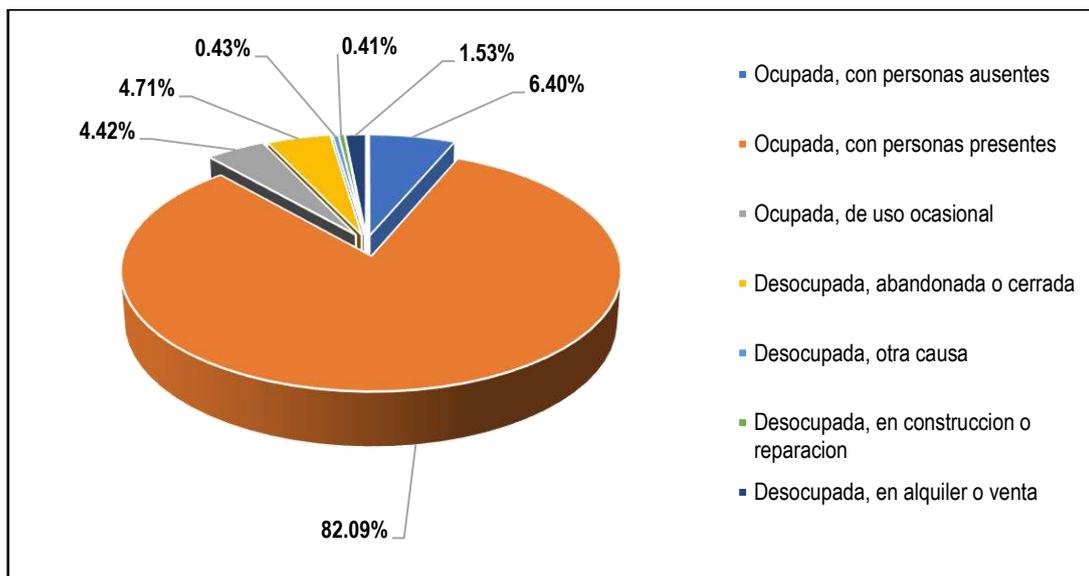
Finalmente, sectores como John F. Kennedy y Villa del Mar mantienen una alta tasa de ocupación, aunque con 49 y 46 viviendas desocupadas o de uso ocasional, respectivamente, lo que refleja cierta fragmentación interna y riesgo en caso de emergencia por desconocimiento del estado real de habitabilidad.

Cuadro N°14: Condición de ocupación de la vivienda – Puerto de Ilo

Condición de ocupación de la vivienda	Viviendas	Porcentaje (%)
Ocupada, con personas ausentes	749	6.40%
Ocupada, con personas presentes	9,601	82.09%
Ocupada, de uso ocasional	517	4.42%
Desocupada, abandonada o cerrada	551	4.71%
Desocupada, otra causa	50	0.43%
Desocupada, en construcción o reparación	48	0.41%
Desocupada, en alquiler o venta	179	1.53%
Total	11,696	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°13: Tenencia de vivienda – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

2.3.1.3. Servicios básicos

a) Tipo de abastecimiento de agua

En el entorno del puerto de Ilo, el acceso al agua potable presenta una cobertura predominantemente formal y domiciliaria. Del total de 9,601 viviendas, el 93.53 % (8,980) cuenta con red pública de agua dentro de la vivienda, lo que garantiza condiciones adecuadas de higiene, salubridad y preparación ante emergencias. A esto se suma un 4.94 % (474 viviendas) que accede al servicio mediante una conexión externa pero dentro de la misma edificación, lo cual, si bien limita la comodidad, mantiene el acceso formal.

En contraste, un 1.04 % (100 viviendas) se abastece a través de pilones o piletas de uso público, reflejando situaciones de infraestructura compartida propias de zonas con menor consolidación. Asimismo, el 0.39 % (38 viviendas) utiliza camiones cisterna u otros medios eventuales, mientras que el acceso por pozo subterráneo (0.06 %) y otras formas (0.04 %) corresponde a condiciones excepcionales y potencialmente precarias.

Asimismo, realizando el análisis a nivel de urbanizaciones, se observa que la UPIS Miramar concentra el mayor número de viviendas con red pública directa (2,063), pero también presenta 94 conexiones externas y un pequeño número de casos con pilones y formas no especificadas, lo cual evidencia núcleos con infraestructura compartida o limitada. En UPIS Alto Ilo Zona Norte, 937 viviendas disponen de conexión interna y 78 externa; sin embargo, se identifican 3 viviendas con pozo y una con pilón, lo que indica focos con menor nivel de acceso, que deben considerarse en planes de contingencia hídrica. En UPIS Alto Ilo Zona Sur, la cobertura es igualmente alta (865 viviendas con conexión interna y 11 externas), aunque persisten 3 viviendas con abastecimiento desde pilones públicos, lo que sugiere rezagos en infraestructura domiciliaria en sectores específicos.

En zonas como Centro Urbano I y II, si bien la red pública dentro de la vivienda es predominante (615 y 108 viviendas respectivamente), se mantiene un número relevante de

conexiones externas (36 y 4), lo que podría implicar limitaciones para la atención individualizada en caso de emergencia hídrica.

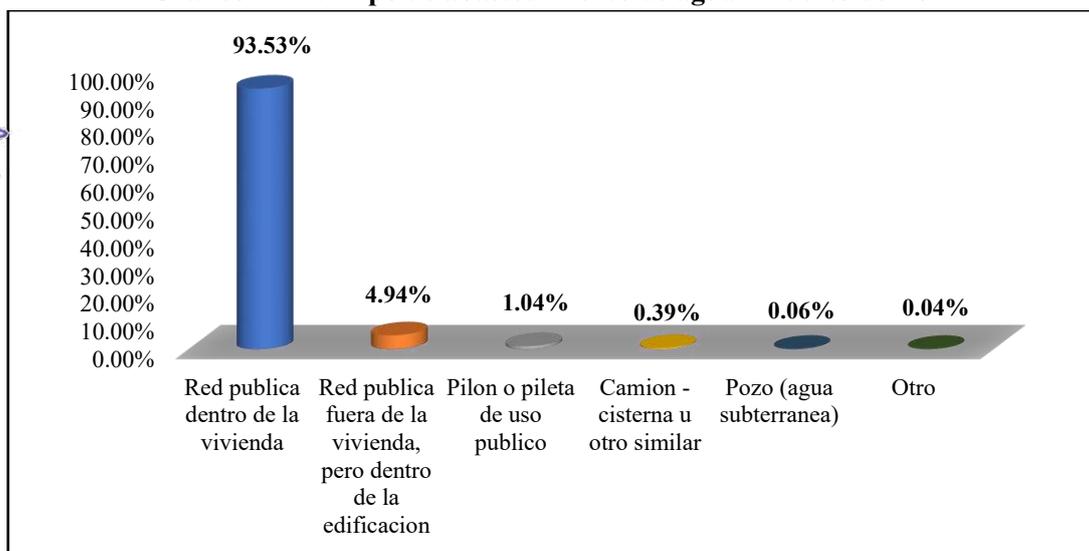
Finalmente, el Pueblo Joven San Gerónimo presenta una situación más vulnerable: aunque 149 viviendas tienen red interna, 55 dependen aún de piletas públicas y 7 de conexiones externas, reflejando condiciones estructurales básicas y posibles dificultades para el acceso continuo al agua en contextos críticos.

Cuadro N°15: Tipo de abastecimiento de agua – Puerto de Ilo

Abastecimiento de agua en la vivienda	Viviendas	Porcentaje (%)
Red pública dentro de la vivienda	8,980	93.53%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	474	4.94%
Pilón o pileta de uso publico	100	1.04%
Camión - cisterna u otro similar	38	0.39%
Pozo (agua subterránea)	5	0.06%
Otro	4	0.04%
Total	9,601	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°14: Tipo de abastecimiento de agua – Puerto de Ilo



Fuente: INEI - Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

b) Servicios higiénicos

En el entorno del puerto de Ilo, la gran mayoría de viviendas presenta acceso adecuado a sistemas formales de eliminación de excretas. De las 9,601 viviendas analizadas, el 93.31 % (8,959) cuenta con red pública de desagüe al interior de la vivienda, lo que asegura condiciones básicas de salubridad y control sanitario. Asimismo, un 5.04 % (483) dispone de conexión externa dentro del predio, lo cual, si bien limita la comodidad, representa una forma aceptable de saneamiento.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

En menor proporción, se identifican viviendas que emplean pozo séptico, tanque séptico o biodigestor (0.74 %) o pozo ciego/negro (0.72 %), reflejando soluciones descentralizadas asociadas a infraestructura incompleta. También se reportan casos excepcionales que aún utilizan letrinas tratadas (0.11 %), otros sistemas (0.06 %) o defecan al aire libre (0.03 %), evidenciando focos críticos de vulnerabilidad sanitaria.

A nivel sectorial, la UPIS Miramar registra la mayor cobertura formal con 2,054 viviendas conectadas internamente, aunque se observan 5 letrinas y 2 pozos, lo cual revela focos sanitarios deficitarios. En UPIS Alto Ilo Zona Norte, la cobertura también es significativa (955 internas y 62 externas), aunque se reportan 3 pozos ciegos, indicando una consolidación parcial.

En UPIS Alto Ilo Zona Sur, la uniformidad es mayor, con 866 viviendas con red interna y 12 externas, sin registros de sistemas alternativos, lo cual facilita intervenciones técnicas focalizadas. Centro Urbano I, por su parte, combina alta cobertura (618 internas, 30 externas) con 4 pozos sépticos, mostrando una infraestructura mixta entre formal y descentralizada.

Urbanizaciones como Villa del Mar (307 internas, 61 externas), John F. Kennedy (656 y 40) y Garibaldi (298 y 18) evidencian una cobertura adecuada, aunque la presencia de redes externas refleja una infraestructura aún en proceso de modernización, con implicancias para la gestión de saneamiento en contextos de emergencia.

Casos como el Pueblo Joven San Gerónimo son más críticos: si bien 148 viviendas cuentan con red interna, se registran 43 pozos ciegos, 15 pozos sépticos y 1 caso de defecación al aire libre, situación que representa un alto riesgo epidemiológico ante un evento súbito como un tsunami.

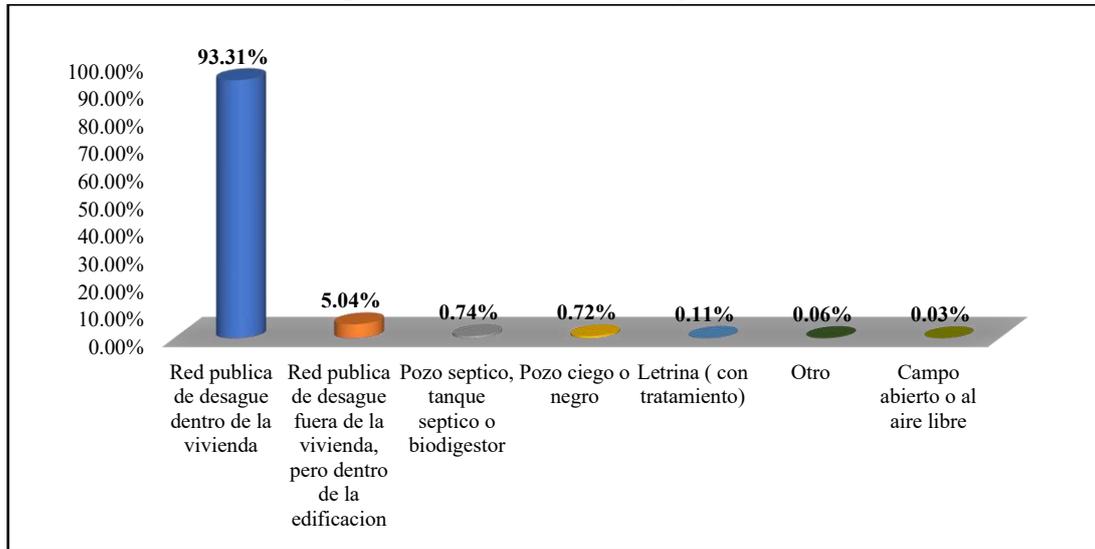
Finalmente, urbanizaciones como PROMUVI IX y sectores periféricos como Ex Pesca Perú presentan niveles importantes de precariedad, con infraestructura rudimentaria (pozos, letrinas, biodigestores) que deben ser priorizados en las estrategias de mitigación y reubicación temporal post-desastre.

Cuadro N°16: Disponibilidad de servicios higiénicos – Puerto de Ilo

Servicio higiénico que tiene la vivienda	Viviendas	Porcentaje (%)
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	8,959	93.31%
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	483	5.04%
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	71	0.74%
Pozo ciego o negro	69	0.72%
Letrina (con tratamiento)	11	0.11%
Otro	5	0.06%
Campo abierto o al aire libre	3	0.03%
Total	9,601	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°15: Disponibilidad de servicios higiénicos – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

c) Servicios energía eléctrica

En el entorno del puerto de Ilo, el acceso al servicio de energía eléctrica mediante red pública es ampliamente generalizado, aunque presenta variaciones significativas por zonas. De un total de 9,519 viviendas, el 54.07% (5,147 viviendas) se ubica en sectores donde más del 80% de las unidades habitacionales disponen del servicio, reflejando una cobertura adecuada y estable.

Sin embargo, se evidencia una distribución desigual. El 16.38% (1,560 viviendas) pertenece a áreas con una cobertura menor al 80%, el 10.81% (1,029 viviendas) a zonas con menos del 60%, y un 13.00% (1,238 viviendas) a sectores donde menos del 40% tiene acceso al servicio. Finalmente, el 5.73% (545 viviendas) se localiza en áreas de muy baja cobertura, con presencia eléctrica en menos del 20% de las viviendas, situación que implica un alto nivel de vulnerabilidad energética.

A nivel sectorial, UPIS Alto Ilo Zona Norte y Zona Sur presentan las mejores condiciones: 964 y 760 viviendas, respectivamente, con cobertura superior al 80%, lo cual favorece la operatividad de sistemas eléctricos en emergencias. No obstante, ambas zonas también reportan viviendas con acceso limitado, posiblemente por procesos de urbanización informal.

En contraste, el Centro Urbano I presenta una distribución heterogénea, con 217 viviendas por encima del 80%, pero también con 127 viviendas por debajo del 40% y 96 por debajo del 60%, lo que genera segmentación crítica para la continuidad del servicio durante emergencias. En cuanto a UPIS Miramar, si bien 1,403 viviendas se encuentran en el rango más alto de cobertura, aún se registran 63 viviendas con acceso menor al 20% y 149 por debajo del 60%, revelando núcleos internos no consolidados energéticamente. Urbanizaciones como Ex Pesca Perú, Petroperú, Áreas Públicas, Municipalidad y Southern Peru Corporation presentan alta cobertura eléctrica integral, lo cual facilita la resiliencia operativa. Por el contrario, sectores como PROMUVI IX, PP. JJ. Miguel Grau, Garibaldi y John F. Kennedy presentan alta dispersión en el acceso, comprometiendo la funcionalidad de sistemas de comunicación y alumbrado de emergencia.

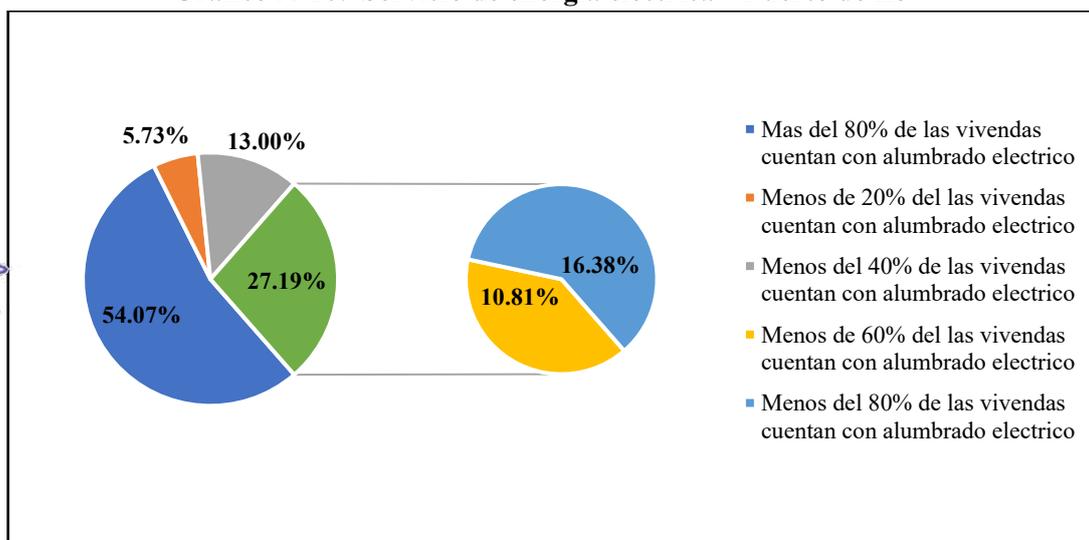
Finalmente, los casos más críticos se identifican en Asociaciones Rurales (solo 3 viviendas con acceso menor al 20 %), así como en Santa Rosa, Bello Horizonte II y Montérriico, donde la precariedad en la infraestructura eléctrica limita severamente la capacidad de respuesta comunitaria ante eventos súbitos.

Cuadro N°17: Servicio de energía eléctrica – Puerto de Ilo

La vivienda tiene alumbrado eléctrico por red pública	Viviendas	Porcentaje (%)
Mas del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	5,147	54.07%
Menos de 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	545	5.73%
Menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	1,238	13.00%
Menos de 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	1,029	10.81%
Menos del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	1,560	16.38%
Total	9,519	100%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°16: Servicio de energía eléctrica – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

2.3.1.4. Aspectos educativos

a) Nivel educativo

La estructura educativa de la población asentada en el entorno del puerto de Ilo evidencia un perfil mayoritariamente compuesto por personas con instrucción secundaria y superior, lo que refleja un nivel medio-alto de capital educativo, favorable para la implementación de estrategias de preparación y respuesta ante emergencias. De una población total de 26,679 personas, el 31.71% (8,460 personas) ha alcanzado el nivel de educación secundaria, seguido por el 20.75% (5,537 personas) con estudios superiores universitarios, y el 18.47% (4,929 personas) con formación técnica o superior no universitaria.

El 20.20% (5,390 personas) solo ha completado la educación primaria, y un 3.90% (1,042 personas) cursó únicamente educación inicial, mientras que el 3.20% (854 personas) no

registra ningún nivel de instrucción formal, lo cual representa una franja de alta vulnerabilidad educativa. El acceso a educación básica especial es marginal, con apenas 67 personas (0.25%). Finalmente, un 1.50% (401 personas) ha alcanzado estudios de posgrado, lo que, si bien es un porcentaje reducido, representa una presencia estratégica de capital humano especializado.

A nivel territorial, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar concentra la mayor cantidad de población en términos absolutos y educativos: 1,966 personas con secundaria, 1,493 con primaria, 1,164 con formación técnica y 1,133 con estudios universitarios. También se reportan 244 personas en educación inicial, 56 con posgrado, 222 sin instrucción formal y 19 con educación especial. Esta composición revela una base educativa significativa, aunque la existencia de un sector con baja escolaridad exige estrategias de comunicación accesible, con énfasis en lo visual, oral y comunitario, especialmente en simulacros y procesos de evacuación. La UPIS Alto Ilo Zona Norte, que incluye sectores como Arenal y San Pedro, presenta 946 personas con secundaria, 530 con primaria, 545 con estudios universitarios, 512 con formación técnica, 115 con inicial, 43 con posgrado, y 53 personas sin instrucción formal. Este perfil permite aprovechar el nivel educativo local para organizar redes comunitarias capacitadas, siempre que se integren mecanismos de inclusión para los grupos con menor escolaridad. En la UPIS Alto Ilo Zona Sur, que comprende sectores como Nylon y Chalaca, se identifican 775 personas con secundaria, 586 con primaria, 423 con estudios técnicos y 353 con formación universitaria. Se suman 98 personas con nivel inicial, 25 con posgrado, y 98 sin nivel educativo. Este patrón educativo, si bien favorable, también muestra una proporción preocupante de personas sin instrucción, por lo que se requiere reforzar los canales informativos interpersonales y comunitarios.



La Urbanización John F. Kennedy presenta un volumen educativo considerable, con 652 personas con secundaria, 514 con primaria, 324 con formación técnica, 277 con estudios universitarios, además de 73 personas en nivel inicial, 11 con posgrado y 80 sin instrucción formal. Esta configuración sugiere que los líderes vecinales con mayor nivel educativo pueden actuar como multiplicadores de conocimiento, promoviendo la comprensión de rutas de evacuación y protocolos de seguridad.



En el Centro Urbano, se reportan 508 personas con secundaria, 514 con formación universitaria, 365 con formación técnica, y 220 con primaria. También hay 47 personas con inicial, 42 con estudios de posgrado, y solo 19 sin instrucción, lo que indica un entorno urbano con condiciones óptimas para liderar experiencias piloto en gestión del riesgo comunitario, sobre todo si se articulan con instituciones educativas locales. En el sector Nylon San Pedro, se identifican 464 personas con secundaria, 190 con primaria, 198 con estudios técnicos, 235 con universitarios, además de 40 con nivel inicial, 9 con posgrado, y 18 sin educación formal. Aunque el perfil general es favorable, la existencia de población con baja escolaridad exige acciones focalizadas de alfabetización funcional en riesgo, mediante campañas accesibles y apoyo vecinal.

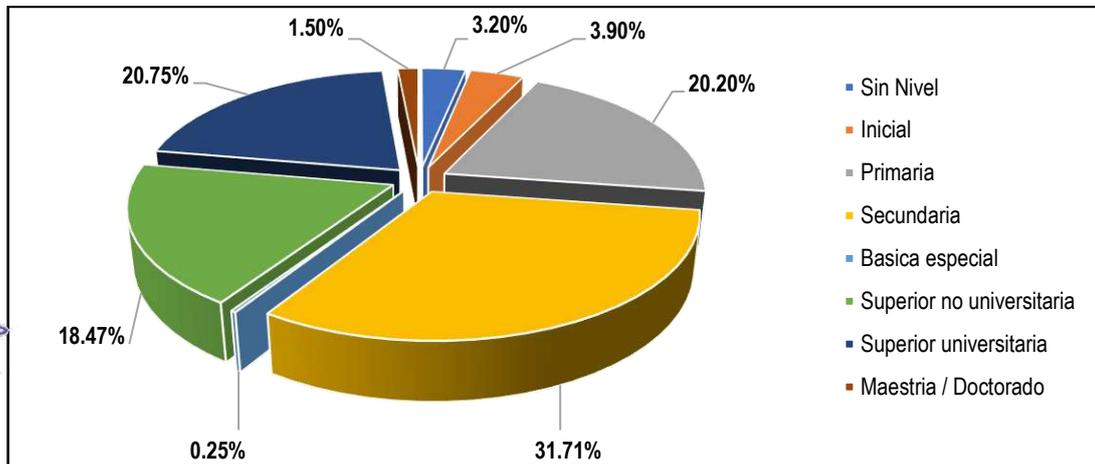
Finalmente, en Villa del Mar, el panorama educativo es particularmente alto: 348 personas con estudios universitarios, 213 con secundaria, 146 con formación técnica, y 147 con primaria. Se registran también 36 personas con inicial, 55 con posgrado y 20 sin nivel educativo. Este perfil educativo avanzado convierte a esta urbanización en un espacio estratégico para la promoción del liderazgo local, la creación de redes de brigadistas voluntarios y la difusión de contenidos especializados sobre gestión del riesgo de tsunamis.

Cuadro N°18: Servicio de educación – Puerto de Ilo

Nivel de estudio	Población Total	Porcentaje (%)
Sin Nivel	854	3.20%
Inicial	1,042	3.90%
Primaria	5,390	20.20%
Secundaria	8,460	31.71%
Básica especial	67	0.25%
Superior no universitaria	4,929	18.47%
Superior universitaria	5,537	20.75%
Maestría / Doctorado	401	1.50%
Total	26,679	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°17: Servicio de educación – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

2.3.1.5. Aspectos de salud

a) Tipo de seguro

En los sectores próximos al puerto de Ilo, la cobertura de salud refleja una presencia mayoritaria de afiliación al Seguro Social de Salud (EsSalud), con un total de 13,731 personas, equivalente al 49.33% de la población. Esta proporción representa un indicador positivo en términos de acceso a servicios médicos, especialmente en contextos urbanos con empleo formal. Le sigue el Seguro Integral de Salud (SIS), con 6,408 personas afiliadas (23.03%), lo cual evidencia la existencia de una proporción significativa de población en situación de vulnerabilidad socioeconómica que accede a la atención médica a través de este régimen subsidiado.

En proporciones menores, se registra afiliación a los seguros de las Fuerzas Armadas y Policiales (1.63%, 453 personas), seguros privados (4.52%, 1,258 personas), y otros tipos de seguro (1.76%, 491 personas). Estas cifras reflejan una diversificación parcial del sistema de aseguramiento en salud, vinculada a sectores con mayores niveles de ingresos o dependencia institucional. No obstante, 5,491 personas (19.73%) de la población total no cuentan con

ningún tipo de seguro médico, lo que constituye una brecha significativa de protección sanitaria y un factor crítico de vulnerabilidad ante eventos de origen natural como un tsunami. Esta población se encuentra en situación de alto riesgo frente a emergencias, ya que su acceso a los servicios de salud puede verse limitado o postergado en escenarios de alta demanda.

A nivel de urbanizaciones, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar concentra la mayor cantidad de personas aseguradas: 3,144 afiliadas a EsSalud, 1,651 al SIS, 256 con seguros privados, 89 con otros seguros y 77 afiliadas a FF.AA. Sin embargo, se identifican 1,332 personas sin seguro, lo que representa un núcleo considerable de alta vulnerabilidad sanitaria. Este escenario sugiere la necesidad de fortalecer mecanismos de atención comunitaria inmediata, brigadas médicas voluntarias y estrategias de afiliación acelerada al SIS, especialmente para las personas en situación de pobreza o informalidad laboral.

En la UPIS Alto Ilo Zona Norte, que comprende los barrios Arenal y San Pedro, se reportan 1,499 afiliados a EsSalud, 632 al SIS, 109 con seguro privado, 53 con otros seguros, y 37 vinculados a las FFAA. A pesar de estos niveles de aseguramiento, 528 personas no cuentan con ningún tipo de seguro, lo cual representa una franja crítica que debe ser considerada en los planes de salud post-evacuación, incluyendo su priorización en los albergues temporales.

La UPIS Alto Ilo Zona Sur, integrada por sectores como Nylon y Chalaca, presenta 1,152 afiliados a EsSalud, 707 al SIS, 77 con seguros privados, 67 con otros seguros y 25 afiliados a las FFAA. Sin embargo, 450 personas sin cobertura médica evidencian un vacío estructural en el aseguramiento sanitario, que podría limitar la atención médica inmediata en un escenario post-tsunami.

En la Urbanización Popular de Interés Social John F. Kennedy, se reportan 828 personas afiliadas a EsSalud, 642 al SIS, 64 con seguro privado, 15 con otros seguros, y 9 vinculadas a las FFAA, mientras que 445 personas carecen de seguro. Esta proporción, cercana al 20%, obliga a implementar estrategias de vigilancia epidemiológica comunitaria y atención descentralizada, para no colapsar los centros de salud convencionales.

El Centro Urbano, caracterizado por una elevada presencia de empleo formal, registra 902 afiliados a EsSalud, 256 al SIS, 91 con seguros privados, 40 con otros seguros y 103 vinculados a las FFAA, sin embargo, 409 personas no tienen seguro, lo que sugiere la necesidad de reforzar los vínculos entre la comunidad y los servicios públicos de salud primaria, para garantizar atención equitativa.

En el sector Nylon San Pedro, se identifican 556 personas afiliadas a EsSalud, 287 al SIS, 34 con seguro privado, 15 con otros seguros, y 11 afiliadas a las FF.AA. Sin embargo, 295 personas sin seguro exponen una brecha de acceso que debe ser abordada desde los planes de preparación y respuesta, asegurando puestos de salud móviles o brigadas de emergencia.

Finalmente, la urbanización Villa del Mar, con un perfil socioeconómico más favorable, reporta 630 afiliados a EsSalud, 94 al SIS, 134 con seguro privado, 26 con otros seguros, y 6 vinculados a FF.AA. A pesar de ello, 138 personas sin seguro reflejan la persistencia de condiciones de informalidad o exclusión del sistema de salud, lo cual requiere estrategias de afiliación masiva e integración de esta población al sistema de protección sanitaria.

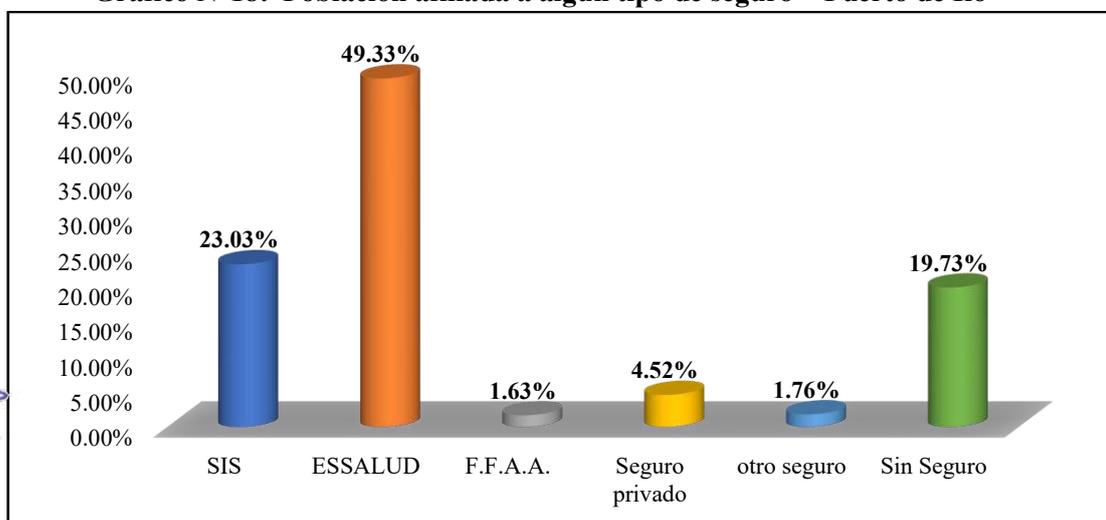
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°19: Población afiliada a algún tipo de seguro – Puerto de Ilo

Población afiliada a algún tipo de seguro	Población Total	Porcentaje (%)
SIS	6,408	23.03%
ESSALUD	13,731	49.33%
F.F.A.A.	453	1.63%
Seguro privado	1,258	4.52%
otro seguro	491	1.76%
Sin Seguro	5,491	19.73%
Total	27,831	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°18: Población afiliada a algún tipo de seguro – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

2.3.1.6. Aspecto equipamental

a) Instituciones educativas

Según la Ley N°28044, la educación es un proceso de enseñanza y aprendizaje que contribuye a la formación integral de las personas, mediante el desarrollo de sus potencialidades a la cultura y desarrollo de la familia, se desarrolla en instituciones educativas en diferentes ámbitos de la sociedad.

Una institución educativa es la principal instancia de gestión del sistema educativa, puede ser público o privado donde se lleva a cabo la prestación de servicio de educación, estas instituciones deberán estar registradas en el padrón de instituciones educativas, además de poseer un código modular y código local escolar.

Según la información proporcionada por el sistema de Información de la Calidad Educativa (ESCALE), el área de estudio cuenta con un total de 68 Instituciones Educativas.

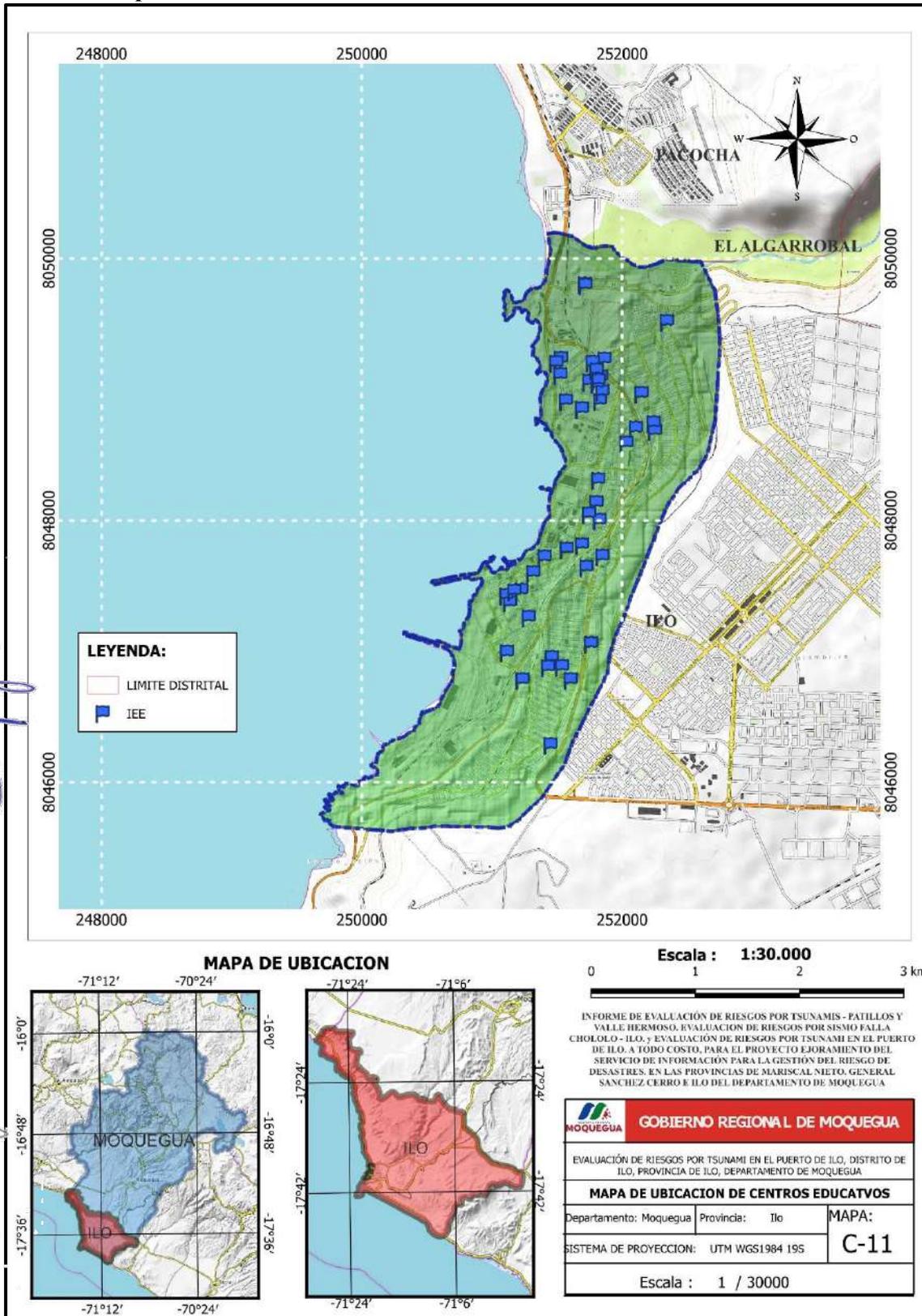
Cuadro N°20: Clasificación de centros educativos en el área de estudio

Nivel / Modalidad	Gestión / Dependencia		Total
	Privada	Pública	
Básica Alternativa - Avanzado	1	1	2
Básica Alternativa - Inicial e Intermedio		1	1
Básica Especial - Inicial		1	1
Básica Especial - Primaria		1	1
Inicial - Cuna Jardín	2	2	4
Inicial - Jardín	5	9	14
Inicial No Escolarizado		10	10
Primaria	6	10	16
Secundaria	4	4	8
Superior Tecnológica	1		1
Técnico Productiva - CETPRO	8	2	10
Total	27	41	68

Fuente: ESCALE – MINEDU.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°10: Ubicación de instituciones educativas en el área de estudio



Fuente: Trabajo de campo – Elaboración propia

b) Establecimientos de salud

La Organización Panamericana de la Salud menciona que el acceso a la salud implica a todas las personas y comunidades sin distinción alguna, de raza, edad, religión, et casi como el acceso a medicamentos de calidad, seguros eficaces y asequibles de modo que los usuarios no se expongan a dificultades financieras y los grupos en situación de vulnerabilidad. El Ministerio de Salud define a los establecimientos de salud a aquellos que realizan atención de salud con fines de prevención, promoción diagnóstico tratamiento y rehabilitación para mantener o restablecer la salud de las personas. Estos establecimientos están categorizados según el nivel de atención, esta implementado con recursos humanos, materiales, equipos, etc. Para la atención integral de las personas. La problemática del sector salud se genera por diversos factores uno de ellos, la pobreza además del escaso conocimiento sobre la prevención de las enfermedades entre otros aspectos aumentando la vulnerabilidad de la población.

En el siguiente cuadro podemos observar los establecimientos de salud existentes en el área de estudio.

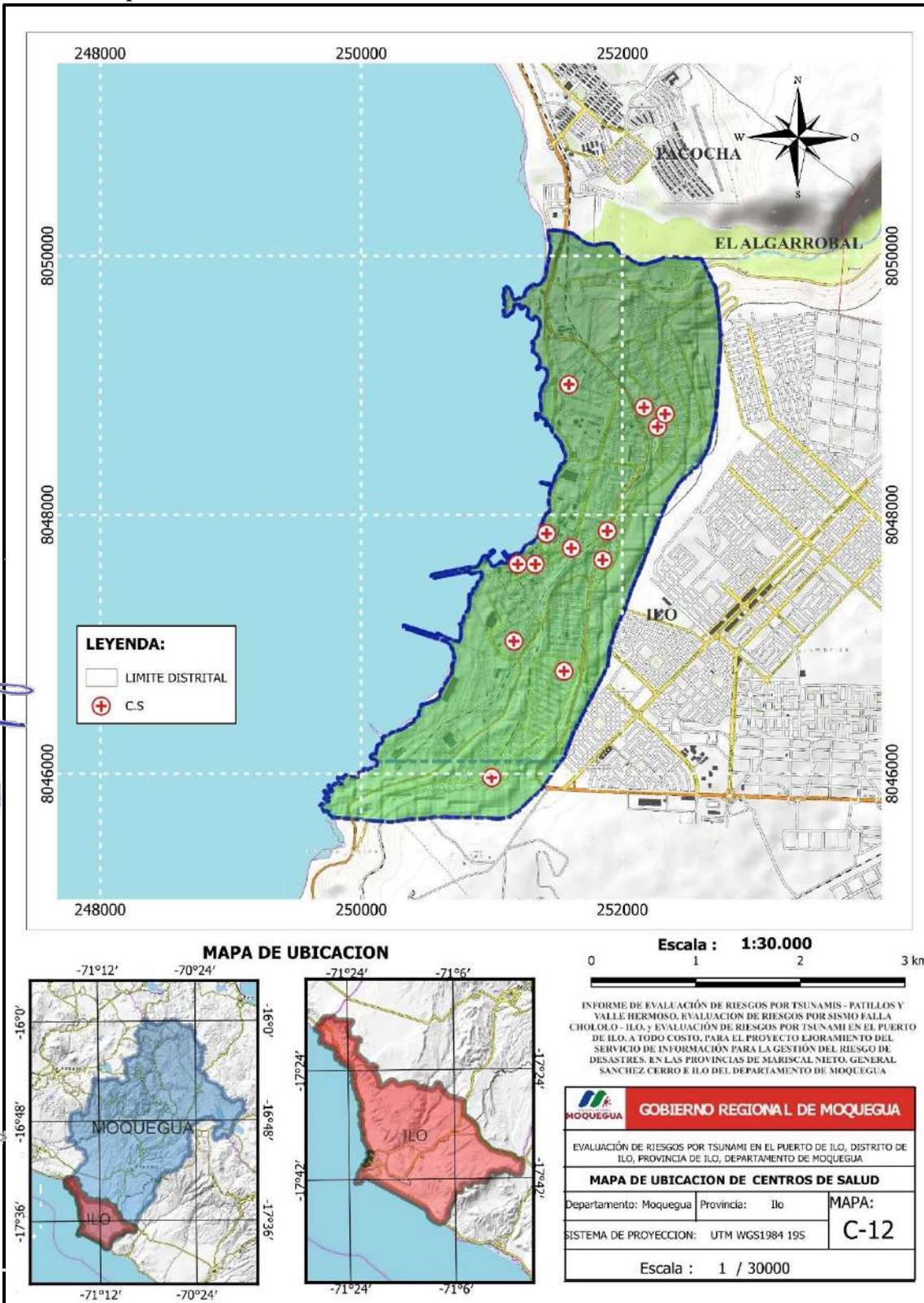
Cuadro N°21: Establecimientos de salud en el área de estudio

Institución	Clasificación	Nombre del establecimiento	Micro red	Categoría					Total	
				I-1	I-2	I-3	II-1	S.C.		
ESSALUD	HOSPITALES O CLINICAS DE ATENCION ESPECIALIZADA	HOSPITAL II ILO					1		1	
GOBIERNO REGIONAL	CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	C. S. Mental Comunitario Dr. César Gallardo	ILO			1			1	
		C.S. ALTO ILO	ILO			1			1	
		C.S. MIRAMAR	ILO			1			1	
	HOGARES PROTEGIDOS	HOGAR PROTEGIDO ILO	ILO					1	1	
	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD	P.S. 18 DE MAYO	ILO		1					1
		P.S. JHON F. KENNEDY	ILO		1					1
P.S. VARADERO		ILO		1					1	
PRIVADO	CENTRO ODONTOLOGICO	DOCTOR MUELITA		1					1	
	CENTROS DE SALUD O CENTROS MEDICOS	BIENESTAR CENTRO DE SALUD E.I.R.L.				1			1	
		LABORAL CONTROL E.I.R.L.				1			1	
		SERVICIOS MEDICOS SAGRADO CORAZON E.I.R.L.				1			1	
	CENTROS MEDICOS ESPECIALIZADOS	Centro Médico Especializado MMD 4M EIRL				1			1	
		CENTRO MÉDICO JERUSALEN				1			1	
	POLICLINICOS	CLINICA SAGRADO CORAZON				1			1	
		ILOMED S.A.C.				1			1	
		POLICLINICO SERVIMEDIQ				1			1	
SANIDAD DE LA PNP	PUESTOS DE SALUD O POSTAS DE SALUD	POSTA MEDICA POLICIAL ILO		1				1		
Total				1	4	11	1	1	18	

Fuente: RENIPRESS - MINSA

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°11: Ubicación de establecimientos de salud en el área de estudio



Fuente: Trabajo de campo – Elaboración propia

c) Comisarias

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), las comisarías son dependencias policiales cuya función principal es mantener el orden público, además de realizar labores preventivas, de investigación y control en el ámbito de su jurisdicción. Asimismo, cumplen un rol clave en la atención y respuesta ante situaciones de emergencia, brindando servicios de protección civil en casos de desastres o riesgos que afecten a la población.

El área de estudio cuenta con una comisaría ubicada en el distrito de Ilo, el cual forma parte de la División Policial (DIVOPUS) Moquegua.

Cuadro N°22: Ubicación de comisarías en el área de estudio

Comisarias del área de estudio					
Provincia	Distrito	Comisaria	División Policial	Tipo	Resolución de Aprobación
Ilo	Ilo	CPNP ILO	DIVOPUS MOQUEGUA	A	Aprobado con Resolución de Comandancia General de la Policía Nacional N° 149-2020-CG PNP/ SCG del 30MAY2020

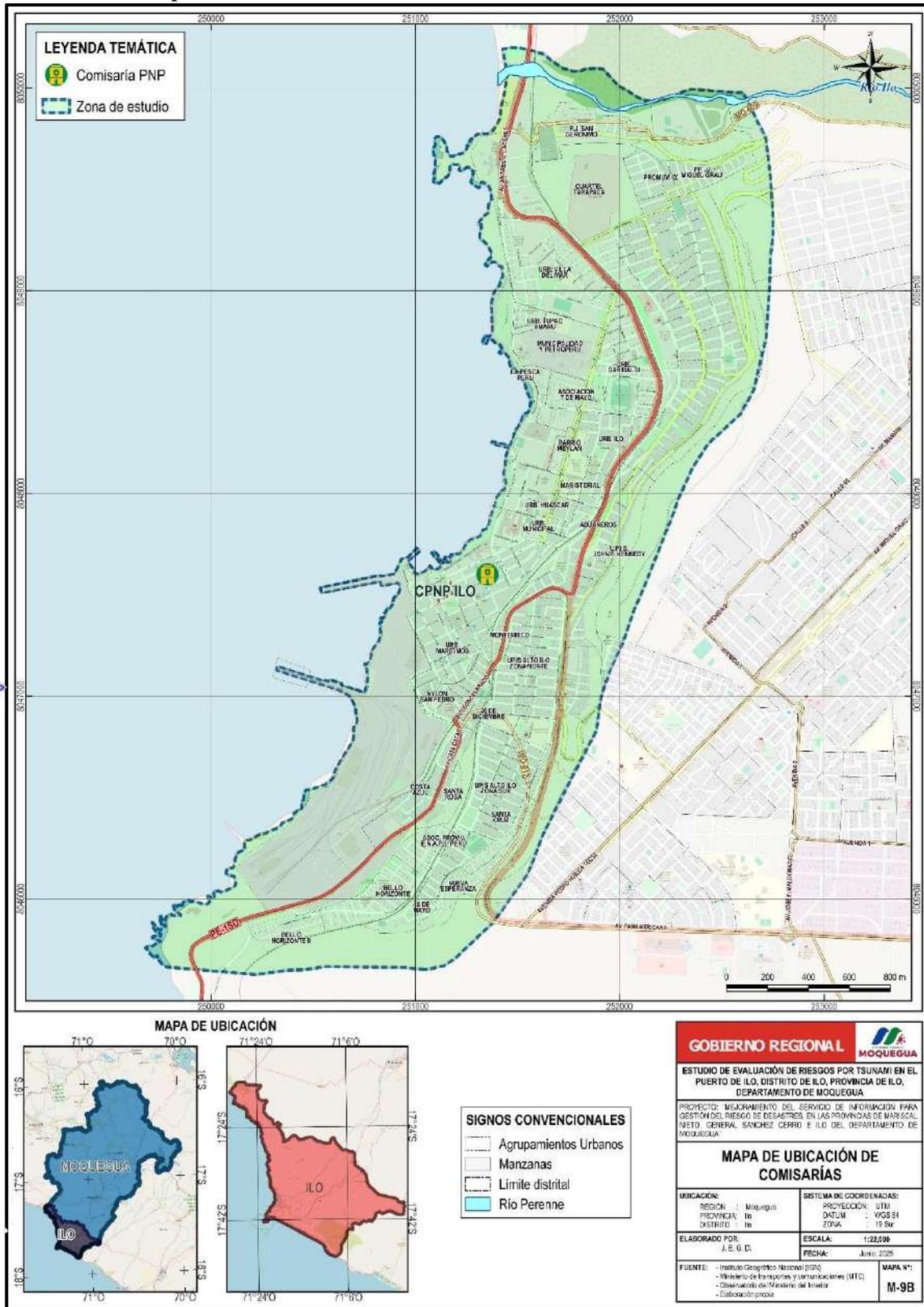
Fuente: GEOMININTER - <https://aplicaciones.mininter.gob.pe/geomininter/>

PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
DISTRITO DE ILO
GENERAL DIRECTOR
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
DISTRITO DE ILO
GENERAL DIRECTOR
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ING. G. OLDOBO Reg. CIP N° 11291
R.L.N° 122-2018 - CENEPRAD/DJ
EVALUADOR DE RIESGO

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°12: Ubicación de comisarias en el área de estudio



Elaboración: Equipo Técnico Consultor 2025

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

d) Sistemas de red vial

La información presentada en esta sección se basa en el inventario de la red vial principal existente en el área de estudio. Esta infraestructura conecta las principales zonas urbanas del distrito de Ilo y cumple un rol fundamental en el transporte de personas y mercancías, contribuyendo directamente al desarrollo económico tanto a nivel local como regional.

Cuadro N°23: Red vial nacional del área de estudio

Jerarquía vial de la red	Código de Ruta	Trayecto	Superficie	Estado de Transitabilidad	Longitud (m)
Red Nacional	PE-1SD	Emp. PE-1S (Dv. Quilca) - Quilca - Huata - Islay (PE-34) - Mollendo (Vía de Evitamiento) - Pte. Freyre - Punta de Bombón - Fundación Southern - Ilo (Av. Andrés Avelino Cáceres - Av. José Olaya) Tacahuay - Sama - Pte. Los Baños - El Pozo - Emp. PE-	Asfaltado	Bueno	6,062
Total					6,062

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC - <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>

Cuadro N°24: Red vial vecinal del área de estudio

Jerarquía vial de la red	Código de Ruta	Trayecto	Superficie	Estado de Transitabilidad	Longitud (m)
Red Vial Vecinal	MO-609	Emp. PE-1S D - El Algarrobal - Emp. PE-36.	Asfaltado	Bueno	855
			Trocha	Malo	549
	MO-612	Emp. PE-36 - Emp. PE-1S D.	Asfaltado	Bueno	1,379
Total					2,784

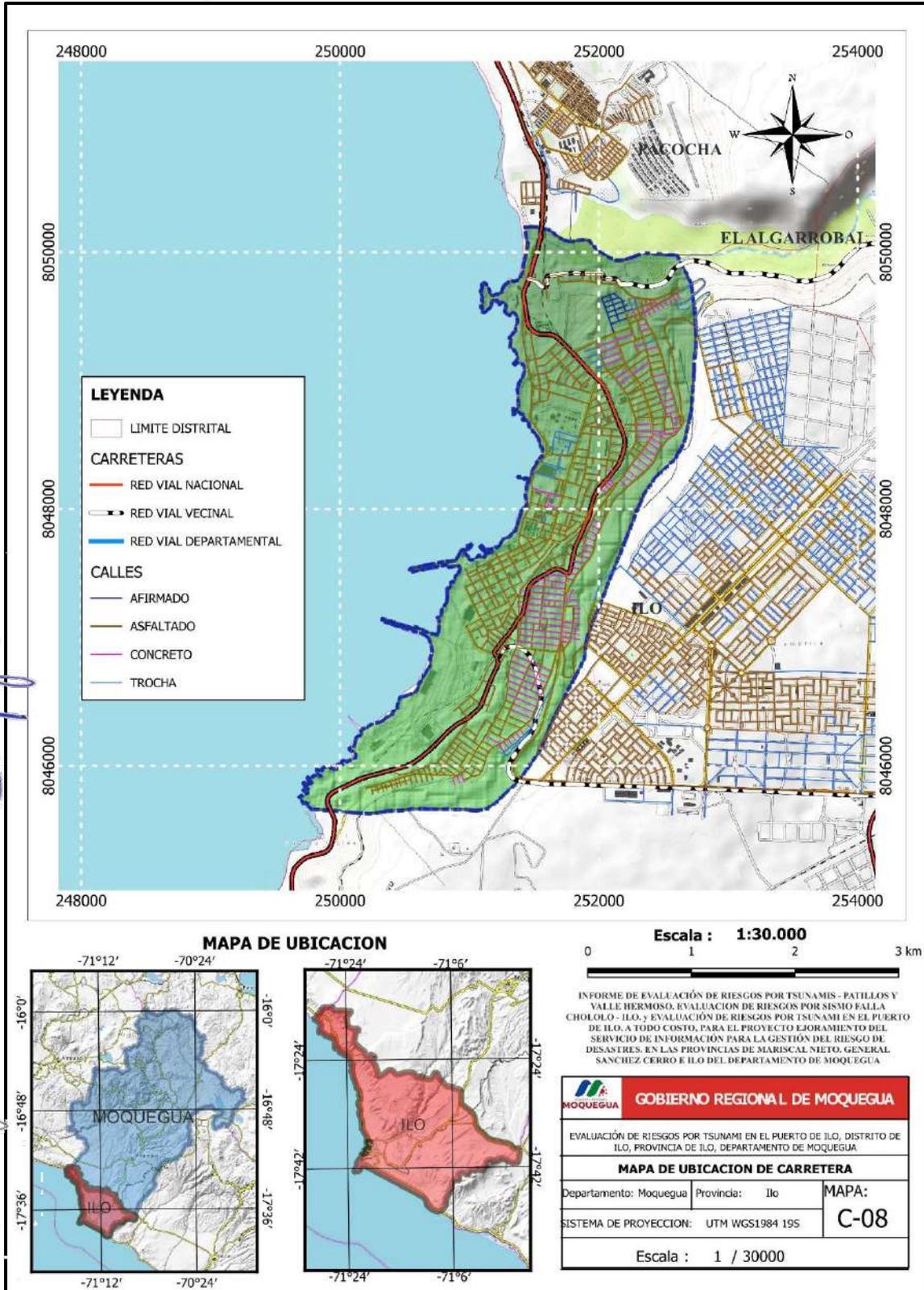
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC - <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>

Cuadro N°25: Calles del área de estudio

Superficie	Longitud (m)
Afirmado	1,564
Asfaltado	67,810
Concreto	13,651
Trocha	3,806
Total	86,830

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC - <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>

Mapa N°13: Ubicación de carreteras en el área de estudio



Elaboración: Equipo Técnico Consultor 2025

2.3.2. Características económicas del área de estudio

2.3.2.1. Aspectos económicos

a) Ocupación principal del jefe de hogar

La estructura ocupacional de los jefes de hogar en los sectores próximos al puerto de Ilo revela un panorama laboral altamente diversificado, con predominancia de actividades manuales, informales y de baja estabilidad. De acuerdo con los registros, el grupo ocupacional más numeroso corresponde a los obreros(as), quienes representan el 31.71% del total, seguidos por un 35.62% clasificado en la categoría “otro”, que abarca trabajos informales, múltiples ocupaciones o actividades no especificadas. Los empleados(as) formales constituyen el 20.20%, mientras que el trabajo del hogar alcanza el 5.11%. A estos se suman trabajadores independientes (cuentapropistas) y empleadores, que en conjunto representan alrededor del 7%. La participación marginal de negocios familiares refleja una débil presencia de microemprendimientos formales consolidados en el territorio.

A nivel de urbanizaciones, la Urbanización Popular de Interés Social Miramar destaca por su alto volumen y heterogeneidad laboral. Se identifican 1,966 obreros(as), lo cual revela una dependencia estructural del trabajo asalariado manual, típicamente asociado a condiciones de precariedad y bajo margen de ahorro. A ello se suman 1,493 empleados(as), 1,994 personas en ocupaciones clasificadas como “otro”, 244 trabajadores independientes, 359 trabajadores del hogar, 222 empleadores y 19 personas que conducen negocios familiares. Esta diversidad ocupacional evidencia una comunidad socioeconómicamente activa, pero también expuesta a riesgos económicos frente a interrupciones productivas, como las que puede generar un evento sísmico-tsunámico.

En la UPIS Alto Ilo Zona Norte, integrada por barrios como Arenal y San Pedro, se reporta una estructura ocupacional también compleja: 946 obreros(as), 530 empleados(as) y 968 en ocupaciones informales o no especificadas, lo que representa una prevalencia importante de actividades de baja protección laboral. Se registran además 132 trabajadores del hogar, 115 cuentapropistas, 53 empleadores y 12 en negocios familiares, lo que indica una combinación de empleo informal, autoempleo y pequeña empleabilidad, todos con niveles de vulnerabilidad económica elevados ante interrupciones en la cadena laboral o pérdida de herramientas de trabajo. La UPIS Alto Ilo Zona Sur, que comprende sectores como Nylon y Chalaca, mantiene un patrón similar: 775 obreros(as), 586 empleados(as), 683 ocupaciones clasificadas como “otro”, junto a 119 trabajadores del hogar, 98 independientes, 98 empleadores y 3 con negocios familiares. Esta distribución resalta una presencia significativa de mano de obra asalariada y empleos no formalizados, lo cual exige una respuesta articulada desde el sistema de protección social, incluyendo el acceso a subsidios temporales, generación de empleo de emergencia y acompañamiento psicosocial. La Urbanización John F. Kennedy reporta 652 obreros(as), 514 empleados(as) y 515 en ocupaciones diversas, junto con 97 trabajadores del hogar, 73 cuentapropistas, 80 empleadores y 1 persona en negocio familiar. Esta distribución pone de manifiesto una estructura socio-laboral con fuerte dependencia del empleo informal o vulnerable, lo cual puede dificultar los procesos de recuperación económica familiar y comunitaria tras un evento disruptivo.

En el Centro Urbano, uno de los sectores tradicionales de la ciudad, se reportan 508 obreros(as), 220 empleados(as) y 827 personas en la categoría “otro”, además de 93

trabajadores del hogar, 47 independientes, 19 empleadores y 2 en negocios familiares. Esta zona refleja una elevada fragmentación de perfiles laborales, lo que sugiere una infraestructura socioeconómica desigual, con implicancias directas en los niveles de organización, acceso a recursos y capacidad de autoayuda en contextos de desastre. El sector Nylon San Pedro, también considerado unidad poblacional propia, cuenta con 464 obreros(as), 190 empleados(as), 374 personas en ocupaciones no clasificadas, 68 trabajadores del hogar, 40 cuentapropistas, 18 empleadores y 2 en negocios familiares. La fuerte dependencia del trabajo asalariado informal y de servicios personales incrementa la exposición al desempleo inmediato y pérdida de ingresos tras un evento de gran magnitud.

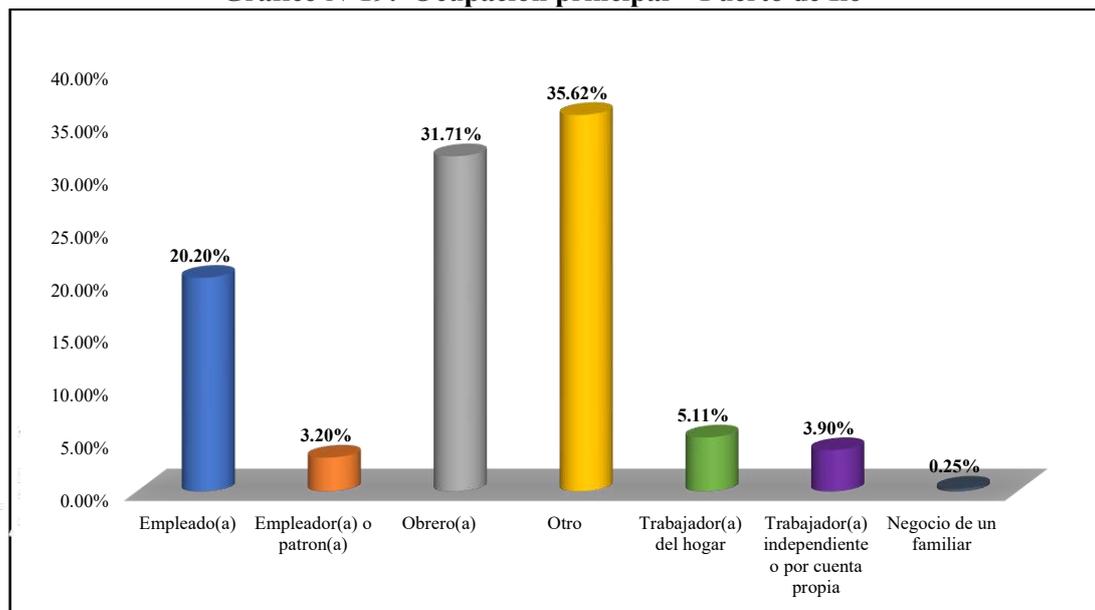
Finalmente, la urbanización Villa del Mar presenta un perfil más orientado al empleo formal, con 147 empleados(as), 213 obreros(as) y 520 en la categoría “otro”, además de 28 trabajadores del hogar, 36 trabajadores independientes, 20 empleadores y ningún caso registrado de negocio familiar.

Cuadro N°26: Ocupación principal – Puerto de Ilo

Ocupación laboral	Población Total	Porcentaje (%)
Empleado(a)	5,390	20.20%
Empleador(a) o patrón(a)	854	3.20%
Obrero(a)	8,460	31.71%
Otro	9,504	35.62%
Trabajador(a) del hogar	1,362	5.11%
Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	1,042	3.90%
Negocio de un familiar	67	0.25%
Total	26,679	100.00%

Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

Gráfico N°19: Ocupación principal – Puerto de Ilo



Fuente: Trabajo de campo - INEI 2017.

CAPITULO III: DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

3.1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1.1. Identificación del peligro

La identificación del peligro se ha realizado considerando tanto la información revisada por entidades técnico-científicas especializadas (como el Instituto Geofísico del Perú - IGP, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú - DHN, y el CENEPRED), como el reconocimiento técnico de campo (cartografiado), con el objetivo de validar condiciones locales relevantes para la ocurrencia del fenómeno.

En ese sentido, se precisa lo siguiente:

- ❖ **Fenómeno natural evaluado:** El peligro identificado corresponde a la ocurrencia de un tsunami, fenómeno que consiste en una serie de olas marinas de gran energía generadas generalmente por eventos sísmicos de gran magnitud en el fondo oceánico. Su principal efecto en el territorio continental es la inundación repentina debido al desplazamiento masivo de agua hacia la costa.
- ❖ **Condiciones geográficas y tectónicas del área de estudio:** El área de estudio comprende el ámbito urbano y portuario del distrito de Ilo, ubicado en la provincia del mismo nombre, en el departamento de Moquegua. Esta zona es colindante con el océano Pacífico y se encuentra emplazada dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, una región de alta actividad sísmica como consecuencia de la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana.
- ❖ **Factores desencadenantes:** El principal factor desencadenante del tsunami es un sismo de gran magnitud (≥ 8.0 Mw) ocurrido en la zona de subducción frente a la costa sur del Perú. Este tipo de evento puede generar una rápida perturbación en la columna de agua oceánica, originando olas que se propagan hacia la costa con consecuencias potencialmente devastadoras.
- ❖ **Implicancias para la zona de estudio:** La configuración geomorfológica del litoral de Ilo, su baja altitud en algunas zonas urbanas y la ubicación de infraestructura portuaria, industrial y residencial en zonas cercanas al mar incrementan la exposición y vulnerabilidad ante un evento de tsunami. El fenómeno podría afectar directamente la vida, los medios de subsistencia y la infraestructura crítica del área, ocasionando daños significativos si no se cuenta con medidas de preparación y mitigación adecuadas.

3.1.1.1. Metodología para la determinación del peligro

Se entiende peligro como la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural y/o inducido por la acción humana se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad, en un periodo y frecuencia de tiempo definidos.

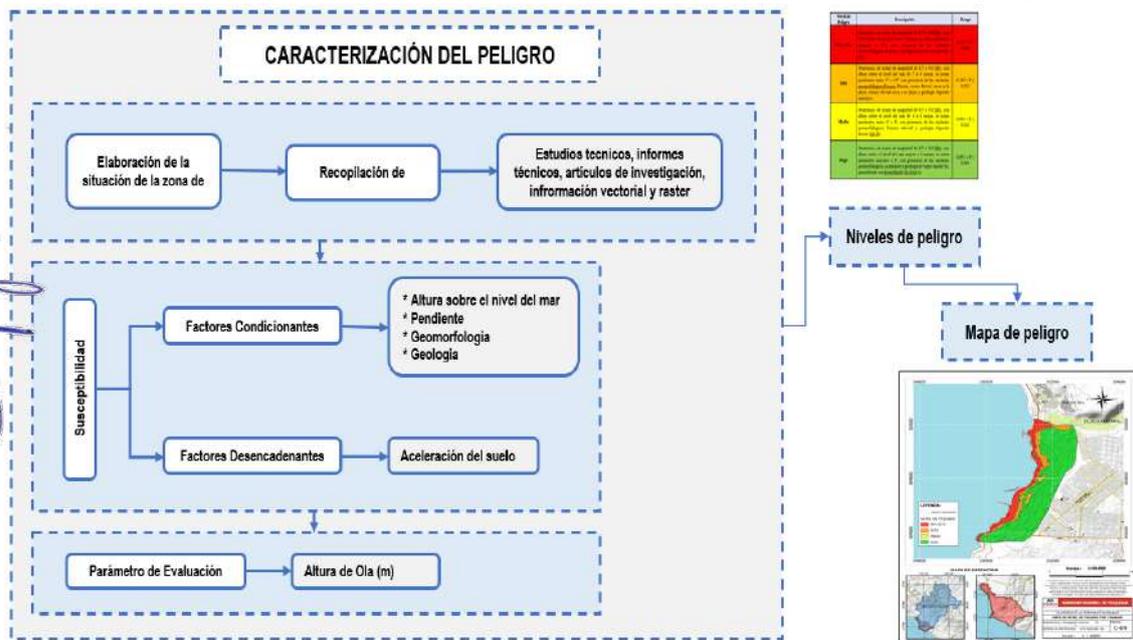
Para determinar el nivel de peligro asociado al fenómeno de tsunami en los sectores aledaños al Puerto de Ilo, se empleó la metodología establecida en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – Versión 2.0, elaborado por el CENEPRED. Esta metodología permite un análisis sistemático de los factores condicionantes del peligro, a partir de

la evaluación de variables físicas del territorio. En este estudio, se consideraron las siguientes variables relevantes:

- ❖ **Altura sobre el nivel del mar:** Que influye directamente en la posibilidad de inundación costera.
- ❖ **Pendiente del terreno:** Que condiciona la velocidad y alcance del flujo marino tierra adentro.
- ❖ **Geomorfología:** Que describe la forma y características del relieve costero, fundamentales para la propagación del tsunami.
- ❖ **Geología:** Que determina la estabilidad del terreno frente al impacto del evento.

Con el fin de facilitar la interpretación del análisis, se elaboró un esquema gráfico que resume los parámetros involucrados en la determinación del nivel de peligro por tsunami, permitiendo una visualización clara de los factores evaluados y su interacción.

Gráfico N°20: Metodología para determinar el nivel de peligro



Asimismo, conforme a los estudios sísmicos realizados en el Perú, la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) ha establecido la necesidad de efectuar modelamientos numéricos de maremotos generados por sismos con magnitudes de 8.5 y 9.0 Mw. La deformación de la superficie del suelo como consecuencia de estos eventos sísmicos se calcula utilizando la formulación propuesta por Okada (1992), la cual permite estimar de manera precisa el levantamiento o hundimiento del fondo marino tras un sismo.

En ese sentido, más adelante se presentará el modelado de inundación realizado por la DHN, específicamente en su relación con el área de estudio. Este modelamiento constituyó un insumo fundamental para lograr una caracterización más precisa y técnica del peligro por tsunami en la zona analizada.

3.1.2. Caracterización del peligro

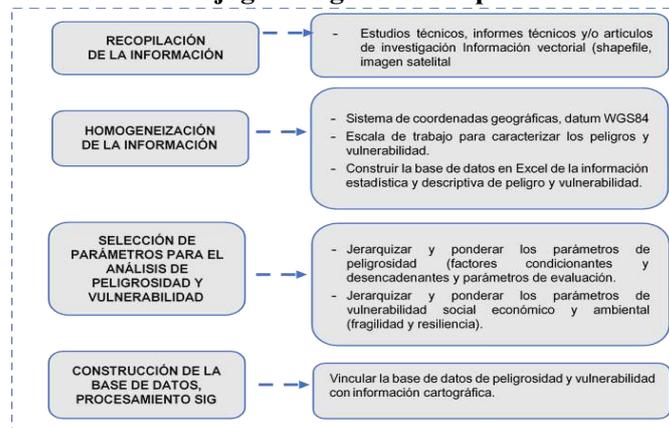
El Puerto de Ilo, por su proximidad al litoral, se encuentra expuesto a la ocurrencia de tsunamis desencadenados por eventos sísmicos, lo que convierte a este fenómeno en uno de los principales peligros de origen natural que podrían afectar significativamente a las viviendas, infraestructura pública y privada, así como a los medios de vida de la población local.

Cabe señalar que, según información generada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), existe la posibilidad de que en el departamento de Moquegua ocurra un sismo de magnitud momento superior, entre 8.5 y 9.0 Mw, con potencial para generar un tsunami. Ante este escenario, resulta fundamental analizar las principales características físicas del área de estudio como la altitud sobre el nivel del mar, las pendientes, la geología y la geomorfología, con el objetivo de determinar los niveles de peligro que podrían presentarse ante la ocurrencia de dicho evento.

3.1.2.1. Recopilación y análisis de información

Para la evaluación del fenómeno tsunami, se ha recopilado y analizado información proveniente de diversas fuentes especializadas, considerando estudios técnicos publicados por entidades competentes como el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), y el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), entre otras. Asimismo, se ha incorporado información histórica sobre eventos sísmicos y tsunamis, así como estudios previos de peligros. La caracterización del área de estudio se ha complementado con datos cartográficos, topográficos, hidrológicos, de sismicidad, geología y geomorfología, lo cual ha permitido establecer una base sólida para el análisis del peligro por tsunami en la zona.

Gráfico N°21: Flujoograma general del proceso de análisis de información



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

3.1.3. Ponderación de los parámetros de peligro por Tsunami

Para la caracterización del peligro por tsunami en el área de estudio, se han identificado y ponderado diversos parámetros que permiten definir el nivel de peligrosidad. Los factores condicionantes considerados son: la altitud sobre el nivel del mar, el grado de pendiente, las unidades geomorfológicas y la geología del terreno. Estos elementos han sido previamente descritos en el numeral 2.2, correspondiente a las características físicas del área evaluada.

En cuanto al factor desencadenante, se ha considerado la aceleración del suelo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, cuya evaluación técnica a través de modelamientos numéricos y análisis geodinámico permitirá estimar la intensidad del fenómeno y su impacto potencial en la zona costera.

En el presente apartado se desarrollan con mayor detalle los parámetros de evaluación, así como la metodología empleada para la ponderación de los factores desencadenantes y condicionantes, con el objetivo de establecer los niveles de peligrosidad ante la ocurrencia de un tsunami en el área de influencia del estudio.

Cuadro N°27: Variables del peligro por Tsunami

Factor	Parámetro
Factores condicionantes	Altura sobre el nivel del mar
	Pendiente
	Geomorfología
	Geología
Factor desencadenante	Aceleración del suelo
Parámetro de evaluación	Altura de Ola (m)

Fuente: Elaboración Propia.

Para la obtención de los pesos ponderados correspondientes a los parámetros de evaluación, se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), siguiendo las directrices establecidas en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, versión 2.0.

3.1.3.1. Parámetros de evaluación

Para determinar los parámetros de evaluación, se tomó como referencia lo establecido en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, segunda versión.

Cuadro N°28: Parámetro de evaluación

Parámetro de Evaluación	Altura de Ola (m)
-------------------------	-------------------

Fuente: Elaboración Propia.

En el análisis del peligro por tsunami, la altura de ola es un parámetro clave, ya que determina el nivel de energía e impacto que puede alcanzar una ola al ingresar al territorio costero. En primer lugar, las olas de más de 16 metros representan un peligro extremo, con capacidad destructiva muy alta que puede arrasar infraestructuras, provocar la pérdida masiva de vidas humanas y alterar completamente el entorno natural y urbano.

A continuación, las olas de 12 a 16 metros se consideran de gran magnitud, con un alto potencial de daños severos, especialmente en áreas densamente pobladas o en instalaciones portuarias e industriales cercanas al litoral. En tercer lugar, las olas de 8 a 12 metros representan una amenaza considerable, ya que pueden generar inundaciones extensas y provocar daños estructurales de moderados a altos en zonas expuestas.

Seguidamente, las olas de 4 a 8 metros son clasificadas como de impacto moderado, afectando principalmente áreas vulnerables cercanas a la línea de costa, con daños localizados en viviendas

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

precarias y vías de comunicación. Finalmente, las olas de menos de 4 metros corresponden a una amenaza baja, cuyos efectos suelen ser limitados y los daños, en general, leves, aunque aún representan riesgo para embarcaciones, transeúntes y actividades costeras si no se cuenta con medidas de alerta temprana.

Cuadro N°29: Descriptores de Altura de Ola

Descripción		
AO1	>16 m	Ola de impacto extremo, con alta capacidad destructiva sobre infraestructura, vidas humanas y el entorno costero.
AO2	De 12 a 16 m	Ola de gran magnitud, con potencial de daños severos y afectación significativa en zonas urbanas y portuarias.
AO3	De 8 a 12 m	Ola de amenaza considerable, con posibles inundaciones y daños estructurales moderados a altos.
AO4	De 4 a 8 m	Ola de impacto moderado, con afectación localizada en áreas vulnerables cercanas a la costa.
AO5	<4 m	Ola de baja amenaza, con efectos limitados y daños generalmente leves en zonas costeras expuestas.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°30: Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación Altura de Ola



PARAMETRO	AO1	AO2	AO3	AO4	AO5
AO1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
AO2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
AO3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
AO4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
AO5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°31: Matriz de normalización de pares del parámetro de evaluación Altura de Ola



Parámetro	AO1	AO2	AO3	AO4	AO5	Vector de priorización
AO1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
AO2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
AO3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
AO4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
AO5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°32: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro altura de ola permite evaluar el nivel de peligrosidad asociado a distintos rangos de altura de olas generadas por tsunamis. Los intervalos analizados van desde olas de más de 16 metros hasta aquellas menores a 4 metros.

Según el vector de priorización, las olas mayores a 16 metros presentan el valor más alto (0.503), evidenciando su altísimo potencial destructivo en términos de energía y capacidad de penetración hacia tierra adentro. Le siguen las olas entre 12 y 16 metros (0.260), que, aunque menos severas que las anteriores, aún representan una amenaza crítica para zonas costeras.

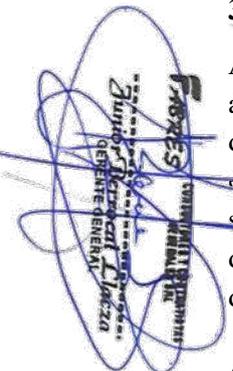
Las olas de altura media entre 8 y 12 metros (0.134) conservan un nivel de peligrosidad relevante, mientras que los rangos menores, como las olas entre 4 y 8 metros (0.068) y las inferiores a 4 metros (0.035), si bien de menor impacto, no dejan de representar un riesgo para áreas vulnerables, especialmente si coinciden con zonas bajas o con alta densidad poblacional.

Esta jerarquización permite identificar las alturas de ola más críticas frente a un tsunami, aportando insumos fundamentales para el diseño de mapas de amenaza, planes de evacuación y acciones de mitigación en el litoral.

3.1.4. Identificación de elementos expuestos

A partir de la determinación de los niveles de peligro y su correspondiente estratificación en el área de estudio, se procedió a identificar los elementos expuestos presentes en el ámbito urbano de la ciudad de Ilo, en el distrito de Ilo, provincia de Ilo, departamento de Moquegua. Estos elementos comprenden edificaciones, infraestructura, centros educativos, establecimientos de salud, entre otros, que se localizan dentro de la zona con potencial de ser afectada por un sismo de gran magnitud y que, por tanto, podrían experimentar impactos significativos ante la ocurrencia de dicho evento.

A continuación, se presenta el detalle de los elementos expuestos identificados dentro del área de estudio:



3.1.4.1. Elementos expuestos: Población

La población ubicada dentro del área de estudio se estima en 27,584 habitantes, de acuerdo con las proyecciones al año 2025 elaboradas a partir de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda realizado en el año 2017.

Cuadro N°33: Elementos expuestos: Población según sexo

Elementos expuestos (Población por sexo)	Población Total
Hombre	13,748
Mujer	13,837
Total	27,584

Fuente: Elaboración propia, a partir del censo de Población y Vivienda 2017 del INEI.

3.1.4.2. Elementos expuestos: Viviendas (manzanas)

Según el catastro urbano proporcionado por la Municipalidad Provincial de Ilo, se estima que el área de estudio comprende un total de 647 manzanas expuestas al peligro.

Cuadro N°34: Elementos expuestos a nivel de manzanas por urbanizaciones

N°	Elementos expuestos a nivel de manzanas por urbanizaciones	Cant. de Manzanas	Área (Ha)
1	URB. MUNICIPAL	4	0.58
2	CENTRO URBANO I	54	27.18
3	MAGISTERIAL	4	2.07
4	PROMUVI X (JUAN PABLO II, MIRADOR BOCA DEL SAPO, 2 DE MARZO)	0	5.96
5	PUEBLO JOVEN SAN GERONIMO	17	9.09
6	URB. GHERSI (SECTOR BOCA DEL RIO, HOTEL ILO, VILLA MILITAR)	12	13.33
7	URB. POPULAR DE INTERES SOCIAL MIRAMAR	104	64.57
8	URB. VILLA DEL MAR	25	19.91
9	URB. TUPAC AMARU	4	1.82
10	URB. GARIBALDI	23	16.00
11	URB. POPULAR DE INTERES SOCIAL JOHN F. KENNEDY	44	23.07
12	BARRIO MEYLAN	9	1.50
13	URB. HUASCAR	12	1.30
14	ADUANEROS	5	1.74
15	URB. ILO	15	7.78
16	UPIS ALTO ILO ZONA NORTE (BARRIOS: ARENAL, SAN PEDRO)	37	20.61
17	MONTERRICO	6	1.74
18	CESAR VALLEJO	18	6.43
19	NYLON SAN PEDRO	13	6.73
20	URB. MARITIMOS	10	3.24
21	20 DE DICIEMBRE	6	1.25

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

N°	Elementos expuestos a nivel de manzanas por urbanizaciones	Cant. de Manzanas	Área (Ha)
22	COSTA AZUL	10	8.63
23	SANTA CRUZ	10	3.08
24	NUEVA ESPERANZA	19	6.16
25	ASOC. PRO-VIV. E.N.A.P.U.-PERU	5	3.22
26	SANTA ROSA	7	3.47
27	18 DE MAYO	12	4.59
28	BELLO HORIZONTE	25	8.61
29	HABILITACION INDUSTRIAL BELLO HORIZONTE	2	6.33
30	TRABAJADORES EN LA EDUCACION BARRIO 1	1	2.28
31	URB. LUIS E. VALCARCEL ENACE	6	1.60
32	DANIEL A. CARRION	0	0.24
33	PP. JJ MIGUEL GRAU.	26	5.83
34	PROMUVI IX	15	4.65
35	ASOCIACION 7 DE MAYO	9	4.80
36	EX PESCA PERU	1	1.36
37	CENTRO URBANO II	13	7.58
38	BELLO HORIZONTE II	16	3.36
39	UPIS ALTO ILO ZONA SUR (BARRIOS: NYLON, CHALACA)	33	20.90
40	AREAS PUBLICAS Y MUNICIPALES	0	0.92
41	CUARTEL TARAPACA	1	18.75
42	ASOCIACIONES RURALES	3	8.59
43	SOUTHERN PERU COOPER CORPORATION Y TERMINAL MARITIMO ENAPU	1	57.29
44	MUNICIPALIDAD, AREAS PUBLICAS Y PETROPERU	1	9.56
45	AREAS MUNICIPALES	4	4.20
46	AREAS PUBLICAS (EDUCACION)	3	3.48
47	MALECON COSTERO MIRAMAR	2	4.20
Total		647	439.53

Fuente: Elaboración propia, a partir del censo de Población y Vivienda 2017 del INEI, de acuerdo a los límites referenciales del Catastro Urbano del distrito de Ilo.

Mapa N°14: Elementos expuestos – Viviendas por manzanas



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.1.4.3. Elementos expuestos: Instituciones educativas

Como parte del análisis de elementos expuestos ante el peligro sísmico en el área de estudio, se identificó un total de 68 instituciones educativas. Estas se encuentran distribuidas en diversas urbanizaciones del distrito de Ilo, y prestan servicios en todos los niveles del sistema educativo: inicial, primaria, secundaria, básica alternativa, técnico-productiva y educación superior, con una población expuesta de 10,133 estudiantes y 633 docentes. A continuación, se presenta el desglose de estos elementos según su ubicación en las diferentes urbanizaciones:

Cuadro N°35: Elementos expuestos – Instituciones Educativas

Urbanización	Nivel	Elemento expuesto	Tipo de Gestión	Alum.	Doc.	Área (m2)
18 De Mayo	Inicial No Escolarizado	Gotitas De Amor	Pública	10	0	201.7
		Jugando Aprendo Y Soy Feliz	Pública	11	0	102.5
Aduaneros	Inicial - Jardín	Ricardo Palma	Privada	13	2	644.7
	Primaria	Ricardo Palma	Privada	62	8	644.7
Áreas Públicas (Educación)	Básica Alternativa - Avanzado	Vicente López De Oñate	Pública	60	9	10,010.6
	Básica Alternativa - Inicial e Intermedio	Vicente López De Oñate	Pública	28	1	10,010.6
	Inicial - Cuna Jardín	43026 Carlos Alberto Conde Vásquez	Pública	96	4	10,010.6
	Primaria	43026 Carlos Alberto Conde Vásquez	Pública	574	27	10,010.6
		43033 Virgen Del Rosario	Pública	624	31	5,002.7
		Daniel Becerra Ocampo	Pública	357	16	10,080.7
	Secundaria	Daniel Becerra Ocampo	Pública	1,030	57	10,080.7
Técnico Productiva - CETPRO	Cesar Vallejo	Pública	199	13	10,010.6	
Bello Horizonte	Inicial - Jardín	231 Virgen De Guadalupe	Pública	18	1	1,485.0
Centro Urbano I	Básica Alternativa - Avanzado	Mariscal Domingo Nieto	Privada	17	3	114.0
	Inicial - Jardín	154 Elisa Rivera	Pública	178	10	763.7
	Técnico Productiva - CETPRO	Flavisur	Privada	113	4	419.6
		INCOTEC	Privada	69	4	76.6
		Mariscal Domingo Nieto	Privada	5	2	115.9
Centro Urbano II	Superior Tecnológica	Itep-1 Moquegua	Privada	118	6	411.5
	Técnico Productiva - CETPRO	Grupo ITEP Ilo	Privada	39	4	411.5
Cesar Vallejo	Inicial - Jardín	247	Pública	15	1	220.1
	Inicial No Escolarizado	Cesar Vallejo	Pública	0	0	61.0
Costa Azul	Técnico Productiva - CETPRO	El Pacifico	Privada	12	4	156.4
Magisterial	Inicial - Jardín	San Antonio De Padua	Privada	22	3	428.6
Municipalidad, Áreas Publicas Y Petroperú	Inicial - Cuna Jardín	San Luis	Privada	56	3	9,911.8
	Primaria	San Luis	Privada	266	19	9,911.8
	Secundaria	San Luis	Privada	260	22	9,911.8
Nylon San Pedro	Inicial - Jardín	43030	Pública	38	3	3,063.7
	Primaria	43030	Pública	88	8	3,063.7
PP. JJ Miguel Grau.	Inicial No Escolarizado	Los Angelitos Juguetones	Pública	9	0	60.6
		Pequeños Ingeniosos	Pública	9	0	48.1

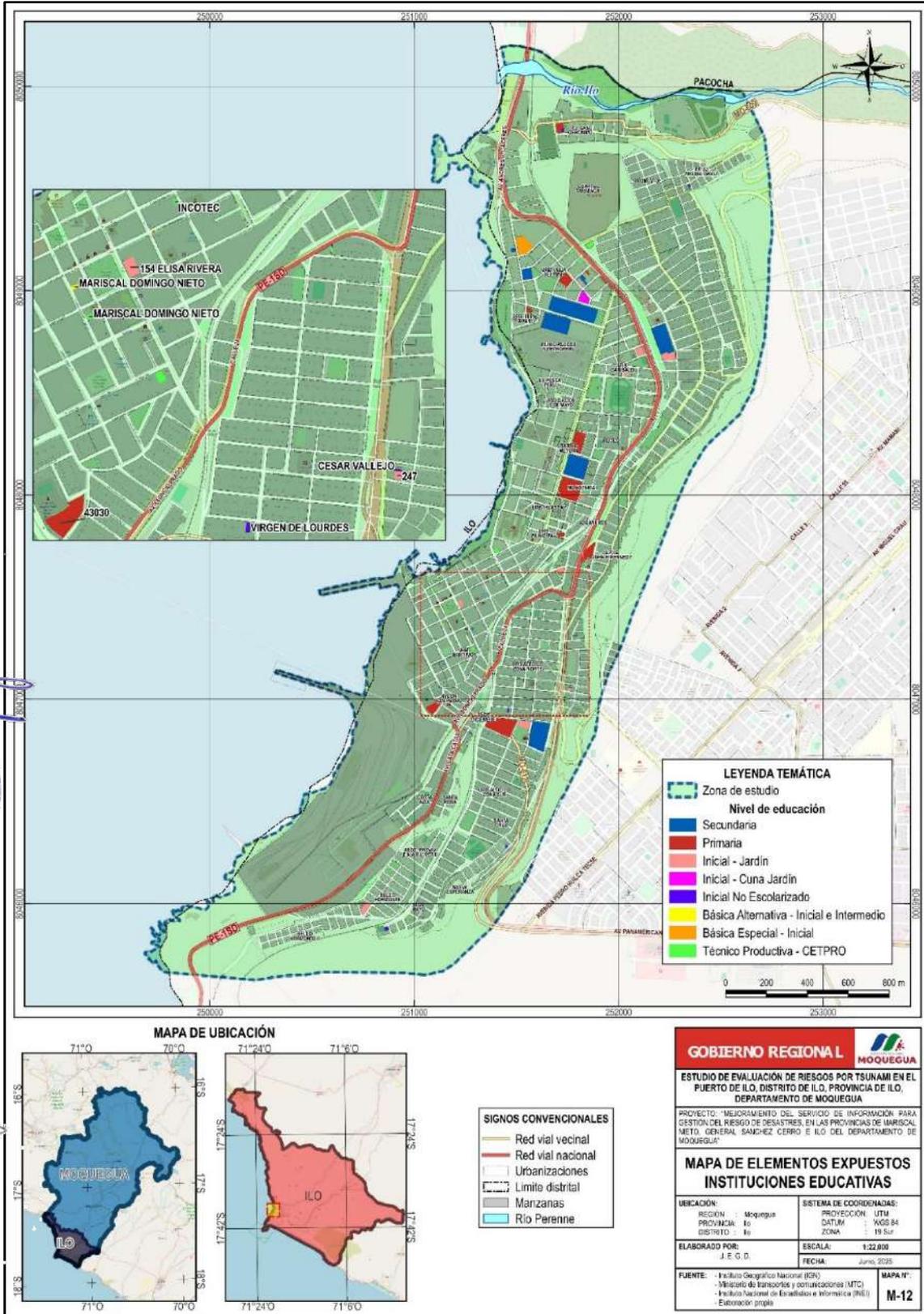
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Urbanización	Nivel	Elemento expuesto	Tipo de Gestión	Alum.	Doc.	Área (m ²)
Pueblo Joven San Gerónimo	Inicial - Jardín	43136	Pública	15	1	1,279.4
	Inicial No Escolarizado	Pequeños Exploradores	Pública	0	0	233.1
	Primaria	43136	Pública	32	3	1,279.4
Santa Cruz	Inicial No Escolarizado	Palabras Mágicas	Pública	8	0	121.9
Upis Alto Ilo Zona Norte (Barrios: Arenal, San Pedro)	Inicial No Escolarizado	Virgen De Lourdes	Pública	11	0	169.9
	Primaria	43027 Mariscal Domingo Nieto Márquez	Pública	431	22	9,539.4
Upis Alto Ilo Zona Sur (Barrios: Nylon, Chalaca)	Inicial - Jardín	303 Almirante Miguel Grau	Pública	188	9	1,686.9
	Primaria	Jorge Basadre Grohmann	Pública	386	21	10,630.3
	Secundaria	Jorge Basadre Grohmann	Pública	708	43	10,630.3
Urb. Garibaldi	Inicial - Jardín	157	Pública	184	10	1,242.9
		Dulces Pasitos	Privada	83	8	422.1
Urb. Marítimos	Técnico Productiva - CETPRO	ESSUMIN Ilo	Privada	14	1	333.0
Urb. Popular De Interés Social John F. Kennedy	Inicial - Jardín	313	Pública	50	3	618.4
	Primaria	43031 John Fitzgerald Kennedy	Pública	444	22	3,171.9
Urb. Popular De Interés Social Miramar	Inicial - Jardín	298	Pública	93	6	2,282.8
		Luz De Luna	Pública	10	0	13.8
	Inicial No Escolarizado	Mundo De Fantasía	Pública	9	0	14.7
		Coronel Francisco Bolognesi Cervantes	Pública	262	15	9,787.4
	Secundaria	Coronel Francisco Bolognesi Cervantes	Pública	330	18	9,787.4
Técnico Productiva - CETPRO	Divino Maestro	Pública	66	5	749.9	
Urb. Tupac Amaru	Inicial - Cuna Jardín	San Maximiliano Kolbe	Privada	21	3	542.9
	Primaria	San Maximiliano Kolbe	Privada	33	4	542.9
Urb. Villa Del Mar	Básica Especial - Inicial	Corazón De Jesús	Pública	17	4	4,995.2
		Corazón De Jesús	Pública	52	10	4,995.2
	Básica Especial - Primaria	Corazón De Jesús	Pública	52	10	4,995.2
		Corazón De Jesús	Pública	52	10	4,995.2
	Inicial - Cuna Jardín	251	Pública	61	3	2,120.5
		Santa Anita	Privada	34	5	212.6
	Inicial - Jardín	William Prescott	Privada	6	1	2,386.2
		43032 Mariscal Andrés Avelino Cáceres	Pública	305	16	2,518.5
	Primaria	Santa Anita	Privada	130	10	260.3
		Stephen Hawking	Privada	177	18	422.2
		William Prescott	Privada	92	8	2,386.2
		Mercedes Cabello De Carbonera	Pública	1,087	60	16,684.0
	Secundaria	Santa Anita	Privada	111	13	775.2
Stephen Hawking		Privada	205	13	422.2	
William Prescott		Privada	71	9	2,386.2	
Técnico Productiva - CETPRO	Gastronomía Y Bartender	Privada	3	1	169.6	
	Internacional Business	Privada	8	3	179.2	
Total				10,133	633	223,440.1

Fuente: ESCALE – MINEDU / Censo Educativo 2024.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°15: Elementos expuestos – Instituciones Educativos



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.1.4.4. Elementos expuestos: Centros de salud

En el marco del análisis de elementos expuestos ante peligro sísmico, se identificaron 24 centros de salud ubicados dentro del área de estudio. Estas infraestructuras prestan servicios esenciales para el bienestar físico y mental de la población, razón por la cual su exposición a un evento sísmico de gran magnitud representa un riesgo crítico, tanto por el potencial daño estructural como por la interrupción de los servicios que brindan:

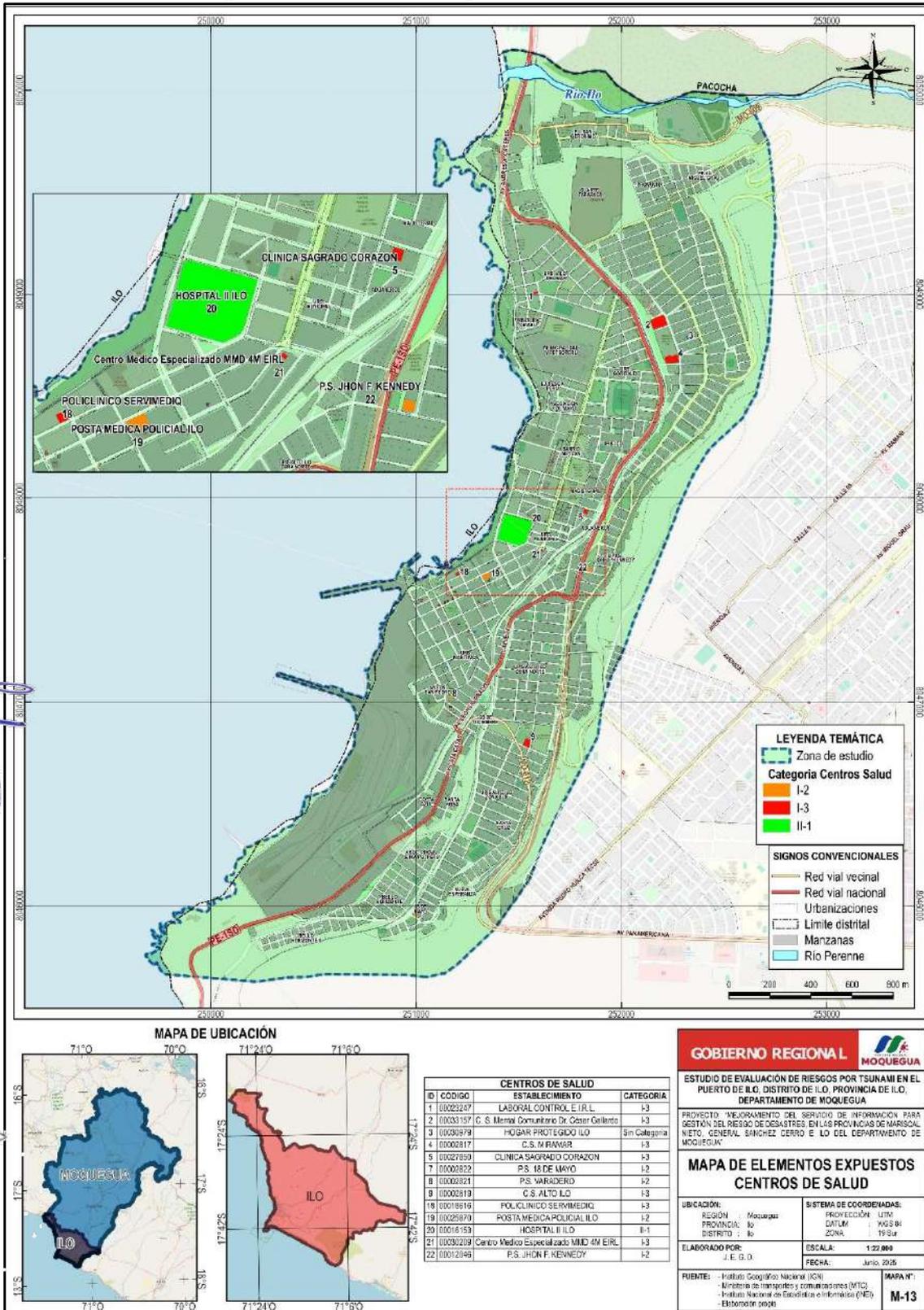
Cuadro N°36: Elementos expuestos: Centros de salud

N°	Elemento Expuesto	Micro red	Cat.	Institución				Área (m2)
				ESSALUD	Gobierno Regional	Privado	Sanidad de la PNP	
1	C. S. Mental Comunitario Dr. César Gallardo	ILO	I-3		1			3,550
2	C.S. Alto Ilo	ILO	I-3		1			1,040
3	C.S. Miramar	ILO	I-3		1			2,250
4	Centro Médico Especializado MMD 4M EIRL		I-3			1		90
5	Clínica Sagrado Corazón		I-3			1		430
6	Hogar Protegido Ilo	ILO	Sin Categoría		1			160
7	Hospital II Ilo		II-1	1				17,900
8	Laboral Control E.I.R.L.		I-3			1		230
9	P.S. 18 de Mayo	ILO	I-2		1			520
10	P.S. Jhon F. Kennedy	ILO	I-2		1			430
11	P.S. Varadero	ILO	I-2		1			170
12	Policlínico SERVIMEDIQ		I-3			1		310
13	Posta Medica Policial Ilo		I-2				1	830
Total				1	7	4	1	27,910

Fuente: Elaboración propia, a partir de la base de datos del RENIPRESS - MINSA, de acuerdo a los límites referenciales del Catastro Urbano del distrito de Ilo.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°16: Elementos expuestos – Centros de Salud



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.1.4.5. Elementos expuestos: Comisarias

Durante la identificación de elementos expuestos dentro del área de estudio, se registró la existencia de una comisaría ubicada en zonas susceptibles de ser afectadas por un sismo de gran magnitud. Esta infraestructura forma parte esencial del sistema de seguridad ciudadana, ya que cumple funciones claves en la atención de emergencias, el resguardo del orden público y la coordinación de acciones de respuesta ante desastres. Por lo tanto, su exposición representa una amenaza tanto para el personal policial como para la continuidad operativa de sus servicios en situaciones de crisis.

A continuación, se presenta el detalle de las comisarías identificadas como elementos expuestos:

Cuadro N°37: Elementos expuestos: Comisarias

N°	Elemento Expuesto: Comisaria	División Policial	Tipo	Área (m2)
1	CPNP ILO	DIVOPUS MOQUEGUA	A	625.95

Fuente: Elaboración propia, a partir de la base de datos de GEOMININTER, de acuerdo a los límites referenciales del Catastro Urbano del distrito de Ilo.



PROCESOS
DIRECCIÓN GENERAL DE GEOMININTER
GENERAL SANCHEZ CERRO
EVALUADOR DE RIESGO



PROCESOS
DIRECCIÓN GENERAL DE GEOMININTER
GENERAL SANCHEZ CERRO
EVALUADOR DE RIESGO
ING. G. OLDOBO Reg. CIP N° 21291
R.L. N° 122-2018 - CENEPRAD/DJ

Mapa N°17: Elementos expuestos – Comisarias



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.1.4.6. Elementos expuestos: Infraestructura vial

Como parte del inventario de elementos expuestos dentro del área de estudio, se ha identificado una importante red de infraestructura vial compuesta por carreteras nacionales, vías vecinales y calles urbanas, cuya integridad es crucial para el funcionamiento del sistema de movilidad urbana, la conectividad territorial y, especialmente, para la respuesta ante emergencias.

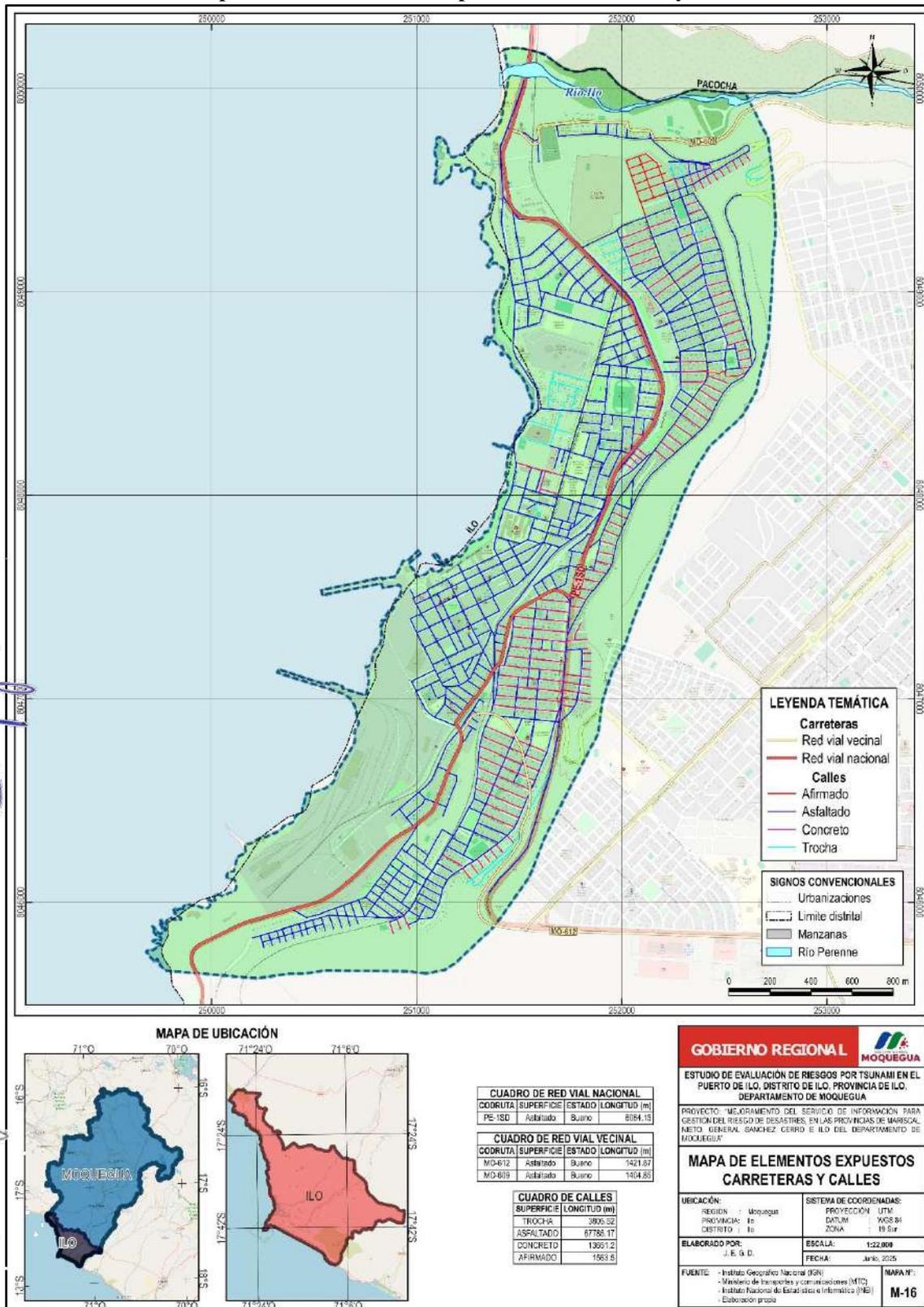
A continuación, se presenta el desglose de los principales tramos y segmentos viales identificados como elementos expuestos dentro del área de estudio:

Cuadro N°38: Elementos expuestos: Infraestructura vial

N°	Código de Ruta	Trayecto	Jerarquía vial de la red	Superficie	Estado de Transitabilidad	Longitud (Km)
1	PE-1SD	Emp. PE-1S (Dv. Quilca) - Quilca - Huata - Islay (PE-34) - Mollendo (Vía de Evitamiento) - Pte. Freyre - Punta de Bombón - Fundación Southern - Ilo (Av. Andrés Avelino Cáceres - Av. José Olaya) Tacahuay - Sama - Pte. Los Baños - El Pozo - Emp. PE-	Red Nacional	Asfaltado	Bueno	6.06
2	MO-609	Emp. PE-1S D - El Algarrobal - Emp. PE-36.	Red Vial Vecinal	Asfaltado	Bueno	0.86
				Trocha	Malo	0.55
3	MO-612	Emp. PE-36 - Emp. PE-1S D.	Red Vial Vecinal	Asfaltado	Bueno	1.38
4		Calles		Afirmado		1.56
5		Calles		Asfaltado		67.81
6		Calles		Concreto		13.65
7		Calles		Trocha		3.81

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC - <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>

Mapa N°18: Elementos expuestos – Carreteras y calles



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.1.5. Susceptibilidad del ámbito geográfico ante los peligros

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio, se han considerado como factores condicionantes aquellos elementos físicos que influyen directamente en la vulnerabilidad del territorio frente al impacto de un tsunami. En primer lugar, la altura sobre el nivel del mar determina qué zonas son más propensas a ser inundadas, ya que las áreas más bajas presentan una mayor exposición al avance de las olas. En segundo lugar, la pendiente del terreno influye en la velocidad y alcance del flujo del agua; en este sentido, las pendientes suaves resultan más críticas, pues permiten una mayor penetración del tsunami y facilitan la acumulación de energía. Asimismo, la geomorfología del terreno condiciona la forma en que el relieve canaliza, disipa o concentra la energía del fenómeno. Las zonas planas, aluviales o carentes de barreras naturales efectivas suelen ser más vulnerables al impacto. Por otro lado, la geología también es un componente clave, ya que influye en la estabilidad del terreno frente al paso de la ola: suelos sueltos o poco consolidados tienden a erosionarse con facilidad, lo que incrementa el riesgo de colapso de infraestructuras y, por ende, el nivel de destrucción.

Adicionalmente, se incorpora como factor desencadenante la aceleración del suelo, asociada al movimiento sísmico que origina el tsunami. Este parámetro condiciona la energía inicial del fenómeno y su capacidad para generar olas de gran magnitud.

A continuación, se detalla el proceso metodológico aplicado para el análisis jerárquico, utilizando la metodología de la Matriz de Saaty, de acuerdo con los parámetros y descriptores previamente definidos.

Los factores considerados en el análisis son los siguientes:

Cuadro N°39: Matriz de análisis de susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes			
Aceleración del suelo	Altura sobre el nivel del mar	Pendiente	Geomorfología	Geología

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.5.1. Análisis del factor desencadenante

Para evaluar el peligro por la ocurrencia de tsunamis en el área de estudio, se consideró la Aceleración del suelo. Esta variable cuantifica la variación de la velocidad del terreno con respecto al tiempo durante un sismo y constituye la medida más precisa para caracterizar la intensidad del evento sísmico generador del tsunami.

a) Aceleración del suelo

La aceleración del suelo (PGA) actúa como factor desencadenante, ya que representa la intensidad del movimiento sísmico que puede generar el evento. En primer lugar, una PGA mayor o igual a 0.45g indica un nivel de aceleración extrema, asociada a sismos de gran magnitud y corta profundidad, capaces de producir tsunamis de alto impacto.

A continuación, una PGA entre 0.35g y 0.45g sigue representando una aceleración alta, que puede generar olas significativas, especialmente si el epicentro se ubica en zonas submarinas o costeras activas. En tercer lugar, una PGA entre 0.25g y 0.35g refleja una intensidad

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

moderada-alta, que puede desencadenar tsunamis con olas de magnitud intermedia y afectar áreas vulnerables.

Luego, los valores de PGA entre 0.10g y 0.25g corresponden a niveles bajos de aceleración, donde la probabilidad de generación de un tsunami destructivo disminuye, aunque puede haber afectación si existen otros factores concurrentes. Finalmente, una PGA menor a 0.10g indica un riesgo muy bajo, ya que la energía sísmica es insuficiente para generar un tsunami significativo.

Cuadro N°40: Descriptores de la Aceleración del suelo

Descriptores		
PGA1	$PGA \geq 0.45g$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g
PGA2	$0.35g \leq PGA < 0.45g$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido desde 0.35g hasta menos de 0.45g
PGA3	$0.25g \leq PGA < 0.35g$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido desde 0.25g hasta menos de 0.35g
PGA4	$0.10g \leq PGA < 0.25g$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido desde 0.10g hasta menos de 0.25g
PGA5	$PGA < 0.10$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido menor a 0.10

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°41: Matriz de comparación de pares del factor de la aceleración del suelo

PARAMETRO	PGA1	PGA2	PGA3	PGA4	PGA5
PGA1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PGA2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
PGA3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
PGA4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PGA5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°42: Matriz de normalización de pares del factor de la aceleración del suelo

PARAMETRO	PGA1	PGA2	PGA3	PGA4	PGA5	Vector de priorización
PGA1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
PGA2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
PGA3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
PGA4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
PGA5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°43: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de comparación de pares del factor aceleración del suelo (PGA) permite estimar la influencia relativa de distintos rangos de aceleración sísmica en el nivel de peligrosidad ante eventos como tsunamis o terremotos. Los intervalos considerados abarcan desde valores superiores a 0.40 g hasta niveles menores a 0.10 g. El valor de PGA1 (>0.40 g) presenta la mayor ponderación relativa en los pares comparativos, evidenciando que las áreas expuestas a este nivel de aceleración del suelo tienen una mayor susceptibilidad al impacto de fenómenos sísmicos extremos. A medida que disminuye la aceleración (PGA2: 0.30–0.40 g; PGA3: 0.20–0.30 g), el peso relativo en la matriz también desciende, reflejando una menor peligrosidad. Los valores más bajos se asignan a las clases PGA4 (0.10–0.20 g) y PGA5 (<0.10 g), donde el riesgo estructural y la probabilidad de ocurrencia de daños significativos disminuyen notablemente. Este análisis resulta clave para priorizar áreas de intervención en estudios de riesgo sísmico y planificación territorial, ya que permite jerarquizar zonas en función de su exposición a movimientos fuertes del suelo.

3.1.5.2. Análisis de los factores condicionantes

En el análisis del peligro por tsunami, los factores condicionantes son determinantes para establecer el grado de susceptibilidad del terreno frente a una eventual inundación. El parámetro más crítico es la altura sobre el nivel del mar, ya que las zonas ubicadas a menor altitud son las primeras en ser afectadas por la ola. En particular, las áreas costeras situadas por debajo de los 4 metros de altitud presentan una altísima exposición al impacto directo del tsunami. En segundo lugar, la pendiente del terreno influye significativamente en la profundidad y alcance de la inundación. Las pendientes suaves, especialmente aquellas menores a 5°, permiten que el agua penetre con mayor facilidad hacia el interior del territorio, ampliando así el área afectada. En contraste, las pendientes más pronunciadas tienden a frenar el avance de la ola, limitando su propagación. Por otro lado, la geomorfología del área condiciona el comportamiento del tsunami según el tipo de relieve. Zonas como llanuras aluviales, terrazas bajas o valles abiertos pueden canalizar o dispersar la energía de la ola, agravando su impacto si no existen barreras naturales que actúen como protección.

Finalmente, la geología del terreno ejerce una influencia indirecta pero relevante. Terrenos constituidos por materiales poco consolidados o sueltos, como depósitos aluviales, son más propensos a sufrir erosión, socavamiento o procesos de licuefacción durante el paso del tsunami, comprometiendo tanto la estabilidad del suelo como de las infraestructuras asentadas sobre él. No obstante, en comparación con los otros factores, su efecto sobre la propagación del agua es relativamente menor.

Para determinar los pesos ponderados de los parámetros que conforman estos factores condicionantes, se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Cuadro N°44: Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

PARÁMETRO	Altura Sobre el Nivel del Mar	Pendiente	Geomorfología	Geología
Altura Sobre el Nivel del Mar	1.00	3.00	5.00	7.00
Pendiente	0.33	1.00	3.00	5.00
Geomorfología	0.20	0.33	1.00	3.00
Geología	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.68	4.53	9.33	16.00
1/SUMA	0.60	0.22	0.11	0.06

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°45: Matriz de normalización de los factores condicionantes

PARÁMETRO	Altura Sobre el Nivel del Mar	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector de priorización
Altura Sobre el Nivel del Mar	0.597	0.662	0.536	0.438	0.558
Pendiente	0.199	0.221	0.321	0.313	0.263
Geomorfología	0.119	0.074	0.107	0.188	0.122
Geología	0.085	0.044	0.036	0.063	0.057

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°46: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.039
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.045

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización de los factores condicionantes permite jerarquizar la influencia de cuatro parámetros físicos en la evaluación de la peligrosidad por tsunamis: altura sobre el nivel del mar, pendiente, geomorfología y geología superficial. La altura sobre el nivel del mar presenta la mayor ponderación (0.558), evidenciando su papel crítico, ya que las zonas más bajas son altamente susceptibles a ser inundadas por el avance de la ola.

En segundo lugar, se encuentra la pendiente del terreno (0.263), que condiciona el alcance y velocidad del flujo tsunámico sobre la superficie. Le sigue la geomorfología (0.122), dado que ciertas formas del relieve costero pueden amplificar o canalizar el impacto. Por último, la geología superficial muestra una influencia menor (0.057), ya que su efecto sobre la propagación del tsunami es indirecto.

Este análisis proporciona un marco técnico para priorizar las variables físicas en estudios de peligrosidad por tsunamis, facilitando una mejor comprensión del territorio y apoyando decisiones orientadas a la planificación del uso del suelo, la reducción de riesgos y la protección de zonas expuestas.

a) Altitud sobre el nivel del mar (M.S.N.M)

La altitud sobre el nivel del mar es un factor condicionante clave en la susceptibilidad al peligro por tsunamis, ya que define el alcance vertical del flujo marino. En primer lugar, las zonas con menos de 4 m.s.n.m. presentan muy alta exposición, al estar directamente en contacto con la línea costera; son las primeras en ser impactadas, incluso por tsunamis de baja o moderada magnitud.

En segundo lugar, las áreas entre 4 y 8 m.s.n.m. mantienen una alta exposición, pues pueden ser afectadas por tsunamis intensos, con riesgo significativo de inundación. En tercer lugar, las zonas entre 8 y 12 m.s.n.m. tienen una exposición media, siendo vulnerables solo ante tsunamis de gran magnitud, con un riesgo moderado de afectación.

Luego, las áreas de 12 a 16 m.s.n.m. presentan baja exposición, y solo podrían ser impactadas en escenarios extremos. Finalmente, las zonas ubicadas a más de 16 m.s.n.m. son consideradas zonas seguras, ya que se encuentran fuera del alcance estimado de tsunamis conocidos, siendo recomendables como puntos de evacuación y refugio.

Cuadro N°47: Descriptores de Altitud sobre el Nivel del mar

Descriptores		
ASNMI	< 4 msnm	Zona de muy alta exposición. Altamente vulnerable al ingreso del flujo tsunámico. Abarca áreas costeras inmediatas.
ASNMI2	De 4 a 8 msnm	Zona de alta exposición. Puede ser afectada por tsunamis moderados a intensos. Riesgo significativo de inundación.
ASNMI3	De 8 a 12 msnm	Exposición media. Podría ser impactada por tsunamis de gran magnitud. Riesgo moderado.
ASNMI4	De 12 a 16 msnm	Baja exposición. Afectación poco probable, salvo en escenarios extremos.
ASNMI5	Mayor a 16 msnm	Zona segura. Fuera del alcance de tsunamis previstos. Recomendable para evacuación y refugio.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°48: Matriz de comparación de pares del factor Altitud sobre el Nivel del mar

PARÁMETRO	ASNMI	ASNMI2	ASNMI3	ASNMI4	ASNMI5
ASNMI	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
ASNMI2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
ASNMI3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
ASNMI4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
ASNMI5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°49: Matriz de normalización de pares del factor Altitud sobre el Nivel del mar

PARÁMETRO	ASNMI	ASNMI2	ASNMI3	ASNMI4	ASNMI5	Vector de priorización
ASNMI	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
ASNMI2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
ASNMI3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
ASNMI4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
ASNMI5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°50: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del factor altitud sobre el nivel del mar jerarquiza cinco rangos de elevación según su grado de exposición frente al ingreso del flujo tsunámico. La categoría menor a 4 m.s.n.m., correspondiente a zonas de muy alta exposición, presenta la mayor ponderación con un vector de priorización de 0.503, reflejando su alta vulnerabilidad por encontrarse en áreas costeras inmediatas. Le siguen de 4 a 8 m.s.n.m. con un valor de 0.260, asociada a una alta exposición ante tsunamis de intensidad moderada a fuerte, y de 8 a 12 msnm con 0.134, correspondiente a zonas de exposición media, susceptibles a tsunamis de gran magnitud. Las categorías de 12 a 16 m.s.n.m. y mayores de 6 m.s.n.m. presentan los menores valores, 0.068 y 0.035 respectivamente, representando zonas de baja exposición y zona segura, fuera del alcance de los escenarios previstos. Esta última es ideal para ser considerada en planes de evacuación.

Este análisis permite jerarquizar el territorio en función de la altitud, contribuyendo a la delimitación de zonas de riesgo y al diseño de estrategias de prevención, evacuación y ordenamiento territorial en zonas costeras potencialmente expuestas.

b) Pendiente

La pendiente del terreno es un factor determinante en la susceptibilidad al impacto del tsunami, ya que influye en la velocidad de propagación y en la capacidad de penetración del flujo marino. Particularmente vulnerables son las zonas con pendientes entre 0° y 2°, ya que, al tratarse de planicies costeras sin desnivel apreciable, permiten que el agua avance libremente hacia el interior, generando inundaciones profundas y extensas.

De igual manera, las pendientes entre 2° y 4° presentan alta susceptibilidad, dado que su escasa inclinación favorece el ingreso del agua, con riesgo de inundación significativa y erosión progresiva. Por otro lado, las pendientes de 4° a 8° ofrecen una resistencia intermedia, que limita parcialmente el avance del flujo, aunque pueden seguir siendo afectadas en zonas de acumulación o depresiones naturales.

En contraste, las pendientes entre 8° y 16° reducen notablemente el alcance del tsunami, ya que la inclinación del terreno disipa parte de la energía de la ola, dificultando su avance. Finalmente, las zonas con pendientes de 16° a 35° presentan la menor susceptibilidad, debido a su inclinación pronunciada, que actúa como barrera natural frente al flujo, aunque pueden presentar problemas de deslizamiento por erosión si los suelos son inestables.

Cuadro N°51: Descriptores de Pendiente

Descriptores		
PEND1	0°-2°	Planicie, sin denudación apreciable
PEND2	2°-4°	Pendiente muy baja con peligro de erosión
PEND3	4°-8°	Pendiente baja con peligro severo de erosión
PEND4	8°-16°	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro severo de erosión
PEND5	16°-35°	Pendiente fuerte con presencia de deslizamiento, peligro extremo de erosión de suelos

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°52: Matriz de comparación de pares del factor Pendiente

PARÁMETRO	PEND1	PEND2	PEND3	PEND4	PEND5
PEND1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PEND2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
PEND3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
PEND4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PEND5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°53: Matriz de normalización de pares del factor Pendiente

PARÁMETRO	PEND1	PEND2	PEND3	PEND4	PEND5	Vector de priorización
PEND1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
PEND2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
PEND3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
PEND4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
PEND5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°54: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del factor pendiente jerarquiza cinco rangos de inclinación del terreno según su influencia en la propagación del flujo tsunámico. Las zonas con pendientes entre 0° y 2°, correspondientes a planicies sin denudación apreciable, presentan la mayor ponderación (0.503), ya que permiten el libre avance de la ola, aumentando su alcance e

intensidad. En segundo lugar, se ubican las pendientes de 2° a 4°, caracterizadas por un peligro de erosión, que permiten una penetración amplia del flujo, aunque con menor acumulación. A medida que aumenta la inclinación, entre 4° y 8°, se reduce la exposición directa, aunque persiste un peligro severo de erosión. Las pendientes entre 8° y 16°, y aquellas entre 16° y 35°, muestran las ponderaciones más bajas (0.068 y 0.035), debido a que limitan el avance del tsunami; sin embargo, estas zonas son propensas a deslizamientos y a procesos de erosión intensa.

En conjunto, la jerarquización confirma que las zonas planas concentran el mayor nivel de exposición, mientras que las de mayor pendiente, aunque menos inundables, implican riesgos geodinámicos adicionales.

c) Geomorfología

La geomorfología del terreno tiene un rol clave en la forma en que el tsunami interactúa con el relieve costero, ya que determina si el flujo es canalizado, frenado o amplificado. Una de las unidades más susceptibles corresponde a la playa, caracterizada por ser una superficie plana, abierta y sin barreras naturales, lo que permite el ingreso directo del tsunami con gran capacidad destructiva. Asimismo, las áreas con terraza marina, cauce fluvial o terraza fluvial cercana a la playa presentan alta susceptibilidad, ya que los cursos de agua o depresiones topográficas pueden actuar como canales naturales que dirigen y concentran el flujo, incrementando su alcance y velocidad. Por su parte, las terrazas aluviales, aunque más alejadas del mar, están conformadas por suelos sueltos y planos que pueden ser fácilmente inundados en eventos de gran magnitud.

En comparación, los acantilados actúan como barreras naturales frente al tsunami debido a su gran pendiente, ofreciendo una protección física importante frente al impacto del oleaje. Finalmente, las llanuras aluviales, aunque extensas y planas, tienen una susceptibilidad variable que depende de su altitud y distancia al mar; si bien son propensas a inundación, pueden comportarse de manera intermedia frente al flujo si cuentan con cierto grado de elevación.

Cuadro N°55: Descriptores de Geomorfología

Descriptores		
UGEM 1	Playa	Superficie plana y abierta, sin barreras naturales ante el avance del tsunami.
UGEM 2	Terraza Marina, cauce fluvial cerca a la playa, terraza fluvial cerca a la playa	Áreas cercanas al mar o cursos de agua, que pueden canalizar o facilitar el ingreso del flujo.
UGEM 3	Terraza Aluvial	Zonas relativamente planas formadas por depósitos aluviales, susceptibles en eventos intensos.
UGEM 4	Acantilado	Barreras naturales de gran pendiente que ofrecen protección ante el impacto del tsunami.
UGEM 5	Llanura Aluvial	Terrenos planos y extensos, propensos a inundaciones dependiendo de la altitud y distancia al mar.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°56: Matriz de comparación de pares del factor condicionante unidades geomorfológicas

PARÁMETRO	UGEM 1	UGEM 2	UGEM 3	UGEM 4	UGEM 5
UGEM 1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
UGEM 2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
UGEM 3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
UGEM 4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
UGEM 5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°57: Matriz de normalización de pares del factor condicionante unidades geomorfológicas

PARÁMETRO	UGEM 1	UGEM 2	UGEM 3	UGEM 4	UGEM 5	Vector de priorización
UGEM 1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
UGEM 2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
UGEM 3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
UGEM 4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
UGEM 5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°58: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del factor geomorfología permite evaluar la influencia de distintas formas del relieve costero en la peligrosidad ante tsunamis. Las unidades consideradas en el análisis son: playa (UGEM 1), terraza marina, cauce fluvial cerca a la playa y terraza fluvial cerca a la playa (UGEM 2), terraza aluvial (UGEM 3), acantilado (UGEM 4) y llanura aluvial (UGEM 5).

De acuerdo con el vector de priorización, la unidad playa (UGEM 1) presenta el mayor peso relativo (0.503), lo cual resulta coherente dada su ubicación expuesta en la franja costera inmediata, con escasa elevación y alta vulnerabilidad ante el impacto directo de las olas. Le sigue la unidad compuesta por terraza marina, cauce fluvial y terraza fluvial cercanos a la playa (UGEM 2), con un valor de 0.260, que representa zonas de transición entre el mar y el continente, con riesgo significativo por su proximidad al litoral. La terraza aluvial (UGEM 3) alcanza un valor de 0.134, indicando una exposición intermedia, ya que suele localizarse en sectores ligeramente más elevados. Por otro lado, el acantilado (UGEM 4) y la llanura aluvial (UGEM 5) presentan los valores más bajos de priorización (0.068 y 0.035, respectivamente). En el caso del acantilado, su abrupta elevación actúa como una barrera natural frente al avance de la ola, mientras que la llanura aluvial, aunque plana, se encuentra más retirada del borde costero, lo que disminuye su exposición directa.

Este análisis permite jerarquizar la geomorfología de acuerdo con su susceptibilidad frente a tsunamis, constituyendo una herramienta clave para la delimitación de zonas críticas, la planificación territorial y el diseño de medidas de prevención y reducción del riesgo en áreas costeras.

d) Geología

La geología del terreno condiciona su respuesta ante el paso del tsunami, especialmente en relación con la erosión, socavamiento e inestabilidad estructural del suelo. Una de las mayores susceptibilidades se encuentra en los depósitos aluviales, compuestos por materiales sueltos y sedimentarios, fácilmente erosionables y propensos a deformaciones cuando son impactados por grandes volúmenes de agua. De manera similar, los depósitos fluviales, aunque asociados a zonas de cauce activo, comparten características con los aluviales en cuanto a fragilidad estructural y alta susceptibilidad a la remoción por el flujo marino. En contraste, las dioritas de la Super Unidad Punta Coles presentan una resistencia considerable, siendo rocas ígneas intrusivas duras, lo que le otorga baja susceptibilidad a la erosión.

Por otro lado, las granodioritas con hornblenda de la Super Unidad Ilo se consideran altamente estables, ya que forman cuerpos masivos y resistentes frente a los procesos erosivos. Finalmente, los gabros de la misma Super Unidad Punta Coles ofrecen la mayor resistencia geológica, siendo rocas intrusivas de alta dureza y baja vulnerabilidad, lo que los convierte en los terrenos menos afectados por el paso del tsunami.

Cuadro N°59: Descriptores de Geología

Descriptores		
UGEO 1	Deposito aluvial (Qh-a11)	Material suelto y sedimentario, con alta susceptibilidad a erosión y posible inestabilidad.
UGEO 2	Deposito fluvial (Qh-fl)	Sedimentos recientes de ríos, con características similares a los depósitos aluviales, pero en zonas de cauce activo.
UGEO 3	Super unidad punta coles, dioritas (Jim-pc/di)	Roca ígnea intrusiva, dura y estable, con baja susceptibilidad a erosión.
UGEO 4	Super unidad Ilo, granodiorita con hoernblenda (ki-il/gd-h)	Roca ígnea masiva y resistente, que ofrece alta estabilidad al terreno.
UGEO 5	Super Unidad Punta coles, Gabros (Jim-pc/gb)	Roca ígnea intrusiva, de alta dureza y resistencia frente a procesos erosivos.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°60: Matriz de comparación de pares del factor condicionante geología

PARÁMETRO	UGEO 1	UGEO 2	UGEO 3	UGEO 4	UGEO 5
UGEO 1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
UGEO 2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
UGEO 3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
UGEO 4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
UGEO 5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°61: Matriz de normalización de pares del factor condicionante geología

PARÁMETRO	UGEO 1	UGEO 2	UGEO 3	UGEO 4	UGEO 5	Vector de priorización
UGEO 1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
UGEO 2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
UGEO 3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
UGEO 4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
UGEO 5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°62: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del factor geología evalúa la influencia relativa de cinco tipos de formaciones geológicas en la peligrosidad frente a tsunamis. Las unidades consideradas son: depósito aluvial (Qh-al1, UGEO 1), depósito fluvial (Qh-fl, UGEO 2), super unidad Punta Coles, dioritas (Jim-pc/di, UGEO 3), super unidad Ilo, granodiorita con hornblenda (ki-il/gd-h, UGEO 4) y super unidad Punta Coles, gabros (Jim-pc/gb, UGEO 5).

Según el vector de priorización, el depósito aluvial (UGEO 1) presenta el mayor peso relativo (0.503), lo cual se explica por la composición suelta y sedimentaria de estos materiales, que los hace altamente susceptibles a la erosión y al desplazamiento por la acción de un tsunami. En segundo lugar, el depósito fluvial (UGEO 2) con un peso de 0.260, también muestra vulnerabilidad moderada debido a su origen sedimentario, aunque con mayor cohesión que el depósito aluvial.

Las unidades rocosas más consolidadas, como la super unidad Punta Coles, dioritas (UGEO 3), con un valor de 0.134, ofrecen una mayor resistencia al impacto, debido a su dureza y estructura compacta. De menor relevancia en términos de peligrosidad están la super unidad Ilo, granodiorita con hornblenda (UGEO 4) y la super unidad Punta Coles, gabros (UGEO 5), con pesos de 0.068 y 0.035 respectivamente, ya que estas rocas ígneas y plutónicas presentan gran resistencia frente a procesos erosivos y al impacto de olas.

Esta jerarquización permite identificar las formaciones geológicas que requieren mayor atención en la planificación territorial y la gestión del riesgo ante tsunamis, priorizando la protección de áreas con materiales más vulnerables.

3.1.6. Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

A partir de los pesos asignados a los parámetros considerados como descriptores, se han calculado los valores correspondientes a los niveles de peligro: máximo, intermedio y mínimo. Con estos resultados, se construyó la matriz principal de peligros, que permite clasificar y jerarquizar las condiciones de riesgo según su intensidad.

Cuadro N°63: Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

Nombre	Peso	Factor		Parámetro		Descriptor	
		Nombre	Peso	Nombre	Peso	Clasificación	Peso
SUCEPTIBILIDAD	40%	Condicionante	90%	Altura Sobre el Nivel del Mar	0.558	< 4 msnm	0.503
						De 4 a 8 msnm	0.260
						De 8 a 12 msnm	0.134
						De 12 a 16 msnm	0.068
						Mayor a 16 msnm	0.035
				Pendiente	0.263	0°-2°	0.503
						2°-4°	0.260
						4°-8°	0.134
						8°-16°	0.068
						16°-35°	0.035
				Geomorfología	0.122	Playa	0.503
						Terraza Marina, cauce fluvial cerca a la playa, terraza fluvial cerca a la playa	0.260
						Terraza Aluvial	0.134
						Acantilado	0.068
						Llanura Aluvial	0.035
				Geología	0.057	Deposito aluvial (Qh-al1)	0.503
						Deposito fluvial (Qh-fl)	0.260
						Super unidad punta coles, dioritas (Jim-pc/di)	0.134
						Super unidad Ilo, granodiorita con hoerblendita (ki-il/gd-h)	0.068
						Super Unidad Punta coles, Gabros (Jim-pc/gb)	0.035



**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL
PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

Nombre	Peso	Factor		Parámetro		Descriptor	
		Nombre	Peso	Nombre	Peso	Clasificación	Peso
		Desencadenante	10%	Aceleración del suelo	1.000	PGA \geq 0.45g	0.503
						$0.35g \leq$ PGA < 0.45g	0.260
						$0.25g \leq$ PGA < 0.35g	0.134
						$0.10g \leq$ PGA < 0.25g	0.068
						PGA < 0.10	0.035
PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	60%			Altura de Ola (m)	1.000	>16 m	0.503
						De 12 a 16 m	0.260
						De 8 a 12 m	0.134
						De 4 a 8 m	0.068
						<4 m	0.035

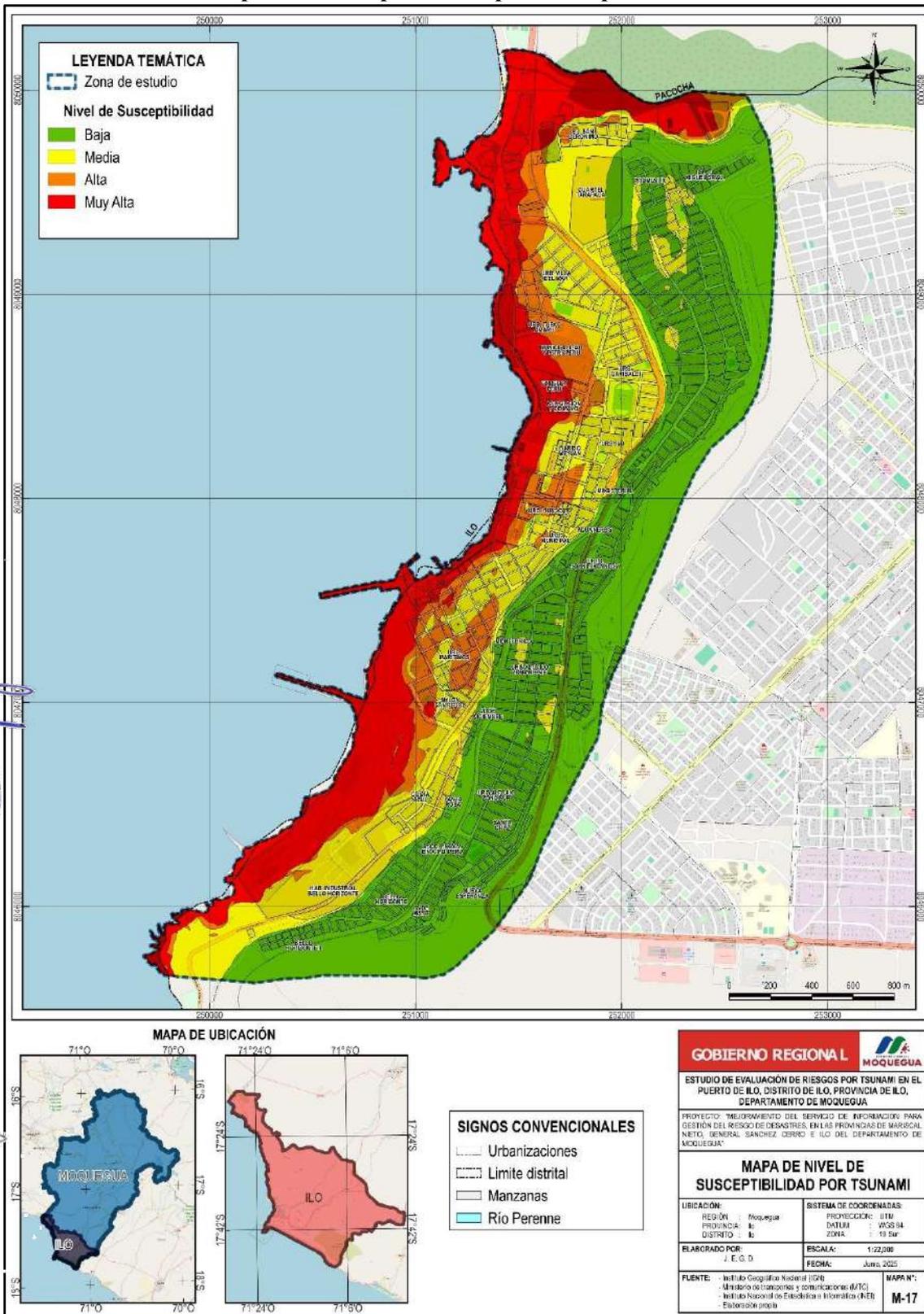
Fuente: Elaboración Propia.



JUNIO 2014
 GENERAL DIRECTOR
 GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°19: Mapa de susceptibilidad por tsunami



Fuente: Elaboración Propia.

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA"

3.1.6.1. Definición del escenario

Se ha considerado el escenario más extremo, correspondiente a un tsunami generado por un sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45, según el análisis de la información disponible. Este evento provocaría olas de altura mayor a 16 metros, afectando principalmente áreas con altitud igual o inferior a 2 metros sobre el nivel del mar. La zona afectada presenta topografía plana con pendientes menores o iguales a 2°, geomorfología de tipo playa y geología caracterizada por depósitos aluviales, condiciones que corresponden al ámbito de estudio, específicamente el puerto de Ilo.

3.1.6.2. Estratificación del peligro

A continuación, se presenta la tabla con la estratificación del peligro obtenida, que permite identificar y categorizar los diferentes niveles de riesgo en el área de estudio.

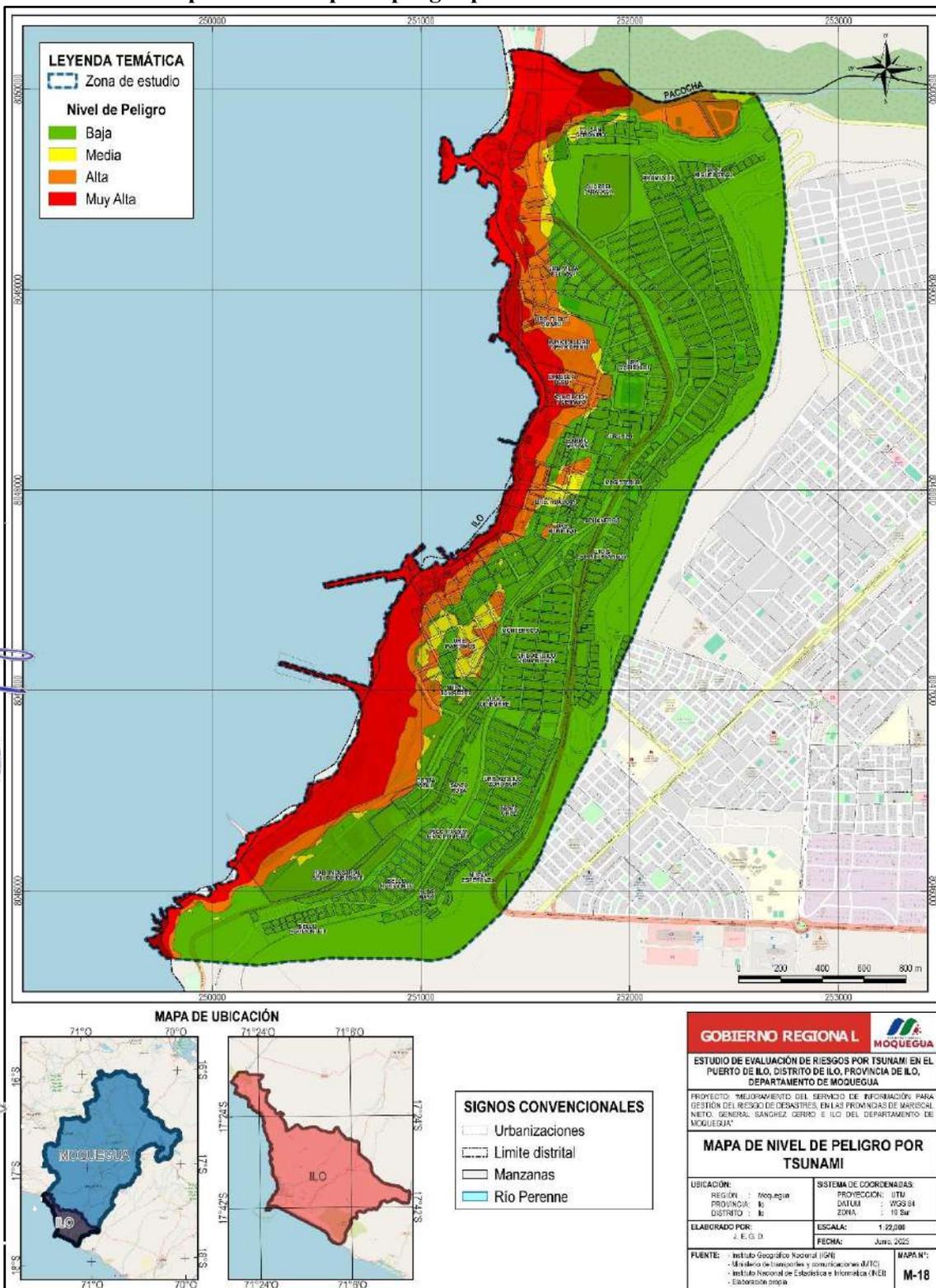
Cuadro N°64: Estratificación del peligro

Nivel de Peligro	Descripción	Rango
Muy Alto	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar <4 msnm, se notan pendientes menores a 2%, con presencia de las unidades geomorfológicas de playa y geología Depósito aluvial (Qh-al1).	0.26<=P<=0.503
Alto	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar de 4 a 8 msnm, se notan pendientes entre 2° a 4°, con presencia de las unidades geomorfológicas Terraza Marina y geología depósito fluvial (Qh-fl).	0.134<=P<0.26
Medio	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar de 8 a 12 msnm, se notan pendientes entre 4° a 8°, con presencia de las unidades geomorfológicas Terraza aluvial y Super unidad punta coles, dioritas (Jim-pc/di).	0.068<=P<0.134
Bajo	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar mayor a 12 msnm, se notan pendientes mayores a 8°, con presencia de las unidades geomorfológicas acantilado y geología de Super unidad Ilo, granodiorita con hoernblenda (ki-il/gd-h).	0.035<=P<0.068

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.7. Mapa de zonificación del nivel de peligrosidad

Mapa N°20: Mapa de peligro por tsunami en el Puerto de Ilo

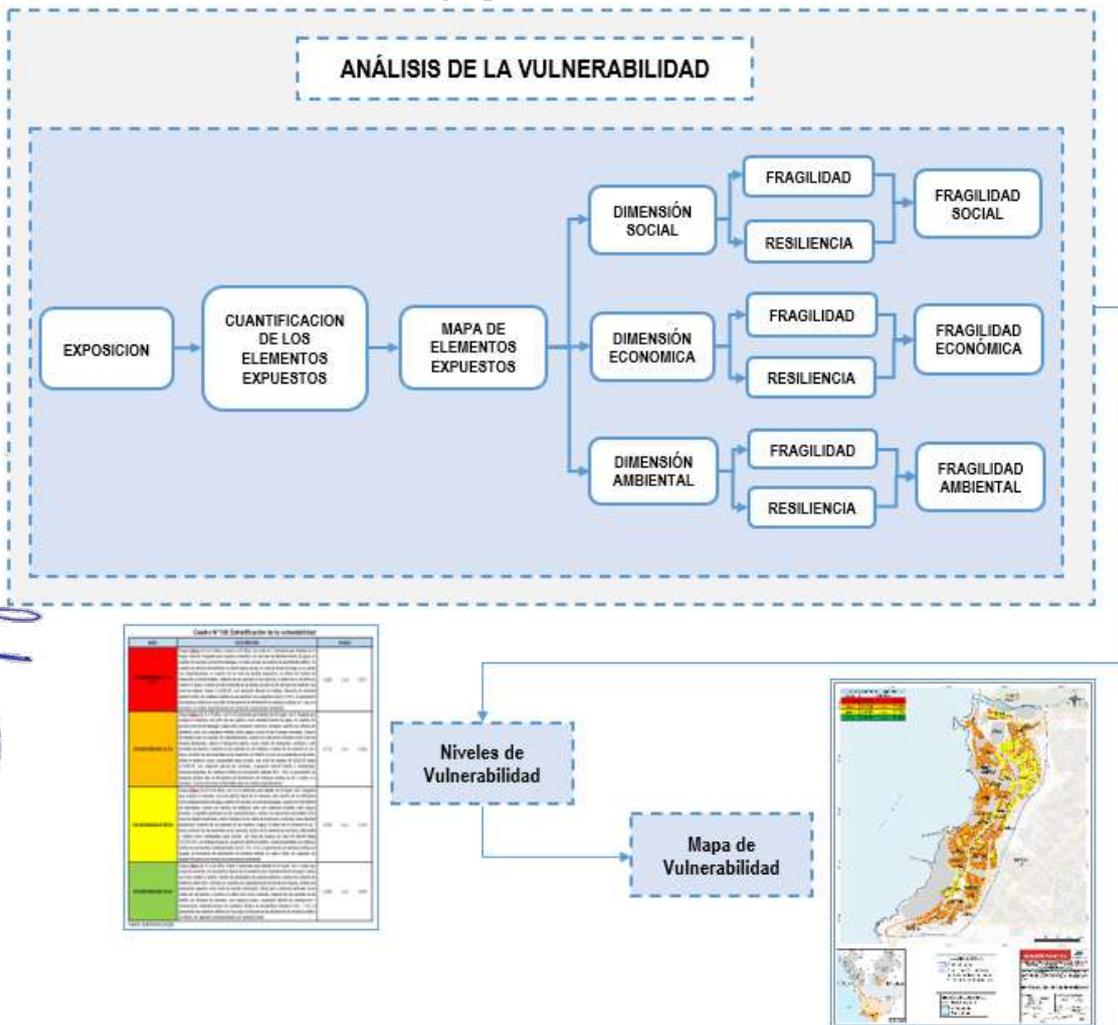


Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES

El análisis de vulnerabilidad de los elementos expuestos en el área de estudio, ubicada en las zonas aledañas al Puerto de Ilo, en el distrito de Ilo, provincia de Ilo, departamento de Moquegua, se ha desarrollado mediante un enfoque cuantitativo. Para ello, se ha aplicado una metodología específica que se detalla a continuación:

Gráfico N°22: Metodología para determinar el nivel de vulnerabilidad



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

La metodología empleada para el cálculo de la vulnerabilidad combinó trabajo de campo mediante encuestas aplicadas por el equipo técnico de la consultora en el distrito de Ilo con el uso de información secundaria proveniente de los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Los niveles de vulnerabilidad se han determinado a partir de un análisis integral de los componentes de exposición, fragilidad y resiliencia, considerando las dimensiones social,

económica y ambiental. Para ello, se ha empleado la información disponible correspondiente a los parámetros definidos para cada aspecto.

A continuación, se presentan los pesos ponderados asignados a cada dimensión, establecidos mediante el uso del método multicriterio y el Proceso de Análisis Jerárquico, los cuales serán utilizados para la elaboración de la matriz de vulnerabilidad.

Cuadro N°65: Matriz de comparación de pares de las dimensiones de la vulnerabilidad

Dimensión	Económico	Social	Ambiental
Económico	1.00	2.00	3.00
Social	0.50	1.00	2.00
Ambiental	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°66: Matriz de normalización de las dimensiones de la vulnerabilidad

Dimensión	Económico	Social	Ambiental	Vector Priorización
Económico	0.545	0.571	0.500	0.539
Social	0.273	0.286	0.333	0.297
Ambiental	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°67: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico de las dimensiones de vulnerabilidad

Índice de consistencia (IC)	0.005
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.009

Fuente: Elaboración Propia.

❖ Análisis de la dimensión económica

El análisis de la dimensión económica tiene como objetivo identificar los factores que influyen en el nivel de vulnerabilidad económica de la población, así como en la posible afectación de sus medios de vida ante la ocurrencia de un fenómeno natural. Para ello, se evaluaron tres componentes fundamentales: exposición económica, fragilidad económica y resiliencia económica. A continuación, se detallan los componentes evaluados en el análisis de la vulnerabilidad desde esta dimensión:

Cuadro N°68: Matriz de comparación de pares de la dimensión económica

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

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°69: Matriz de normalización de la dimensión económica

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

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°70: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico de la dimensión económica

Índice de consistencia (IC)	0.002
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.004

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Análisis de la dimensión social**

La evaluación de la dimensión social permitió identificar cómo las condiciones sociales influyen en la vulnerabilidad de la población frente a fenómenos naturales. Para ello, se analizaron tres componentes: exposición social, fragilidad social y resiliencia social. La exposición considera la presencia de población en zonas susceptibles al peligro; la fragilidad, el nivel de susceptibilidad ante los impactos; y la resiliencia, la capacidad de respuesta y recuperación.

Se diferenciaron los grupos vulnerables y no vulnerables dentro del área de influencia, considerando variables socioeconómicas, demográficas y de acceso a servicios.

Para el análisis de la vulnerabilidad desde la dimensión social, se evaluaron los siguientes componentes:

Cuadro N°71: Matriz de comparación de pares de la dimensión social

SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	3.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°72: Matriz de normalización de la dimensión social

SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.545	0.571	0.500	0.539
Fragilidad	0.273	0.286	0.333	0.297
Resiliencia	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°73: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico de la dimensión social

Índice de consistencia (IC)	0.005
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.009

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Análisis de la dimensión ambiental**

El análisis de la dimensión ambiental identifica el grado en que los factores del entorno natural influyen en la generación o agravamiento del riesgo frente a fenómenos naturales. Se evaluaron tres componentes: exposición, fragilidad y resiliencia ambiental. La exposición se evaluó según la cercanía a fuentes de contaminación, lo que incrementa el riesgo sanitario y ambiental. La fragilidad se analizó mediante la disposición inadecuada de residuos sólidos y la limitada cobertura del servicio de recojo, factores que degradan el entorno. La resiliencia se midió por el nivel de conocimiento en conservación ambiental y reciclaje, siendo estos elementos claves para reducir la vulnerabilidad y fortalecer la capacidad de respuesta comunitaria.

Para el análisis de la vulnerabilidad desde la dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes componentes:

Cuadro N°74: Matriz de comparación de pares de la dimensión ambiental

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

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°75: Matriz de normalización de la dimensión ambiental

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

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°76: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico de la dimensión ambiental

Índice de consistencia (IC)	0.002
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.004

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.1. Análisis de la componente exposición

La exposición se entiende como el resultado de decisiones y comportamientos que sitúan a las personas y a sus medios de subsistencia en zonas susceptibles al impacto de un peligro. Esta condición, por lo general, es consecuencia de una interacción inadecuada con el entorno, la cual puede estar motivada por diversos factores, tales como el crecimiento poblacional descontrolado, los procesos migratorios no planificados, la expansión urbana sin criterios de ordenamiento territorial o la aplicación de políticas económicas insostenibles.

Como resultado, a mayor exposición, mayor será también el nivel de vulnerabilidad, estableciéndose así una relación directa entre ambos conceptos.

En este contexto, para el análisis de la vulnerabilidad en su componente de exposición, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro N°77: Parámetros del componente exposición

Componente Exposición		
Exposición Social	Exposición Económica	Exposición Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera. ❖ Servicios educativos expuestos. ❖ Servicios de salud expuestos. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa. ❖ Altura de edificación. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cercanía a fuentes de contaminación.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.1.1. Exposición social

La exposición social frente al peligro de tsunami se analiza considerando la densidad de población por manzana en relación con la cercanía a la línea costera, así como la presencia de servicios educativos y de salud expuestos. Estos factores permiten estimar el nivel de afectación potencial sobre la población y los servicios esenciales ante un evento extremo.

La densidad poblacional en zonas cercanas al litoral representa un riesgo elevado, ya que concentra un mayor número de personas en áreas susceptibles a ser inundadas. A menor distancia del mar y mayor densidad, mayor será la exposición social.

Por otro lado, la presencia de servicios educativos en zonas de riesgo expone a estudiantes y personal a escenarios de evacuación complejos, además de comprometer la continuidad del servicio. De igual modo, los establecimientos de salud ubicados en zonas inundables pueden quedar inoperativos o inaccesibles durante un tsunami, afectando gravemente la atención de emergencias.

A continuación, se presentan los parámetros utilizados para el análisis de la exposición social:

Cuadro N°78: Matriz de comparación de pares del componente exposición social

EXPOSICIÓN SOCIAL	Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Servicios educativos expuestos	Servicios de salud expuestos
Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	1.00	3.00	5.00
Servicios educativos expuestos	0.33	1.00	3.00
Servicios de salud expuestos	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°79: Matriz de normalización del componente exposición social

EXPOSICIÓN SOCIAL	Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Servicios educativos expuestos	Servicios de salud expuestos	Vector Priorización
Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	0.652	0.692	0.556	0.633
Servicios educativos expuestos	0.217	0.231	0.333	0.260
Servicios de salud expuestos	0.130	0.077	0.111	0.106
				1.000

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°80: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente exposición social

Índice de consistencia (IC)	0.019
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.037

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del componente exposición social permite jerarquizar los factores que determinan el nivel de exposición de la población frente a un evento de tsunami, considerando variables clave como la concentración poblacional y los servicios críticos en riesgo.

La densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera presenta la mayor influencia en la exposición (0.633), al reflejar la cantidad de personas potencialmente afectadas en zonas próximas al litoral. Le siguen los servicios educativos expuestos (0.260), dada su importancia en la protección de menores en situación de emergencia, y los servicios de salud expuestos (0.106), esenciales para la atención post-impacto.

Asimismo, para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de la exposición social, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera

La densidad poblacional cercana al litoral constituye un factor crítico en la exposición social frente a tsunamis. A mayor cantidad de personas por manzana y menor distancia a la costa, el

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

riesgo de pérdida de vidas humanas se incrementa considerablemente, debido al escaso tiempo de reacción y la congestión en las rutas de evacuación.

En primer lugar, las manzanas con más de 200 personas son las más expuestas, ya que la alta concentración poblacional dificulta la evacuación y aumenta el número potencial de víctimas. Le siguen aquellas con 151 a 200 personas, las cuales mantienen una densidad significativa que representa un riesgo elevado, especialmente en zonas sin infraestructura de evacuación adecuada.

En un nivel intermedio se ubican las manzanas con 101 a 150 personas, que, si bien presentan menor densidad, aún concentran una cantidad considerable de población en zonas susceptibles. Luego, las manzanas con 51 a 100 personas presentan una exposición reducida, dado que la menor presión poblacional facilita el desplazamiento y la salida oportuna en caso de alerta.

Por último, las manzanas con menos de 50 personas son las menos expuestas, ya que su baja densidad permite una evacuación más ágil y disminuye el riesgo de afectación directa.

Cuadro N°81: Matriz de comparación de pares del parámetro densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera

Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Mayor a 200 personas	De 151 a 200 personas	De 101 a 150 personas	De 51 a 100 personas	Menor a 50 personas
Mayor a 200 personas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 151 a 200 personas	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 101 a 150 personas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 51 a 100 personas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 50 personas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°82: Matriz de Normalización del parámetro densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera

Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Mayor a 200 personas	De 151 a 200 personas	De 101 a 150 personas	De 51 a 100 personas	Menor a 50 personas	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Mayor a 200 personas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
De 151 a 200 personas	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
De 101 a 150 personas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
De 51 a 100 personas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Menor a 50 personas	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°83: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera permite jerarquizar el nivel de exposición de la población ante la ocurrencia de un tsunami, considerando su concentración en zonas vulnerables próximas al litoral.

El descriptor “Mayor a 200 personas” alcanza la mayor ponderación con un vector de priorización de 0.503, indicando un alto grado de vulnerabilidad debido a la dificultad que representaría evacuar a una población numerosa en poco tiempo. Le siguen los rangos de 151 a 200 personas (0.260), 101 a 150 (0.134), 51 a 100 (0.068) y, finalmente, “Menor a 50 personas” con el valor más bajo (0.035), reflejando menor riesgo relativo.

Esta jerarquización es clave para priorizar áreas críticas donde implementar infraestructura de evacuación, campañas de preparación y sistemas de alerta temprana.

b) Servicios educativos expuestos

La ubicación de instituciones educativas dentro del área de inundación representa un alto nivel de exposición, ya que albergan a una población vulnerable —como infantes y adolescentes— y su afectación compromete no solo la seguridad de estudiantes y docentes, sino también su posible uso como refugios o centros de atención tras el evento.

En primer lugar, cuando más del 75% del servicio educativo se encuentra expuesto, la exposición es crítica, pues un colapso o daño simultáneo afectaría a la mayoría de la población escolar. Le sigue el rango del 50% al 75% expuesto, que, si bien es menor, aún compromete una parte sustancial de la infraestructura educativa.

En nivel intermedio, el rango del 25% al 50% expuesto indica un grado moderado de exposición, donde algunas instituciones podrían mantenerse operativas. En cuarto lugar, el rango del 10% al 25% refleja una afectación reducida, aunque aún relevante a nivel local.

Por último, cuando menos del 10% del servicio educativo se encuentra expuesto, el nivel de riesgo es mínimo, ya que la mayoría de instituciones están fuera del área de peligro o cuentan con mejores condiciones de seguridad y evacuación.



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DEL RIESGO
GENERAL SANCHA
GENERAL SANCHA



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DEL RIESGO
GENERAL SANCHA
GENERAL SANCHA
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 21281
R.J.N° 122018 - CENEPRADU
EVALUADOR DE RIESGO

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°84: Matriz de comparación de pares del parámetro servicios educativos expuestos

Servicios educativos expuestos	> 75% del servicio expuesto	Del 50% a 75% del servicio expuesto	Del 25% a 50% del servicio expuesto	Del 10% a 25% del servicio expuesto	< 10% del servicio expuesto
> 75% del servicio expuesto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Del 50% a 75% del servicio expuesto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Del 25% a 50% del servicio expuesto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Del 10% a 25% del servicio expuesto	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
< 10% del servicio expuesto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°85: Matriz de Normalización del parámetro servicios educativos expuestos

Servicios educativos expuestos	> 75% del servicio expuesto	Del 50% a 75% del servicio expuesto	Del 25% a 50% del servicio expuesto	Del 10% a 25% del servicio expuesto	< 10% del servicio expuesto	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ _{máx} VSP / VP
> 75% del servicio expuesto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Del 50% a 75% del servicio expuesto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Del 25% a 50% del servicio expuesto	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Del 10% a 25% del servicio expuesto	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
< 10% del servicio expuesto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°86: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro servicios educativos expuestos

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro servicios educativos expuestos permite jerarquizar el nivel de afectación del sistema educativo frente al peligro de tsunami, en función al grado de exposición porcentual.

El descriptor “mayor del 75% del servicio expuesto” presenta la mayor ponderación con un vector de priorización de 0.503, indicando una situación de alta vulnerabilidad estructural y funcional. A medida que el porcentaje de exposición disminuye de 50% a 75% del servicio

expuesto (0.260), de 25% a 50% del servicio expuesto (0.134), de 10% a 25% del servicio expuesto (0.068) y menor al 10% del servicio expuesto (0.035) el nivel de prioridad relativa también descendiendo, reflejando una menor presión sobre la infraestructura educativa ante la amenaza.

Esta jerarquización permite priorizar zonas que requieren medidas urgentes como la reubicación de locales escolares, implementación de planes de evacuación y fortalecimiento de capacidades en gestión del riesgo.

c) Servicios de salud expuestos

La exposición de los servicios de salud ante un tsunami representa un riesgo crítico, ya que estos establecimientos son esenciales para la atención de heridos, la respuesta inmediata y la continuidad de la atención médica post - evento. Su afectación compromete directamente la capacidad operativa del sistema de salud en situaciones de emergencia.

Cuando más del 75% del servicio de salud se encuentra expuesto, el riesgo es extremo, ya que la pérdida funcional de la infraestructura sanitaria afectaría de forma generalizada a toda la población. Le sigue el rango de más del 50% y hasta el 75% expuesto, donde la atención de emergencias se vería seriamente limitada.

En nivel intermedio, si entre el 25% y el 50% del servicio está comprometido, aún se mantiene cierta capacidad operativa, aunque con restricciones significativas. Luego, con una exposición entre el 10% y el 25%, el riesgo se reduce, aunque sigue siendo importante, sobre todo si los establecimientos afectados son estratégicos.

Finalmente, cuando el 10% o menos del servicio de salud está expuesto, el nivel de riesgo es bajo, ya que la mayoría de los establecimientos están fuera del área de inundación y podrían mantenerse operativos tras el evento.

Cuadro N°87: Matriz de comparación de pares del parámetro servicios de salud expuestos

Servicios de salud expuestos	> 75% del servicio expuesto	<= 75% y > 50% del servicio expuesto	<= 50% y >25% del servicio expuesto	<=25% y > 10% del servicio expuesto	<= 10% del servicio expuesto
> 75% del servicio expuesto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
<= 75% y > 50% del servicio expuesto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
<= 50% y >25% del servicio expuesto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
<=25% y > 10% del servicio expuesto	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
<= 10% del servicio expuesto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°88: Matriz de Normalización del parámetro servicios de salud expuestos

Servicios de salud expuestos	> 75% del servicio expuesto	<= 75% y > 50% del servicio expuesto	<= 50% y > 25% del servicio expuesto	<= 25% y > 10% del servicio expuesto	<= 10% del servicio expuesto	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
> 75% del servicio expuesto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
<= 75% y > 50% del servicio expuesto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
<= 50% y > 25% del servicio expuesto	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
<= 25% y > 10% del servicio expuesto	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
<= 10% del servicio expuesto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°89: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro servicios de salud expuestos

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro servicios de salud expuestos permite evaluar la vulnerabilidad de los establecimientos de salud frente a un evento de tsunami, considerando su nivel de exposición en zonas cercanas a la costa.

El descriptor “más del 75% del servicio expuesto” presenta la mayor priorización con un vector de 0.503, lo que refleja una alta susceptibilidad del sistema de atención ante un evento extremo. En orden decreciente siguen: entre el 75% y 50% (0.260), entre 50% y 25% (0.134), entre el 25% y 10% (0.068) y menor al 10% del servicio expuesto (0.035), considerado el de menor impacto.

Este parámetro es esencial para orientar acciones preventivas en salud, como la relocalización, refuerzo estructural o la instalación de servicios alternativos en zonas seguras.

3.2.1.2. Exposición económica

La exposición económica frente a tsunamis se evalúa a partir de dos parámetros clave: la distancia de las viviendas por manzana a la línea de costa y la altura de edificación. Ambos permiten estimar el riesgo económico potencial, en función de la ubicación y características físicas de las construcciones.

La distancia a la línea de costa es un factor determinante, ya que las viviendas más cercanas al litoral presentan mayor probabilidad de pérdida económica debido al impacto directo del tsunami. A medida que aumenta la distancia, la exposición disminuye de forma progresiva.

Asimismo, la altura de edificación influye directamente en el nivel de afectación. Las viviendas de una sola planta son más vulnerables, mientras que las de dos o más niveles pueden ofrecer cierto grado de protección en pisos superiores, lo que reduce la pérdida directa de activos.

Estos criterios permiten identificar zonas con alta concentración de bienes expuestos y facilitan la priorización de medidas de mitigación, como el reordenamiento del espacio urbano, el refuerzo estructural de edificaciones y la implementación de planes de evacuación vertical.

A continuación, se detallan los parámetros considerados para el análisis de la exposición económica:

Cuadro N°90: Matriz de comparación de pares del componente exposición económica

EXPOSICIÓN ECONÓMICA	Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	Altura de edificación
Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	1.00	-
Altura de edificación	-	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°91: Matriz de normalización del componente exposición económica

EXPOSICIÓN ECONÓMICA	Vector Priorización
Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	0.600
Altura de edificación	0.400
	1.000

Fuente: Elaboración Propia.

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

a) Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa

La cercanía de las viviendas a la línea costera es un factor determinante en su nivel de exposición económica frente a un tsunami. A menor distancia, mayor es la probabilidad de daño directo a la infraestructura y pérdida de bienes materiales.

Las viviendas ubicadas entre 0 y 200 metros del litoral son las más expuestas, ya que se encuentran dentro de la zona de impacto inmediato de la ola, lo que puede generar colapso estructural y pérdida total del inmueble. Les siguen aquellas situadas entre 200 y 400 metros, aún en áreas de fuerte afectación, donde los daños pueden ser severos según la topografía y forma del litoral.

En tercer lugar, las viviendas entre 400 y 600 metros presentan un nivel de exposición intermedio, dependiendo de la pendiente del terreno y posibles barreras naturales. Luego, aquellas entre 600 y 800 metros presentan una exposición baja, aunque podrían ser afectadas por rebalses o flujos secundarios. Finalmente, las viviendas ubicadas a más de 800 metros de la costa se consideran las menos expuestas, ya que se sitúan fuera del alcance directo del tsunami en la mayoría de escenarios modelados.

Cuadro N°92: Matriz de comparación de pares del parámetro distancia de vivienda por manzana a la línea de costa

Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	De 0 a 200 m.	De 200 a 400 m.	De 400 a 600 m.	De 600 a 800 m.	Mayor a 800 m.
De 0 a 200 m.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 200 a 400 m.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 400 a 600 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 600 a 800 m.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 800 m.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°93: Matriz de Normalización del parámetro distancia de vivienda por manzana a la línea de costa

Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	De 0 a 200 m.	De 200 a 400 m.	De 400 a 600 m.	De 600 a 800 m.	Mayor a 800 m.	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
De 0 a 200 m.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
De 200 a 400 m.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
De 400 a 600 m.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
De 600 a 800 m.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Mayor a 800 m.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°94: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro distancia de vivienda por manzana a la línea de costa

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro distancia de vivienda por manzana a la línea de costa permite jerarquizar el grado de exposición ante un evento de tsunami, según la proximidad de las viviendas a la línea costera. El descriptor “De 0 a 200 metros” presenta la mayor ponderación (0.503), evidenciando que las viviendas ubicadas en esta franja son las más expuestas al impacto directo del oleaje. En orden decreciente de vulnerabilidad, le siguen las viviendas ubicadas entre 200 y 400 metros (0.260), 400 y 600 metros (0.134), 600 y 800 metros (0.068), y aquellas a más de 800 metros (0.035), las cuales presentan una exposición mínima.

Esta jerarquización es fundamental para definir zonas críticas de intervención, implementar barreras naturales o estructurales, y orientar la planificación del uso del suelo en zonas costeras.

b) Altura de edificación

La altura de la edificación influye directamente en el nivel de exposición económica frente a un tsunami, ya que determina qué parte de la infraestructura y sus contenidos se verán afectados por el ingreso del agua. A menor altura, mayor es el riesgo de daños estructurales y pérdidas materiales. Las edificaciones con alturas de 0 a 4 metros presentan la mayor exposición, ya que se ubican por debajo o dentro del rango promedio de altura de inundación en áreas costeras, lo que implica alta probabilidad de daño total. Le siguen las construcciones entre 4 y 7 metros, que, aunque algo elevadas, siguen siendo vulnerables ante tsunamis de mediana intensidad o en zonas de canalización natural del flujo.

En nivel intermedio están las edificaciones entre 7 y 10 metros, con menor exposición, ya que solo los niveles inferiores serían afectados. Posteriormente, las edificaciones de 10 a 13 metros presentan una exposición baja, pues una mayor parte de la estructura queda fuera del alcance de la ola. Finalmente, las construcciones con alturas mayores a 13 metros tienen la menor exposición, tanto por la protección que brinda su altura como por la posibilidad de evacuar verticalmente a zonas seguras.

Cuadro N°95: Matriz de comparación de pares del parámetro altura de edificación

Altura de edificación	De 0 a 4 m.	De 4 a 7 m.	De 7 a 10 m.	De 10 a 13 m.	Mayor a 13 m.
De 0 a 4 m.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 4 a 7 m.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 7 a 10 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 10 a 13 m.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 13 m.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°96: Matriz de Normalización del parámetro altura de edificación

Altura de edificación	De 0 a 4 m.	De 4 a 7 m.	De 7 a 10 m.	De 10 a 13 m.	Mayor a 13 m.	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
De 0 a 4 m.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
De 4 a 7 m.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
De 7 a 10 m.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
De 10 a 13 m.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Mayor a 13 m.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°97: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro altura de edificación

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.1.3. Exposición ambiental

La exposición ambiental frente a tsunamis se evalúa considerando la cercanía de ecosistemas y zonas pobladas a fuentes de contaminación, tales como botaderos informales, redes de alcantarillado, industrias, plantas de tratamiento mal ubicadas o depósitos de residuos peligrosos.

En escenarios de inundación, estas fuentes pueden ser removidas, dispersadas o reactivadas por la fuerza del agua, generando impactos secundarios severos sobre el entorno natural y la salud pública. A menor distancia entre la fuente contaminante y la zona expuesta, mayor es el riesgo de dispersión de contaminantes hacia suelos, cuerpos de agua y áreas habitadas.

Este parámetro permite identificar áreas ambientalmente vulnerables, donde la interacción entre el tsunami y las fuentes contaminantes podría amplificar los efectos del desastre.

A continuación, se presenta el parámetro considerado para el análisis de la exposición ambiental:

Cuadro N°98: Matriz de comparación de pares del componente exposición ambiental

EXPOSICIÓN AMBIENTAL	Cercanía a fuentes de contaminación
Cercanía a fuentes de contaminación	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°99: Matriz de normalización del componente exposición ambiental

EXPOSICIÓN AMBIENTAL	Vector Priorización
Cercanía a fuentes de contaminación	1.000

Fuente: Elaboración Propia.

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

a) Cercanía a fuentes de contaminación

La proximidad de las viviendas a fuentes de contaminación como botaderos informales, alcantarillas abiertas, relaves o aguas residuales expuestas incrementa la exposición ambiental ante un tsunami, ya que favorece la dispersión de agentes patógenos, residuos y materiales peligrosos durante la inundación, afectando la salubridad del entorno tras el evento.

Las zonas muy cercanas (0 a 100 m.) presentan la mayor fragilidad, dado que el arrastre de contaminantes es casi inmediato y afecta directamente la salud pública y la recuperación post - desastre. Le siguen las áreas cercanas (101 a 150 m.), donde el riesgo de contaminación sigue siendo alto por la poca distancia al foco contaminante.

En nivel intermedio se ubican las zonas medianamente cercanas (150 a 200 m.), que aún mantienen riesgo moderado de afectación por dispersión de residuos. Posteriormente, las zonas alejadas (201 a 250 m.) presentan baja fragilidad, aunque pueden verse afectadas de forma indirecta. Finalmente, las zonas muy alejadas (más de 250 m.) tienen la menor fragilidad ambiental, al mantenerse fuera del rango de arrastre directo de contaminantes durante un tsunami.

Cuadro N°100: Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a fuentes de contaminación

Cercanía a fuentes de contaminación	Muy cercana de 0 a 100 m.	Cercana de 101 a 150 m.	Medianamente cerca de 150 a 200 m.	Alejada de 201 a 250 m.	Muy alejada más de 250 m.
Muy cercana de 0 a 100 m.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercana de 101 a 150 m.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medianamente cerca de 150 a 200 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada de 201 a 250 m.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alejada más de 250 m.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°101: Matriz de Normalización del parámetro cercanía a fuentes de contaminación

Cercanía a fuentes de contaminación	Muy cercana de 0 a 100 m	Cercana de 101 a 150 m	Medianamente cerca de 150 a 200 m	Alejada de 201 a 250 m	Muy alejada más de 250 m	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Muy cercana de 0 a 100	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Cercana de 101 a 150 m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Medianamente cerca de 150 a 200 m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Alejada de 201 a 250 m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Muy alejada más de 250 m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°102: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro cercanía a fuentes de contaminación

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro cercanía a fuentes de contaminación evalúa el nivel de exposición ambiental de las viviendas, considerando su proximidad a focos contaminantes, lo cual puede intensificar la vulnerabilidad en contextos de desastres como tsunamis.

Las viviendas muy cercanas (0 a 100 m) obtienen la mayor ponderación (0.503), al representar el mayor riesgo de afectación por residuos peligrosos o materiales tóxicos en caso de

inundación. Les siguen las ubicadas entre 101 y 150 m (0.260), 150 a 200 m (0.134), 201 a 250 m (0.068) y, con la menor exposición, las que se encuentran a más de 250 m (0.035).

3.2.2. Ponderación de los parámetros de exposición

Cuadro N°103: Ponderación de parámetros de exposición social

Exposición Social				
Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Servicios educativos expuestos	Servicios de salud expuestos	Valor Exposición Social	Peso Exposición Social
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.318	0.131	0.053	0.503	0.539
0.165	0.068	0.028	0.260	0.539
0.085	0.035	0.014	0.134	0.539
0.043	0.018	0.007	0.068	0.539
0.022	0.009	0.004	0.035	0.539

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°104: Ponderación de parámetros de exposición económica



Exposición Económica			
Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	Altura de edificación	Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica
Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.302	0.201	0.503	0.648
0.156	0.104	0.260	0.648
0.081	0.054	0.134	0.648
0.041	0.027	0.068	0.648
0.021	0.014	0.035	0.648

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°105: Ponderación de parámetros de exposición ambiental



Exposición Ambiental		
Cercanía a fuentes de contaminación	Valor Exposición Ambiental	Peso Exposición Ambiental
Pdes x P par		P_FACTOR
0.503	0.503	0.648
0.260	0.260	0.648
0.134	0.134	0.648
0.068	0.068	0.648
0.035	0.035	0.648

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3. Análisis de la componente fragilidad

La fragilidad se refiere a las condiciones internas de una población que la colocan en situación de desventaja o con menor capacidad de resistencia ante la ocurrencia de un peligro. Este concepto se centra principalmente en los aspectos físicos y estructurales de una comunidad o sociedad, tales como las características de las edificaciones, el uso de materiales inadecuados o el incumplimiento de normas técnicas de construcción. En términos generales, un mayor nivel de fragilidad implica un incremento en la vulnerabilidad, ya que reduce la capacidad de absorción, resistencia o recuperación frente a eventos adversos.

En ese sentido, para el análisis de la vulnerabilidad en su componente de fragilidad, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro N°106: Parámetros del componente fragilidad

Componente Fragilidad		
Fragilidad Social	Fragilidad Económica	Fragilidad Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Grupo Etario. ❖ Tipo de acceso a abastecimiento de agua. ❖ Tipo de acceso a servicio de alcantarillado. ❖ Discapacidad. ❖ Acceso al servicio de alumbrado. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Material de techo. ❖ Material de pared. ❖ Condición de ocupación. ❖ Tipo de combustible. ❖ Equipamiento domiciliario. ❖ Material de piso. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Disposición de residuos sólidos. ❖ Servicio de recojo de residuos sólidos.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3.1. Fragilidad social

En el análisis de fragilidad social ante tsunamis, se ha reorganizado la jerarquía de los descriptores en función de su incidencia directa en la vulnerabilidad de la población. El grupo etario se mantiene como el más crítico, dado que infantes y adultos mayores presentan una alta dependencia y limitaciones físicas que dificultan su evacuación ante un evento repentino.

En segundo lugar, el tipo de acceso al abastecimiento de agua asciende en la jerarquía, ya que una parte significativa de la población aún depende de medios precarios como camiones cisterna o fuentes comunitarias, lo que limita su capacidad de preparación y recuperación. De forma similar, el acceso al servicio de alcantarillado también sube de posición, pues la existencia de pozos ciegos o eliminación no técnica de excretas incrementa el riesgo sanitario posterior al evento.

Por otro lado, la discapacidad, aunque representa una condición de alta vulnerabilidad individual, se ubica en cuarto lugar debido a que las personas en esta condición no superan el 20% del total poblacional del área de estudio, lo que reduce su impacto agregado frente a factores más extendidos. Finalmente, el acceso al alumbrado eléctrico se mantiene en último lugar, ya que su afectación tiene un efecto más indirecto sobre la seguridad y la recuperación inmediata, especialmente cuando existen medios alternativos de iluminación o comunicación.

En ese contexto, para el análisis de la fragilidad social se consideran los siguientes parámetros:

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°107: Matriz de comparación de pares del componente fragilidad social

FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo Etario	Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Discapacidad	Acceso al servicio de alumbrado
Grupo Etario	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Tipo de acceso a abastecimiento de agua	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Discapacidad	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Acceso al servicio de alumbrado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°108: Matriz de normalización del componente fragilidad social

FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo Etario	Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Discapacidad	Acceso al servicio de alumbrado	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Grupo Etario	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.74	5.455
Tipo de acceso a abastecimiento de agua	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.41	5.432
Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.70	5.204
Discapacidad	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.34	5.030
Acceso al servicio de alumbrado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.18	5.093
						1.000		PROMEDIO	5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°109: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente fragilidad social

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del componente “fragilidad social” permite jerarquizar las variables que aumentan la vulnerabilidad de la población frente a un tsunami, considerando sus condiciones sociales y el acceso limitado a servicios básicos.

El grupo etario es el factor más influyente, con un vector de priorización de 0.503, al reflejar la alta susceptibilidad de personas adultas mayores, niños y otros grupos dependientes ante situaciones de emergencia. Le siguen el tipo de acceso al abastecimiento de agua (0.260) y al

servicio de alcantarillado (0.134), que representan condiciones de precariedad que restringen la capacidad de respuesta y recuperación.

Con menor peso relativo, pero aún relevantes, se encuentran la presencia de personas con discapacidad (0.068) y el acceso al alumbrado público (0.035), los cuales afectan la movilidad, seguridad y autonomía de la población durante un evento de evacuación o rescate.

Para la determinación de los pesos ponderados asignados a cada parámetro, se aplicó el proceso de análisis jerárquico (AHP). A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

a) Grupo Etario

El grupo etario es un factor determinante en la fragilidad social ante tsunamis, pues influye directamente en la capacidad de evacuación y de reacción inmediata. Las personas consideradas infantes y adultos mayores son las más frágiles debido a su alta dependencia, limitada movilidad y necesidad de asistencia constante, especialmente durante un evento súbito como un tsunami.

Le siguen los niños, que, si bien tienen mayor movilidad que los infantes, aún requieren supervisión y guía para actuar en una situación de emergencia. En tercer lugar, se ubica la adolescencia, ya que poseen mayor autonomía física, pero pueden carecer de criterio para una evacuación efectiva. Posteriormente, los jóvenes muestran menor fragilidad, pues cuentan con suficiente capacidad física y cognitiva para responder ante el evento. Finalmente, los adultos presentan la menor fragilidad, al reunir condiciones físicas y mentales que les permiten actuar con rapidez, tomar decisiones y apoyar a otros durante la emergencia.

Cuadro N°110: Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario

Grupo Etario	Infantes y adultos mayores	Niños	Adolescencia	Juventud	Adultos
Infantes y adultos mayores	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Niños	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Adolescencia	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Juventud	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Adultos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°111: Matriz de Normalización del parámetro grupo etario

Grupo Etario	Infantes y adultos mayores	Niños	Adolescencia	Juventud	Adultos	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Infantes y adultos mayores	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Niños	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Adolescencia	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Juventud	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Adultos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°112: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro grupo etario

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia

La matriz de normalización del parámetro grupo etario jerarquiza la vulnerabilidad según las edades de la población frente a un tsunami. El grupo de infantes y adultos mayores presenta la mayor ponderación (0.503), dada su limitada autonomía para evacuar y alta dependencia del entorno.

En segundo lugar, se ubican los niños (0.260), seguidos de la adolescencia (0.134) y la juventud (0.068), quienes muestran capacidades crecientes de respuesta, pero aún con riesgos asociados a desconocimiento o falta de preparación. Los adultos (0.035) registran la menor ponderación, por su potencial de actuar de forma autónoma y asistir a otros.

b) Tipo de acceso a abastecimiento de agua

El acceso al agua es un componente clave en la fragilidad social, ya que determina las condiciones de vida básicas y la capacidad de respuesta frente a un tsunami. Las viviendas que dependen de otro tipo de abastecimiento (acopio informal, acarreo manual, fuentes naturales no controladas) presentan la mayor fragilidad, debido a la inestabilidad del recurso y la dificultad para asegurar su disponibilidad durante y después del desastre.

En segundo lugar, se ubican las viviendas que reciben agua mediante camión cisterna u otro similar, ya que, aunque el suministro es más organizado, sigue siendo discontinuo y vulnerable a interrupciones. Luego se encuentran aquellas que utilizan pilón o pileta de uso público, que representan cierto nivel de acceso comunitario, pero sin cobertura domiciliaria directa.

En penúltimo lugar están las viviendas conectadas a la red pública fuera de la vivienda, las cuales cuentan con acceso regular pero limitado en términos de comodidad y rapidez de uso. Finalmente, las viviendas con red pública dentro del domicilio presentan la menor fragilidad, al contar con suministro continuo y seguro, lo que facilita la preparación, higiene y recuperación postdesastre.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°113: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de acceso a abastecimiento de agua

Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Otro tipo de abastecimiento	Camión - cisterna u otro similar	Pilón o pileta de uso público	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Red pública dentro de la vivienda
Otro tipo de abastecimiento	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Camión - cisterna u otro similar	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pilón o pileta de uso público	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública dentro de la vivienda	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°114: Matriz de Normalización del parámetro tipo de acceso a abastecimiento de agua

Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Otro tipo de abastecimiento	Camión - cisterna u otro similar	Pilón o pileta de uso público	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Red pública dentro de la vivienda	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Otro tipo de abastecimiento	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Camión - cisterna u otro similar	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Pilón o pileta de uso público	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Red pública dentro de la vivienda	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°115: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de acceso a abastecimiento de agua

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

Esta matriz permite priorizar los distintos tipos de acceso al agua según su grado de vulnerabilidad ante un evento de tsunami. Se considera que un abastecimiento precario incrementa la fragilidad de la población afectada.

El tipo de acceso con mayor ponderación corresponde a “Otro tipo de abastecimiento” (0.503), lo cual indica una alta exposición debido a su inestabilidad o informalidad. Le sigue el abastecimiento mediante “Camión – cisterna u otro similar” (0.260), que presenta una cobertura limitada y poco constante.

Los niveles más bajos de fragilidad se asocian al acceso a través de “Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación” (0.068) y especialmente a la “Red pública dentro de la vivienda” (0.035), reflejando condiciones de menor exposición y mayor resiliencia frente a un desastre.

c) Tipo de acceso a servicio de alcantarillado

El acceso a un sistema adecuado de eliminación de excretas es un factor clave en la fragilidad social ante tsunamis, ya que influye directamente en las condiciones de salubridad y en la capacidad de recuperación tras el evento. En este análisis, se ha jerarquizado a los descriptores considerando tanto su exposición inmediata durante el impacto, como su funcionalidad y sostenibilidad postdesastre.

En primer lugar, se ubica el grupo de viviendas con otro tipo de eliminación de excretas, como letrinas informales, disposición directa al ambiente o eliminación improvisada. Estos sistemas, al carecer de infraestructura técnica, son arrasados fácilmente por el agua, generando una rápida dispersión de contaminantes que afectan la salud pública.

Le sigue el pozo ciego o negro, que, aunque tiene una estructura cerrada, suele colapsar o rebalsarse durante la inundación, al no contar con tratamiento ni ventilación adecuada. En tercer lugar, se posiciona la red pública de desagüe fuera de la vivienda, ya que, si bien es parte de un sistema formal, su ubicación externa limita el acceso inmediato y lo hace vulnerable al arrastre o taponamiento por sedimentos.

Posteriormente, el pozo séptico, tanque séptico o biodigestor representa una opción más autónoma y estable, especialmente si cuenta con diseño técnico adecuado. Puede resistir mejor que conexiones externas, aunque requiere mantenimiento periódico para asegurar su funcionalidad. Finalmente, las viviendas conectadas a la red pública de desagüe dentro de la vivienda presentan la menor fragilidad, al contar con un sistema cerrado, accesible y gestionado, lo cual facilita tanto la evacuación segura de aguas residuales como la recuperación sanitaria posterior al evento.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°116: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de acceso a servicio de alcantarillado

Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Otro tipo de eliminación de excretas	Pozo ciego o negro	Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Red pública de desagüe dentro de la vivienda
Otro tipo de eliminación de excretas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Pozo ciego o negro	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°117: Matriz de Normalización del parámetro tipo de acceso a servicio de alcantarillado

Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Otro tipo de eliminación de excretas	Pozo ciego o negro	Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ_{\max} VSP / VP
Otro tipo de eliminación de excretas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Pozo ciego o negro	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°118: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de acceso a servicio de alcantarillado

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La Matriz de Normalización del parámetro tipo de acceso a servicio de alcantarillado permite jerarquizar los niveles de fragilidad social ante tsunamis según el tipo de acceso al sistema de alcantarillado. Las viviendas que emplean “otro tipo de eliminación de excretas” presentan la mayor fragilidad (vector 0.503), debido a condiciones sanitarias precarias. Le siguen el “pozo ciego o negro” (0.260) y el “pozo séptico” (0.134), que también reflejan deficiencias en saneamiento básico.

En contraste, la fragilidad disminuye en viviendas conectadas a la “red pública fuera de la vivienda” (0.068) y especialmente en aquellas con “red pública dentro de la vivienda” (0.035), que ofrecen una mayor estabilidad sanitaria frente a eventos extremos.

d) Discapacidad

La presencia de alguna discapacidad influye directamente en la fragilidad social frente a un tsunami, ya que puede limitar la capacidad de evacuar, comprender alertas o seguir instrucciones durante la emergencia. En este contexto, se ha jerarquizado los tipos de discapacidad en función de su impacto inmediato en la respuesta individual y colectiva ante el evento.

Las personas con discapacidad para entender o relacionarse presentan la mayor fragilidad, ya que enfrentan serias dificultades para reconocer señales de alerta, procesar información y actuar rápidamente, lo que compromete severamente su seguridad en momentos críticos. Le siguen aquellas con discapacidad para moverse, ya que su capacidad de evacuación es limitada, requiriendo asistencia directa para desplazarse a zonas seguras.

En tercer lugar, se ubican las personas con discapacidad para ver, quienes, aunque pueden desplazarse, necesitan orientación constante para moverse con seguridad en un entorno alterado por el desastre. Luego, aquellas con dificultades para oír o hablar presentan menor fragilidad relativa, ya que suelen ser funcionales en términos físicos, aunque pueden tener problemas para recibir o transmitir información si no están debidamente integradas a los sistemas de alerta accesibles.

Finalmente, las personas sin discapacidad presentan la menor fragilidad, al poder actuar de manera autónoma durante y después del evento.

Cuadro N°119: Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad

Discapacidad	Entender o para relacionarse	Moverse	Ver	Oír / Hablar	Sin ninguna discapacidad
Entender o para relacionarse	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Moverse	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Ver	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Oír / Hablar	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Sin ninguna discapacidad	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°120: Matriz de Normalización del parámetro discapacidad

Discapacidad	Entender o para relacionarse	Moveirse	Ver	Oír / Hablar	Sin ninguna discapacidad	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Entender o para relacionarse	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Moveirse	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Ver	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Oír / Hablar	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Sin ninguna discapacidad	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°121: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro discapacidad

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La Matriz de Normalización del parámetro discapacidad jerarquiza el nivel de fragilidad social ante tsunamis, según las limitaciones funcionales de la población. Las personas con discapacidad para entender o relacionarse registran la mayor fragilidad (vector 0.503), debido a su limitada capacidad para comprender alertas o actuar con autonomía.

Le siguen quienes tienen dificultades para moverse (0.260), ver (0.134) y oír o hablar (0.068), cuyas restricciones afectan su tiempo de reacción y evacuación.

En contraste, la población sin ninguna discapacidad presenta la menor fragilidad (0.035), al contar con mejores condiciones para responder ante emergencias.

e) Acceso al servicio de alumbrado

condiciona la visibilidad, la comunicación y la seguridad durante la evacuación y en las primeras horas tras el impacto. Aunque no determina por sí solo la supervivencia, sí incide en la capacidad de reacción organizada y en la percepción de riesgo.

En primer lugar, los sectores donde menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico presentan la mayor fragilidad, debido a que la oscuridad limita severamente la evacuación nocturna, dificulta la orientación y restringe el uso de dispositivos de comunicación o alerta. Le siguen aquellas zonas con menos del 40% de cobertura, donde las limitaciones persisten, aunque con ligeras mejoras en términos de iluminación comunitaria.

En tercer lugar, están las áreas con menos del 60% de cobertura, que si bien cuentan con una red básica, aún enfrentan riesgos considerables en términos de visibilidad y seguridad. Luego, aquellas con menos del 80% de cobertura muestran menor fragilidad relativa, ya que la mayoría de viviendas dispone de alumbrado, favoreciendo una evacuación más segura.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Finalmente, las zonas donde más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico presentan la menor fragilidad, pues se facilita el acceso a medios de comunicación, alerta temprana, iluminación para evacuación y seguridad durante la emergencia.

Cuadro N°122: Matriz de comparación de pares del parámetro acceso al servicio de alumbrado

Acceso al servicio de alumbrado	Menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico
Menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Menos del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°123: Matriz de Normalización del parámetro acceso al servicio de alumbrado

Acceso al servicio de alumbrado	Menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Menos del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°124: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro acceso al servicio de alumbrado

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro acceso al servicio de alumbrado permite valorar la fragilidad de la población frente a un tsunami, considerando el grado de cobertura del alumbrado eléctrico en las viviendas. Aquellos sectores donde menos del 20% cuenta con este servicio presentan mayor fragilidad (vector 0.503), por su limitada capacidad para realizar evacuaciones seguras en condiciones de oscuridad.

A medida que aumenta la cobertura de menos del 40% (0.260) a menos del 80% (0.068) se reduce progresivamente el nivel de vulnerabilidad. Finalmente, en las zonas donde más del 80% de las viviendas tienen acceso a alumbrado, la fragilidad es mínima (0.035), ya que las condiciones de visibilidad favorecen una respuesta más oportuna frente a la amenaza.

3.2.3.2. Fragilidad económica

En el análisis de fragilidad económica ante tsunamis, el material del techo ocupa el primer lugar, al ser el componente más vulnerable estructuralmente frente a la fuerza del agua; cubiertas ligeras como paja, calamina o esteras son fácilmente desprendidas, aumentando la exposición interna. Le sigue el material de pared, donde construcciones de adobe, madera o triplay presentan alta probabilidad de colapso, especialmente en zonas de impacto directo. En tercer lugar, la condición de ocupación influye directamente en la exposición económica: viviendas habitadas o de uso ocasional concentran mayor riesgo por la presencia de personas y bienes. En cuarto puesto, el tipo de combustible se asocia al nivel socioeconómico; hogares que usan leña, carbón o residuos reflejan precariedad, lo que incrementa su fragilidad ante pérdidas. El equipamiento domiciliario se posiciona en el quinto lugar, ya que una menor presencia de bienes esenciales representa una mayor dificultad para la recuperación postdesastre. Por último, el material de piso, aunque relacionado al nivel de inversión de la vivienda, tiene menor incidencia directa sobre el colapso estructural o el impacto económico.

En ese contexto, para el análisis de la fragilidad económica se consideran los siguientes parámetros:

Cuadro N°125: Matriz de comparación de pares del componente fragilidad económica

FRAGILIDAD ECONÓMICA	Material de techo	Material de pared	Condición de ocupación	Tipo de combustible	Equipamiento domiciliario	Material de piso
Material de techo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	11.00
Material de pared	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Condición de ocupación	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Tipo de combustible	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Equipamiento domiciliario	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Material de piso	0.09	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.79	9.68	16.53	25.33	36.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.10	0.06	0.04	0.03

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°126: Matriz de normalización del componente fragilidad económica

FRAGILIDAD ECONÓMICA	Material de techo	Material de pared	Condición de ocupación	Tipo de combustible	Equipamiento domiciliario	Material de piso	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Material de techo	0.532	0.627	0.517	0.423	0.355	0.306	0.460	46.000	3.116	6.774
Material de pared	0.177	0.209	0.310	0.302	0.276	0.250	0.254	25.419	1.729	6.804
Condición de ocupación	0.106	0.070	0.103	0.181	0.197	0.194	0.142	14.212	0.927	6.523
Tipo de combustible	0.076	0.042	0.034	0.060	0.118	0.139	0.078	7.835	0.485	6.187
Equipamiento domiciliario	0.059	0.030	0.021	0.020	0.039	0.083	0.042	4.211	0.254	6.027
Material de piso	0.048	0.023	0.015	0.012	0.013	0.028	0.023	2.323	0.143	6.168
							1.000		PROMEDIO	6.414

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°127: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente fragilidad económica

Índice de consistencia (IC)	0.083
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.066

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización de la fragilidad económica establece el peso relativo de distintos factores estructurales y de habitabilidad que inciden en la vulnerabilidad de la población ante un evento de tsunami.

El material de techo (0.460) es el factor más relevante, dado que los techos precarios suelen ser arrasados con mayor facilidad por el impacto hidrodinámico del tsunami. Le siguen en importancia el material de pared (0.254) y la condición de ocupación (0.142), pues ambos reflejan la solidez estructural y la estabilidad de la tenencia.

En menor medida, el tipo de combustible (0.078), el equipamiento domiciliario (0.042) y el material de piso (0.023) reflejan niveles de precariedad y limitaciones en las condiciones de vida, que afectan directamente la capacidad de respuesta y recuperación.

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

a) Material de techo

El tipo de material de cobertura de las viviendas influye directamente en la fragilidad económica frente a tsunamis, ya que determina la resistencia estructural, la exposición a daños directos y los costos asociados a la recuperación. Las cubiertas más livianas y precarias son más vulnerables al impacto del oleaje, los vientos y los escombros arrastrados.

En primer lugar, las viviendas con techos de paja, hojas de palmera y similares presentan la mayor fragilidad, ya que estos materiales no ofrecen resistencia al agua ni a la fuerza del tsunami, colapsando fácilmente. Le siguen aquellas construcciones con techos de triplay, estera, carrizo o caña, incluso con recubrimiento de barro o cemento, ya que si bien tienen algo

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

más de cohesión, siguen siendo materiales poco durables y altamente expuestos al desprendimiento.

En tercer lugar, se encuentran los techos de madera o tejas, que presentan una resistencia media. Aunque pueden soportar cierta presión, su estructura es frágil frente al impacto directo del agua o escombros. Posteriormente, los techos hechos de planchas de calamina o fibra de cemento muestran menor fragilidad relativa, debido a que son livianos, pero más estables, aunque pueden desprenderse si no están bien anclados.

Finalmente, las viviendas con techos de concreto armado presentan la menor fragilidad, al ser estructuras sólidas, resistentes a la presión hidráulica y que ofrecen mayor protección tanto estructural como económica frente al evento.

Cuadro N°128: Matriz de comparación de pares del parámetro material de techo

Material de techo	Paja, hoja de palmera y similares	Triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento	Madera, Tejas	Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	Concreto armado
Paja, hoja de palmera y similares	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Madera, Tejas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°129: Matriz de Normalización del parámetro material de techo

Material de techo	Paja, hoja de palmera y similares	Triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento	Madera, Tejas	Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	Concreto armado	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Paja, hoja de palmera y similares	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Madera, Tejas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Concreto armado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°130: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material de techo

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro material de techo permite jerarquizar el nivel de fragilidad de las viviendas frente a un tsunami, según la calidad y resistencia del material utilizado. Las viviendas con techos de paja, hoja de palmera y similares evidencian la mayor fragilidad (vector 0.503), por su escasa resistencia ante eventos extremos.

Esta vulnerabilidad se reduce en techos construidos con triplay, carrizo o caña (0.260), y continúa descendiendo con materiales como madera o tejas (0.134) y calamina o fibra de cemento (0.068). Finalmente, las viviendas con concreto armado muestran la menor fragilidad (0.035), por ofrecer mayor estabilidad estructural y capacidad de protección.

b) Material de pared

El tipo de material predominante en las paredes de la vivienda es determinante para evaluar la fragilidad estructural y económica frente a un tsunami. Influye tanto en la resistencia física como en la magnitud de pérdidas materiales y humanas ante el impacto directo del oleaje.

Las viviendas construidas con triplay, calamina o estera representan la mayor fragilidad, ya que estos materiales carecen de solidez, son fácilmente arrastrables por el agua y no ofrecen ningún tipo de protección estructural. En segundo lugar, están las viviendas de madera liviana (pona, tornillo u otras especies), que, si bien son algo más resistentes, también son vulnerables al colapso por la presión hidrodinámica o el impacto de escombros.

En tercer lugar, se ubican las paredes de adobe, piedra con barro, tapia o quincha, que si bien son materiales pesados y tradicionales, presentan alta fragilidad estructural frente a saturación por agua y vibración, colapsando fácilmente al perder cohesión. Luego están las edificaciones de piedra o sillar con cal o cemento, con mayor resistencia frente al impacto, aunque con riesgos de agrietamiento si no tienen refuerzos adecuados.

Finalmente, las viviendas con ladrillo o bloque de cemento presentan la menor fragilidad, ya que este tipo de material ofrece mayor integridad estructural ante cargas laterales y permite una recuperación más rápida y menos costosa si ha sido correctamente construido.



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
GENERAL DIRECTOR DE GESTIÓN DEL RIESGO



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
GENERAL DIRECTOR DE GESTIÓN DEL RIESGO
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11281
EVALUADOR DE RIESGO

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°131: Matriz de comparación de pares del parámetro material de pared

Material de pared	Triplay / calamina / estera	Madera (pona, tornillo, etc.)	Adobe / Piedra con barro / Tapia o Quincha	Piedra o sillar con cal o cemento	Ladrillo o bloque de cemento
Triplay / calamina / estera	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Madera (pona, tornillo, etc.)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Adobe / Piedra con barro / Tapia o Quincha	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Piedra o sillar con cal o cemento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°132: Matriz de Normalización del parámetro material de pared

Material de pared	Triplay / calamina / estera	Madera (pona, tornillo, etc.)	Adobe / Piedra con barro / Tapia o Quincha	Piedra o sillar con cal o cemento	Ladrillo o bloque de cemento	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Triplay / calamina / estera	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Madera (pona, tornillo, etc.)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Adobe / Piedra con barro / Tapia o Quincha	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Piedra o sillar con cal o cemento	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Ladrillo o bloque de cemento	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°133: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material de pared

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro material de pared permite evaluar la fragilidad de las viviendas frente a un tsunami, según el tipo de material predominante en sus estructuras. Las construcciones hechas con triplay, calamina o estera presentan la mayor fragilidad (vector 0.503), debido a su baja capacidad de resistencia frente a impactos o colapsos.

En menor grado de vulnerabilidad se ubican las viviendas con paredes de madera (0.260) y de adobe, piedra con barro, tapia o quincha (0.134), las cuales también presentan deficiencias estructurales importantes. Las paredes de piedra o sillar con cal o cemento (0.068) ofrecen mayor solidez, y finalmente, las de ladrillo o bloque de cemento presentan la menor fragilidad (0.035), por su mayor estabilidad y capacidad de soporte ante fuerzas externas.

c) Condición de ocupación

La condición de ocupación de una vivienda determina su exposición humana directa y, por tanto, su fragilidad desde un enfoque socioeconómico. A mayor presencia de personas durante el evento, mayor es la vulnerabilidad, tanto por riesgo de pérdida de vidas como por impactos económicos directos en la propiedad habitada.

En primer lugar, se ubican las viviendas ocupadas con personas presentes, ya que concentran la mayor exposición física y humana ante un tsunami. Le siguen aquellas ocupadas de uso ocasional o con personas ausentes, que, si bien reducen el riesgo directo de afectación a las personas, mantienen un alto valor de exposición económica por el uso parcial del inmueble.

En tercer lugar, están las viviendas desocupadas en construcción o reparación, cuya infraestructura aún no está consolidada y es más vulnerable al colapso. En cuarto lugar, se ubican las viviendas desocupadas en alquiler o venta, que, si bien tienen valor económico, no presentan exposición humana inmediata y su contenido suele estar vacío o en desuso.

Finalmente, las viviendas desocupadas, abandonadas o cerradas presentan la menor fragilidad en términos humanos, al no contar con personas presentes durante el evento. Su valor económico sigue siendo relevante, pero el impacto inmediato es más bajo frente a viviendas activamente habitadas.

Cuadro N°134: Matriz de comparación de pares del parámetro condición de ocupación

Condición de ocupación	Ocupada, con personas presentes	Ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes	Desocupada, en construcción o reparación	Desocupada, en alquiler o venta	Desocupada, abandonada, cerrada u otra causa
Ocupada, con personas presentes	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Desocupada, en construcción o reparación	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Desocupada, en alquiler o venta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Desocupada, abandonada, cerrada u otra causa	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°135: Matriz de Normalización del parámetro condición de ocupación

Condición de ocupación	Ocupada, con personas presentes	Ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes	Desocupada, en construcción o reparación	Desocupada, en alquiler o venta	Desocupada, abandonada, cerrada u otra causa	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Ocupada, con personas presentes	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Desocupada, en construcción o reparación	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Desocupada, en alquiler o venta	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Desocupada, abandonada, cerrada u otra causa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°136: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro condición de ocupación

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro condición de ocupación permite evaluar la fragilidad económica de las viviendas ante un tsunami, considerando su estado de ocupación como un reflejo del nivel de inversión o deterioro del bien inmueble.

Las viviendas ocupadas con personas presentes presentan mayor valor económico expuesto (vector 0.503), ya que su uso continuo implica conservación, equipamiento y habitabilidad constante. En contraste, las viviendas ocupadas de forma ocasional o con personas ausentes muestran menor fragilidad económica (0.260), reflejando un menor uso o valorización.

Las viviendas desocupadas en construcción o reparación (0.134) y aquellas en alquiler o venta (0.068) representan activos en transición, con menor nivel de inversión o utilidad inmediata. Finalmente, las desocupadas, abandonadas o cerradas (0.035) tienen el menor nivel de exposición económica, al encontrarse en condiciones de abandono o deterioro.

d) Tipo de combustible

El tipo de combustible utilizado en la vivienda refleja el nivel de precariedad de las condiciones domésticas y el grado de vulnerabilidad económica ante un tsunami. Los

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

combustibles tradicionales o no convencionales indican mayores niveles de pobreza y exposición al riesgo, tanto por el tipo de instalación como por la facilidad con que pueden generar focos de incendio o contaminación si son arrastrados por el agua.

Las viviendas que usan otros combustibles, como residuos agrícolas, presentan la mayor fragilidad, ya que suelen estar asociadas a instalaciones rústicas, sin medidas de seguridad, y con alta exposición a pérdidas materiales y riesgos colaterales. Le siguen aquellas que utilizan leña, que también indica condiciones precarias y mayor probabilidad de contaminación post-desastre debido a la acumulación de hollín y residuos.

En tercer lugar, están las viviendas que usan carbón, con riesgos similares, aunque con una instalación algo más estable. Luego, aquellas que utilizan gas (GLP) o electricidad tienen una fragilidad significativamente menor, al contar con sistemas regulados y mayor capacidad de reposición postevento.

Finalmente, las viviendas donde no se cocina presentan la menor fragilidad directa, ya que no almacenan combustibles ni presentan riesgos inmediatos relacionados a la preparación de alimentos durante el evento.

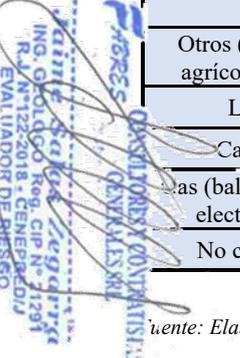
Cuadro N°137: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de combustible



Tipo de combustible	Otros (residuos agrícolas, etc.)	Leña	Carbón	Gas (balón GLP) y electricidad	No cocinan
Otros (residuos agrícolas, etc.)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Leña	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Carbón	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Gas (balón GLP) y electricidad	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
No cocinan	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°138: Matriz de Normalización del parámetro tipo de combustible



Tipo de combustible	Otros (residuos agrícolas, etc.)	Leña	Carbón	Gas (balón GLP) y electricidad	No cocinan	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Otros (residuos agrícolas, etc.)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Leña	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Carbón	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Gas (balón GLP) y electricidad	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
No cocinan	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°139: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de combustible

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del tipo de combustible permite evaluar la fragilidad económica ante tsunamis, considerando la fuente de energía utilizada para cocinar como un indicador del nivel socioeconómico de los hogares.

Los hogares que utilizan residuos agrícolas u otros combustibles alternativos presentan mayor fragilidad (vector 0.503), al reflejar condiciones económicas precarias y menor acceso a servicios modernos. Aquellos que emplean leña (0.260) o carbón (0.134) también revelan limitaciones en infraestructura y capacidad adquisitiva.

En cambio, el uso de gas (GLP) o electricidad (0.068) denota un mejor nivel de acceso energético y menor fragilidad. Finalmente, los hogares que no cocinan (0.035) presentan la menor exposición económica relacionada a este parámetro.

e) Equipamiento domiciliario

El nivel de equipamiento domiciliario representa un indicador directo del bienestar económico de los hogares y su capacidad de afrontamiento post-desastre. A mayor número de equipamientos básicos televisor a color, computadora/laptop/tablet, lavadora de ropa, cocina a gas y refrigeradora o congeladora menor es la fragilidad económica del hogar, ya que denota mejores condiciones de vida, acceso a la información y medios para la recuperación.

Las viviendas sin ningún equipamiento básico presentan la mayor fragilidad, al reflejar condiciones de pobreza estructural y limitada capacidad de reacción o recuperación. Le siguen aquellas que solo cuentan con 1 o 2 equipamientos, lo cual también indica precariedad y exposición elevada a pérdidas materiales que no pueden reponerse fácilmente.

En tercer lugar, se ubican los hogares que cuentan con 3 equipamientos, donde se aprecia una mejora moderada en el acceso a bienes esenciales, aunque todavía limitada en términos de resiliencia económica. Luego, aquellos que disponen de 4 equipamientos muestran una condición más favorable, con acceso casi completo a servicios domésticos y mayor posibilidad de recuperación autónoma.

Finalmente, las viviendas que cuentan con los 5 equipamientos presentan la menor fragilidad económica, ya que indican una alta calidad de vida y una mayor capacidad para enfrentar tanto el impacto directo como la etapa de recuperación tras el evento.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°140: Matriz de comparación de pares del parámetro equipamiento domiciliario

Equipamiento domiciliario	Sin equipamiento básico	Solo cuenta con 1 o 2 equipamientos	Cuenta con 3 equipamientos	Cuenta con 4 equipamientos	Cuenta con los 5 equipamientos
Sin equipamiento básico	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Solo cuenta con 1 o 2 equipamientos	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Cuenta con 3 equipamientos	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cuenta con 4 equipamientos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Cuenta con los 5 equipamientos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°141: Matriz de Normalización del parámetro equipamiento domiciliario

Equipamiento domiciliario	Sin equipamiento básico	Solo cuenta con 1 o 2 equipamientos	Cuenta con 3 equipamientos	Cuenta con 4 equipamientos	Cuenta con los 5 equipamientos	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Sin equipamiento básico	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Solo cuenta con 1 o 2 equipamientos	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Cuenta con 3 equipamientos	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Cuenta con 4 equipamientos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Cuenta con los 5 equipamientos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°142: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro equipamiento domiciliario

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del equipamiento domiciliario permite identificar el grado de fragilidad económica de los hogares frente a un tsunami, en función de la cantidad de bienes básicos disponibles.

Los hogares sin equipamiento básico presentan la mayor fragilidad (vector 0.503), al evidenciar carencias significativas en condiciones de habitabilidad. Aquellos que solo cuentan

con 1 o 2 equipamientos (0.260) también reflejan vulnerabilidad por la limitada capacidad de reposición ante una emergencia.

Por otro lado, las viviendas que cuentan con 3 equipamientos (0.134) o con 4 equipamientos (0.068) muestran condiciones moderadas de dotación, con menor fragilidad relativa. Finalmente, los hogares que cuentan con los 5 equipamientos básicos (0.035) tienen la menor fragilidad económica en este aspecto

f) Material de piso

El material del piso es un indicador directo de la calidad constructiva y del nivel socioeconómico del hogar, influyendo también en la resistencia al ingreso de agua, limpieza postinundación y pérdidas materiales durante un tsunami. Materiales rústicos o porosos incrementan el daño estructural y sanitario en la etapa post - desastre.

En primer lugar, los pisos de tierra representan la mayor fragilidad, ya que favorecen la acumulación de humedad, lodo y contaminantes tras el evento, dificultando las condiciones de habitabilidad y saneamiento. En segundo lugar, se encuentran los pisos de láminas asfálticas o vinílicos, que, si bien ofrecen una superficie algo más limpia, son de baja durabilidad y tienden a despegarse o deteriorarse fácilmente con el ingreso de agua.

En tercer lugar, están los pisos de madera (pona, parquet o pulida), que presentan una fragilidad intermedia: aunque son más sólidos, pueden hincharse o deformarse con la humedad prolongada. Luego, los pisos de cemento ofrecen mayor resistencia estructural e higiene, permitiendo una limpieza rápida y menor daño permanente.

Finalmente, los pisos de losetas, terrazos o cerámicos presentan la menor fragilidad, al ser materiales durables, impermeables y de fácil mantenimiento, lo cual reduce significativamente las pérdidas económicas y sanitarias tras un tsunami.

Cuadro N°143: Matriz de comparación de pares del parámetro material de piso

Material de piso	Tierra	Láminas asfálticas, vinílicos o similares	Madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida	Cemento	Losetas, terrazos, cerámicos o similares
Tierra	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cemento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°144: Matriz de Normalización del parámetro material de piso

Material de piso	Tierra	Láminas asfálticas, vinílicos o similares	Madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida	Cemento	Losetas, terrazos, cerámicos o similares	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Tierra	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Cemento	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°145: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material de piso

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del material de piso permite identificar el nivel de fragilidad económica de los hogares frente a un tsunami, considerando el tipo de revestimiento del suelo como un indicador de las condiciones de habitabilidad.

Las viviendas con piso de tierra presentan la mayor fragilidad (vector 0.503), al reflejar bajos niveles de inversión en infraestructura básica. Aquellas con revestimientos simples como vinílicos o similares (0.260) también muestran condiciones limitadas.

Los pisos de madera pulida o parquet (0.134) y cemento (0.068) indican una mejoría en la calidad constructiva y menor vulnerabilidad. Finalmente, los hogares con losetas, terrazos o cerámicos (0.035) presentan la menor fragilidad en este parámetro.

3.2.3.3. Fragilidad ambiental

En el análisis de fragilidad ambiental ante tsunamis, la disposición de residuos sólidos se ubica como el factor de mayor fragilidad. El manejo inadecuado como el uso de botaderos informales o acumulación en espacios abiertos incrementa significativamente el riesgo sanitario y de contaminación tras el paso del tsunami, al facilitar el arrastre de desechos y agentes patógenos.

Le sigue el servicio de recojo de residuos sólidos, donde la ausencia o informalidad del recojo agrava la acumulación previa y complica la gestión postdesastre. Sistemas formales y periódicos reducen esta fragilidad al minimizar los focos contaminantes expuestos al evento.

En ese contexto, para el análisis de la fragilidad ambiental se consideran los siguientes parámetros:

Cuadro N°146: Matriz de comparación de pares del componente fragilidad ambiental

FRAGILIDAD AMBIENTAL	Disposición de residuos solidos	Servicio de recojo de residuos solidos
Disposición de residuos solidos	1.00	-
Servicio de recojo de residuos solidos	-	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°147: Matriz de normalización del componente fragilidad ambiental

FRAGILIDAD AMBIENTAL	Vector Priorización
Disposición de residuos solidos	0.600
Servicio de recojo de residuos solidos	0.400

Fuente: Elaboración Propia.

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

a) Disposición de residuos sólidos

La forma en que se gestionan los residuos sólidos es un factor clave de la fragilidad ambiental, ya que puede agravar significativamente los impactos secundarios de un tsunami, como la contaminación del suelo, el agua y la propagación de enfermedades. A menor control técnico en la disposición final, mayor será la afectación al entorno y a la salud pública postevento.

En primer lugar, se ubica la disposición a cielo abierto o a la intemperie, que representa la mayor fragilidad, al exponer los residuos directamente a ser arrastrados por el agua, contaminando amplias áreas urbanas y naturales. Le sigue el uso de botaderos informales o no autorizados, donde los residuos carecen de tratamiento y control, favoreciendo su dispersión y degradación del entorno.

En tercer lugar, se encuentra la práctica de quema y entierro, que, aunque busca reducir volumen, genera contaminación del aire y del suelo, además de liberar tóxicos si se realiza sin supervisión. Posteriormente, los centros de acopio presentan menor fragilidad relativa, al tratarse de espacios organizados, aunque aún vulnerables si no están adecuadamente cerrados o elevados.

Finalmente, la disposición en rellenos sanitarios representa la menor fragilidad ambiental, al contar con infraestructura técnica para la contención, tratamiento y manejo seguro de residuos, reduciendo así el riesgo de dispersión y contaminación tras un tsunami.



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
ING. G. OLDOZO
REG. CIP N° 21281
EVALUADOR DE RIESGO



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
ING. G. OLDOZO
REG. CIP N° 21281
EVALUADOR DE RIESGO

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°148: Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de residuos sólidos

Disposición de residuos sólidos	Disposición a cielo abierto / a la intemperie	Botadero informal / no autorizad	Quema y entierro	Centro de acopio	Relleno sanitario
Disposición a cielo abierto / a la intemperie	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Botadero informal / no autorizad	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Quema y entierro	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Centro de acopio	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Relleno sanitario	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°149: Matriz de Normalización del parámetro disposición de residuos sólidos

Disposición de residuos sólidos	Disposición a cielo abierto / a la intemperie	Botadero informal / no autorizad	Quema y entierro	Centro de acopio	Relleno sanitario	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Disposición a cielo abierto / a la intemperie	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Botadero informal / no autorizad	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Quema y entierro	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Centro de acopio	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Relleno sanitario	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°150: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro disposición de residuos sólidos

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro disposición de residuos sólidos permite identificar el grado de fragilidad ambiental ante un tsunami, considerando el manejo de desechos como un indicador clave de vulnerabilidad.

La disposición a cielo abierto o a la intemperie presenta la mayor fragilidad (vector 0.503), ya que incrementa los riesgos sanitarios y ambientales. Le siguen los residuos depositados en botaderos informales o no autorizados (0.260), que también representan prácticas inadecuadas.

La quema y entierro (0.134) constituye una forma rudimentaria con efectos negativos moderados. En cambio, el uso de centros de acopio (0.068) muestra una mejora en la gestión,

y finalmente, el relleno sanitario (0.035) refleja la menor fragilidad, al representar una práctica técnica y ambientalmente adecuada.

b) Servicio de recojo de residuos solidos

El tipo de servicio de recolección de residuos sólidos influye directamente en la fragilidad ambiental ante un tsunami, ya que determina el grado de acumulación, exposición y dispersión de residuos durante y después del evento. Sistemas ineficientes aumentan el riesgo de contaminación del entorno y complican las condiciones de salubridad en la fase de recuperación.

En primer lugar, se considera como más frágil a las áreas sin servicio o donde los residuos son depositados en la calle, ya que están completamente expuestos al arrastre por las aguas del tsunami, provocando una rápida diseminación de basura y agentes patógenos. Le sigue el recojo informal sin control técnico, que, si bien recoge residuos, lo hace sin protocolos adecuados, generando focos de contaminación y acumulación intermitente.

En tercer lugar, se ubican los puntos de acopio temporal, que permiten una recolección organizada, pero son vulnerables si no están protegidos ante eventos extremos. Luego, los contenedores municipales representan una opción más controlada, al reducir la dispersión directa de residuos, aunque su efectividad dependerá de la frecuencia y logística de vaciado.

Finalmente, el recojo formal mediante camión municipal constituye el nivel más bajo de fragilidad ambiental, al contar con rutas establecidas, protocolos de manejo y menor acumulación visible de residuos, lo cual favorece tanto la higiene como la respuesta post-desastre.

Cuadro N°151: Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de recojo de residuos solidos

Servicio de recojo de residuos solidos	Sin servicio / Calle	Recojo informal sin control técnico	Punto de acopio temporal	Contenedor municipal	Recojo formal mediante camión municipal
Sin servicio / Calle	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Recojo informal sin control técnico	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Punto de acopio temporal	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Contenedor municipal	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Recojo formal mediante camión municipal	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°152: Matriz de Normalización del parámetro servicio de recojo de residuos sólidos

Servicio de recojo de residuos sólidos	Sin servicio / Calle	Recojo informal sin control técnico	Punto de acopio temporal	Contenedor municipal	Recojo formal mediante camión municipal	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Sin servicio / Calle	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Recojo informal sin control técnico	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Punto de acopio temporal	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Contenedor municipal	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Recojo formal mediante camión municipal	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°153: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro servicio de recojo de residuos sólidos

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro servicio de recojo de residuos sólidos permite evaluar el nivel de fragilidad ambiental frente a un tsunami, considerando la cobertura y formalidad en la gestión de residuos.

La ausencia de servicio o el depósito en la calle representa el mayor nivel de fragilidad (vector 0.503), seguido del recojo informal sin control técnico (0.260), ambos asociados a entornos insalubres y con limitada capacidad de respuesta.

El uso de puntos de acopio temporal (0.134) o contenedores municipales (0.068) indica condiciones de gestión intermedia. En contraste, el recojo formal mediante camión municipal (0.035) refleja una adecuada organización del servicio y menor fragilidad.

3.2.4. Ponderación de los parámetros de fragilidad

Cuadro N°154: Ponderación de parámetros de fragilidad social

Fragilidad Social						
Grupo Etario	Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Discapacidad	Acceso al servicio de alumbrado	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.253	0.131	0.068	0.034	0.018	0.503	0.297
0.131	0.068	0.035	0.018	0.009	0.26	0.297
0.068	0.035	0.018	0.009	0.005	0.134	0.297
0.034	0.018	0.009	0.005	0.002	0.068	0.297
0.018	0.009	0.005	0.002	0.001	0.035	0.297

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°155: Ponderación de parámetros de fragilidad económica

Fragilidad Económica							
Material de techo	Material de pared	Condición de ocupación	Tipo de combustible	Equipamiento o domiciliario	Material de piso	Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.231	0.128	0.071	0.039	0.021	0.012	0.503	0.23
0.12	0.066	0.037	0.02	0.011	0.006	0.26	0.23
0.062	0.034	0.019	0.011	0.006	0.003	0.134	0.23
0.031	0.017	0.01	0.005	0.003	0.002	0.068	0.23
0.016	0.009	0.005	0.003	0.001	0.001	0.035	0.23

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°156: Ponderación de parámetros de fragilidad ambiental

Fragilidad Ambiental			
Disposición de residuos solidos	Servicio de recojo de residuos solidos	Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental
Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.302	0.201	0.503	0.23
0.156	0.104	0.26	0.23
0.081	0.054	0.134	0.23
0.041	0.027	0.068	0.23
0.021	0.014	0.035	0.23

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.5. Análisis de la componente resiliencia

La resiliencia hace alusión a la capacidad que tienen las personas y sus medios de subsistencia para adaptarse, responder y recuperarse ante la ocurrencia de un peligro. Este atributo está estrechamente vinculado a factores sociales y a la organización comunitaria. En general, cuanto mayor sea la resiliencia, menor será el nivel de vulnerabilidad.

En ese sentido, para el análisis de la vulnerabilidad en su componente de resiliencia, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro N°157: Parámetros del componente resiliencia

Componente Resiliencia		
Resiliencia Social	Resiliencia Económica	Resiliencia Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nivel Educativo. ❖ Tipo de seguro. ❖ Acceso a conectividad y telecomunicaciones. ❖ Participación en simulacros. ❖ Capacitaciones en temas de GRD. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ingreso promedio familiar. ❖ Ocupación laboral. ❖ Tipo de vivienda. ❖ Tipo de tenencia de vivienda. ❖ Movilidad urbana. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Conocimiento en temas de conservación ambiental. ❖ Conocimiento de actividades de reciclaje.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.5.1. Resiliencia social

En el análisis de resiliencia social ante tsunamis, el nivel educativo ocupa el primer lugar como principal factor potenciador de la capacidad de respuesta. Una mayor formación académica, especialmente a nivel superior, se asocia con mayor comprensión del riesgo, adopción de medidas preventivas y reacción informada.

Le sigue el tipo de seguro, donde contar con cobertura formal (ESSALUD, seguro privado) garantiza mejores condiciones de atención en emergencias. Luego, el acceso a conectividad y telecomunicaciones permite recibir alertas tempranas, coordinar evacuaciones y acceder a información crítica durante la emergencia.

En cuarto lugar, la participación en simulacros refuerza la preparación comunitaria y fortalece la respuesta organizada. Finalmente, las capacitaciones en gestión del riesgo de desastres (GRD), si bien son importantes, suelen tener menor cobertura y frecuencia, lo que limita su impacto general, ubicándolas en la última posición.

En ese contexto, para el análisis de la resiliencia social se consideran los siguientes parámetros:

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°158: Matriz de comparación de pares del componente resiliencia social

RESILIENCIA SOCIAL	Nivel Educativo	Tipo de seguro	Acceso a conectividad y telecomunicaciones	Participación en simulacros	Capacitaciones en temas de GRD
Nivel Educativo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Tipo de seguro	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Acceso a conectividad y telecomunicaciones	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Participación en simulacros	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Capacitaciones en temas de GRD	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°159: Matriz de normalización del componente resiliencia social

RESILIENCIA SOCIAL	Nivel Educativo	Tipo de seguro	Acceso a conectividad y telecomunicaciones	Participación en simulacros	Capacitaciones en temas de GRD	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Nivel Educativo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.74	5.455
Tipo de seguro	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.41	5.432
Acceso a conectividad y telecomunicaciones	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.70	5.204
Participación en simulacros	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.34	5.030
Capacitaciones en temas de GRD	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.18	5.093
						1.000		PROMEDIO	5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°160: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente resiliencia social

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del componente resiliencia social permite jerarquizar los factores sociales que inciden en la capacidad de la población para enfrentar un evento de tsunami. El nivel educativo obtiene la mayor ponderación (0.503), dado que influye directamente en la comprensión de alertas, participación en simulacros y adopción de medidas preventivas. Le sigue el tipo de seguro (0.260), que representa el acceso a atención médica en contextos post-desastre. El acceso a conectividad y telecomunicaciones (0.134) permite una mejor articulación con sistemas de alerta temprana y canales de información oficial. En menor medida, la participación en simulacros (0.068) y las capacitaciones en temas de GRD (0.035) evidencian el nivel de preparación práctica de la población, siendo aspectos clave, aunque con baja prioridad relativa.

Esta jerarquización permite orientar la planificación de intervenciones sociales, enfocándose en el fortalecimiento de la educación, el acceso a seguros de salud y la conectividad digital como ejes estratégicos para mejorar la resiliencia comunitaria frente a tsunamis.

Para la determinación de los pesos ponderados, se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

a) Nivel Educativo

El nivel educativo influye directamente en la resiliencia social, ya que determina la capacidad de comprensión del riesgo, el acceso a información confiable, la toma de decisiones y la participación organizada ante un tsunami.

Las personas con sin nivel educativo o solo nivel inicial presentan la menor resiliencia, ya que enfrentan mayores dificultades para entender alertas tempranas, seguir instrucciones de evacuación o interpretar los protocolos de emergencia. Le siguen quienes cuentan con primaria o básica especial, quienes, si bien tienen habilidades funcionales básicas, aún enfrentan limitaciones para comprender información técnica o actuar de manera anticipada.

En tercer lugar, están las personas con educación secundaria, quienes poseen conocimientos más estructurados, lo que mejora su respuesta individual y su integración en acciones comunitarias. Luego, quienes tienen educación superior no universitaria evidencian mayor resiliencia, ya que combinan capacidades técnicas con criterio de acción frente al riesgo.

Finalmente, las personas con educación superior universitaria, maestría o doctorado presentan la mayor resiliencia social, por su habilidad para procesar información compleja, organizarse colectivamente y asumir liderazgo en situaciones de emergencia o recuperación.

Cuadro N°161: Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo

Nivel Educativo	Sin nivel / Inicial	Primaria / Básica especial	Secundaria	Superior no universitaria	Superior universitaria / Maestría / Doctorado
Sin nivel / Inicial	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Primaria / Básica especial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Secundaria	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Superior no universitaria	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Superior universitaria / Maestría / Doctorado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°162: Matriz de Normalización del parámetro nivel educativo

Nivel Educativo	Sin nivel / Inicial	Primaria / Básica especial	Secundaria	Superior no universitaria	Superior universitaria / Maestría / Doctorado	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Sin nivel / Inicial	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Primaria / Básica especial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Secundaria	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Superior no universitaria	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Superior universitaria / Maestría / Doctorado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°163: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro nivel educativo

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro nivel educativo permite evaluar el grado de resiliencia social frente a un tsunami, considerando que un mayor nivel formativo favorece la comprensión de riesgos y la toma de decisiones adecuadas ante emergencias.

Las personas sin nivel educativo o solo con educación inicial presentan la menor resiliencia (vector 0.503), seguidas por aquellas con primaria o básica especial (0.260), lo que evidencia una mayor vulnerabilidad informativa y operativa ante eventos adversos.

En niveles intermedios, quienes tienen educación secundaria (0.134) o superior no universitaria (0.068) muestran una mejor preparación. Finalmente, la mayor resiliencia corresponde a quienes cuentan con educación superior universitaria, maestría o doctorado (0.035), debido a su mayor capacidad de respuesta, análisis y articulación con sistemas institucionales.

b) Tipo de seguro

El tipo de seguro con el que cuenta la población incide directamente en su resiliencia social, ya que determina el nivel de acceso a servicios de salud y apoyo económico después de un evento destructivo como un tsunami. Un sistema de aseguramiento sólido permite una recuperación más rápida, atención médica oportuna y menores costos para las familias afectadas.

En primer lugar, se encuentran las personas sin ningún tipo de seguro, quienes presentan la menor resiliencia, al no contar con respaldo institucional frente a lesiones, enfermedades o pérdidas materiales. Le siguen quienes están afiliados al SIS o a seguros de las FF.AA., que si bien brindan cobertura, esta puede ser limitada en especialidades o capacidad de respuesta. En

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

contextos de emergencia, estos sistemas pueden verse rápidamente sobrecargados o colapsar, afectando la atención oportuna y eficiente a la población afectada.

En tercer lugar, se ubican las personas con otros seguros, que en general brindan una atención variable dependiendo de la institución, pero con mayores niveles de cobertura que el sistema público básico. Luego están los afiliados a ESSALUD, quienes cuentan con mayor infraestructura, capacidad técnica y cobertura nacional para enfrentar emergencias sanitarias.

Finalmente, las personas con seguro privado presentan la mayor resiliencia, debido a que pueden acceder de forma más inmediata a servicios médicos, atención especializada y centros asistenciales, tanto en la etapa de emergencia como en la recuperación.

Cuadro N°164: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro

Tipo de seguro	Sin seguro	SIS y FF.AA.	Otros seguros	ESSALUD	Seguro privado
Sin seguro	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
SIS y FF.AA.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Otros seguros	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
ESSALUD	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Seguro privado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°165: Matriz de Normalización del parámetro tipo de seguro

Tipo de seguro	Sin seguro	SIS y FF.AA.	Otros seguros	ESSALUD	Seguro privado	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Sin seguro	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
SIS y FF.AA.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Otros seguros	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
ESSALUD	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Seguro privado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°166: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de seguro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro tipo de seguro analiza el grado de cobertura sanitaria de la población frente a un tsunami, como indicador clave de resiliencia social.

Los individuos sin ningún tipo de seguro presentan el nivel más bajo de resiliencia (vector 0.503), al carecer de acceso garantizado a servicios médicos. Le siguen quienes cuentan con

SIS o seguros de las FF.AA. (0.260), cuya cobertura es básica y muchas veces limitada en capacidad operativa.

En niveles moderados se ubican quienes disponen de otros seguros (0.134) o están afiliados a ESSALUD (0.068), con mayor disponibilidad de atención médica. Por último, el grupo con seguro privado (0.035) refleja el mayor nivel de resiliencia, debido al acceso a servicios médicos especializados y de rápida respuesta ante emergencias.

c) Acceso a conectividad y telecomunicaciones

El acceso a conectividad y telecomunicaciones es un parámetro clave en la evaluación de la resiliencia social, ya que facilita la recepción de alertas tempranas, la comunicación durante emergencias y el acceso a información oficial.

En la base de la jerarquía se encuentran las personas que no tienen ningún tipo de acceso, lo que representa una condición de alta vulnerabilidad al no poder recibir avisos ni coordinar acciones de evacuación. Un nivel ligeramente superior lo ocupan quienes solo cuentan con servicio de televisión por cable o satelital, que, si bien proporciona información, no permite una comunicación bidireccional ni en tiempo real.

El siguiente nivel corresponde a quienes disponen de teléfono fijo, medio que posibilita la comunicación, aunque con limitaciones de movilidad y cobertura. Posteriormente, el uso de teléfono celular representa una mejora considerable, al permitir una conexión constante, mayor movilidad y acceso a plataformas de mensajería y llamadas de emergencia.

Finalmente, el acceso a conexión a internet se ubica en la posición más alta de la escala, ya que ofrece la mayor capacidad de interacción, monitoreo en tiempo real, acceso a redes sociales, plataformas oficiales y aplicaciones de alerta temprana, consolidando así una herramienta fundamental para la gestión del riesgo y la resiliencia comunitaria.

Cuadro N°167: Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a conectividad y telecomunicaciones

Acceso a conectividad y telecomunicaciones	No tiene acceso	TV por cable o satelital	Teléfono Fijo	Teléfono celular	Conexión a Internet
No tiene acceso	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
TV por cable o satelital	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Teléfono Fijo	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Teléfono celular	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Conexión a Internet	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°168: Matriz de Normalización del parámetro acceso a conectividad y telecomunicaciones

Acceso a conectividad y telecomunicaciones	No tiene acceso	TV por cable o satelital	Teléfono Fijo	Teléfono celular	Conexión a Internet	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
No tiene acceso	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
TV por cable o satelital	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Teléfono Fijo	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Teléfono celular	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Conexión a Internet	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°169: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro acceso a conectividad y telecomunicaciones

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro acceso a conectividad y telecomunicaciones permite evaluar la capacidad de comunicación de la población ante la ocurrencia de un tsunami, en tanto factor clave de resiliencia social.

Las personas sin ningún tipo de acceso presentan el mayor grado de vulnerabilidad (vector 0.503), ya que no cuentan con medios para recibir alertas ni coordinar acciones inmediatas. Les siguen quienes disponen únicamente de TV por cable o satelital (0.260), o cuentan con un teléfono fijo (0.134), medios limitados en cuanto a inmediatez.

En mejor situación están quienes tienen acceso a teléfono celular (0.068), lo que les permite una comunicación más dinámica. Finalmente, quienes acceden a Internet (0.035) demuestran el mayor nivel de resiliencia, al disponer de múltiples plataformas de información, alerta y coordinación en tiempo real.

d) Participación en simulacros

La participación en simulacros es un parámetro fundamental para medir el nivel de preparación práctica de la población frente a tsunamis. Este factor incide directamente en la capacidad de respuesta organizada, la familiarización con rutas de evacuación y la reducción del pánico durante una emergencia real.

En la base de la jerarquía se encuentra la población que nunca participa en simulacros, lo que evidencia una ausencia total de preparación y mayor vulnerabilidad. Le sigue el grupo que muy pocas veces participa, reflejando una exposición ocasional que no garantiza una respuesta eficaz.

En un nivel intermedio se ubica la población que pocas veces participa, lo que indica cierta familiarización, aunque insuficiente para consolidar hábitos seguros. Por su parte, quienes

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

participan con incentivos muestran una actitud favorable hacia la preparación, aunque condicionada, lo que puede limitar la sostenibilidad de la práctica.

Finalmente, las personas que siempre participan en simulacros ocupan la posición más alta en la escala de resiliencia, ya que demuestran compromiso constante, mayor conocimiento del protocolo y fortalecimiento de la capacidad comunitaria de respuesta.

Cuadro N°170: Matriz de comparación de pares del parámetro participación en simulacros

Participación en simulacros	Nunca participa	Muy pocas veces participa	Pocas veces participa	Participa con incentivos	Siempre participa
Nunca participa	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Muy pocas veces participa	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pocas veces participa	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Participa con incentivos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Siempre participa	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°171: Matriz de Normalización del parámetro participación en simulacros

Participación en simulacros	Nunca participa	Muy pocas veces participa	Pocas veces participa	Participa con incentivos	Siempre participa	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ_{\max} VSP / VP
Nunca participa	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Muy pocas veces participa	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Pocas veces participa	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Participa con incentivos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Siempre participa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°172: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro participación en simulacros

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro participación en simulacros permite jerarquizar el grado de preparación práctica de la población frente a un evento de tsunami, como parte del componente de resiliencia social.

Aquellos que nunca participan son los más vulnerables (vector de priorización 0.503), debido a la ausencia de experiencia y desconocimiento de rutas o protocolos. En niveles intermedios se ubican quienes participan muy pocas veces (0.260) o pocas veces (0.134), reflejando un bajo compromiso con la gestión del riesgo.

Por otro lado, los que participan únicamente cuando hay incentivos (0.068) muestran una disposición condicionada, mientras que quienes siempre participan (0.035) representan la población más resiliente, con mayor familiaridad en simulacros y capacidad de respuesta ante una emergencia real.

e) Capacitaciones en temas de GRD

Las capacitaciones en temas de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) constituyen un parámetro relevante para evaluar el nivel de preparación teórica y organizativa de la población frente a tsunamis. Este factor incide en la capacidad para anticipar, responder y recuperarse de eventos adversos.

En el nivel más bajo de la escala se encuentra la población cuya totalidad no ha recibido ni desarrolla ningún tipo de programa de capacitación en GRD, lo que evidencia un alto grado de desconocimiento y exposición. Un nivel superior lo representa la población escasamente capacitada, con actividades de difusión limitadas y cobertura baja, lo que no garantiza un impacto efectivo.

En un punto intermedio se ubican las comunidades que se capacitan con regular frecuencia, alcanzando a la mayoría de sus integrantes y generando una base de conocimiento generalizada sobre la gestión del riesgo.

En los niveles superiores están las poblaciones que reciben capacitación constante, con cobertura total, demostrando una integración sistemática de estos conocimientos en la vida comunitaria. Finalmente, el nivel más alto corresponde a aquellas comunidades donde la capacitación es permanente, se actualiza regularmente y está articulada con simulacros, logrando una difusión masiva e integración práctica que fortalece significativamente la resiliencia social.



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11281
R.L. N° 122/2018 - CENEPRADU
EVALUADOR DE RIESGO



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11281
R.L. N° 122/2018 - CENEPRADU
EVALUADOR DE RIESGO

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO,
PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°173: Matriz de comparación de pares del parámetro capacitaciones en temas de GRD

Capacitaciones en temas de GRD	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total
La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°174: Matriz de Normalización del parámetro capacitaciones en temas de GRD

Capacitaciones en temas de GRD	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

nte: Elaboración Propia.

Cuadro N°175: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro capacitaciones en temas de GRD

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro capacitaciones en temas de GRD permite valorar el grado de formación de la población frente a un posible evento de tsunami, considerando su preparación técnica y acceso a información preventiva.

Las comunidades que no desarrollan ningún tipo de capacitación en gestión del riesgo son las más expuestas (vector 0.503), al carecer de conocimientos básicos para actuar en una emergencia. En niveles intermedios se encuentran aquellas escasamente capacitadas (0.260) y las que se capacitan con regular frecuencia (0.134), aunque con limitaciones en cobertura o actualización.

Por el contrario, aquellas poblaciones que se capacitan constantemente con cobertura total (0.068) o que además se actualizan, participan en simulacros y mantienen una difusión continua (0.035) presentan la mayor resiliencia, al evidenciar una cultura de prevención bien afianzada.

3.2.5.2. Resiliencia económica

En el análisis de resiliencia económica ante tsunamis, el ingreso promedio familiar se ubica como el principal indicador de capacidad de recuperación. Hogares con mayores ingresos cuentan con mayores recursos para afrontar daños, asegurar bienes o reubicarse tras el desastre.

En segundo lugar, la ocupación laboral influye en la estabilidad económica; empleadores, profesionales y trabajadores formales muestran mayor resiliencia al tener acceso constante a ingresos y redes de apoyo institucional. Le sigue el tipo de vivienda, donde construcciones formales e independientes ofrecen mejores condiciones de protección y recuperación, en comparación con viviendas improvisadas o colectivas.

En cuarto lugar, el tipo de tenencia de vivienda también incide en la resiliencia: poseer un inmueble con título formal facilita el acceso a créditos o subsidios postdesastre. Finalmente, la movilidad urbana se ubica al final, ya que, si bien disponer de un vehículo propio facilita la evacuación, su presencia no garantiza sostenibilidad económica frente a las pérdidas estructurales o productivas.

En ese sentido, para el análisis de la resiliencia económica se consideran los siguientes parámetros:

Cuadro N°176: Matriz de comparación de pares del componente resiliencia económica

RESILIENCIA ECONÓMICA	Ingreso promedio familiar	Ocupación laboral	Tipo de vivienda	Tipo de tenencia de vivienda	Movilidad urbana
Ingreso promedio familiar	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Ocupación laboral	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Tipo de vivienda	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Tipo de tenencia de vivienda	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Movilidad urbana	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°177: Matriz de normalización del componente resiliencia económica

RESILENCIA ECONÓMICA	Ingreso promedio familiar	Ocupación laboral	Tipo de vivienda	Tipo de tenencia de vivienda	Movilidad urbana	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Ingreso promedio familiar	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.74	5.455
Ocupación laboral	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.41	5.432
Tipo de vivienda	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.70	5.204
Tipo de tenencia de vivienda	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.34	5.030
Movilidad urbana	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.18	5.093
						1.000		PROMEDIO	5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°178: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente resiliencia económica

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del componente resiliencia económica jerarquiza factores vinculados a la capacidad económica de recuperación frente a un tsunami. El ingreso promedio familiar destaca con la mayor ponderación (0.503), reflejando su influencia directa en la posibilidad de asumir gastos de emergencia, reconstrucción o reubicación. La ocupación laboral (0.260) ocupa el segundo lugar, ya que define la estabilidad y continuidad del ingreso familiar. Le siguen el tipo de vivienda (0.134) y el tipo de tenencia de vivienda (0.068), factores que inciden en la seguridad estructural y la capacidad legal de intervención o reconstrucción del inmueble. Finalmente, la movilidad urbana (0.035) se valora por su impacto en la evacuación, acceso a servicios y recuperación post-desastre, aunque con menor peso relativo.

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

a) Ingreso promedio familiar

El ingreso promedio familiar es un factor determinante en la evaluación de la resiliencia económica de una población ante eventos extremos como los tsunamis. Este parámetro permite identificar la capacidad de los hogares para prepararse, enfrentar y recuperarse económicamente tras un desastre.

En el nivel más bajo se encuentran las familias con ingresos menores al sueldo mínimo vital, quienes presentan una resiliencia económica muy limitada, debido a la baja capacidad de ahorro, acceso restringido a servicios formales y mayor dependencia de ayuda externa. Un nivel superior lo representan los hogares con ingresos de S/1,130.00 a S/1,800.00, que, aunque superan el umbral mínimo, aún enfrentan condiciones de vulnerabilidad económica, con recursos insuficientes para implementar medidas preventivas o sostener una recuperación

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

autónoma. En la escala intermedia se ubican las familias con ingresos de S/1,800.00 a S/2,500.00, que disponen de mayor margen económico, permitiéndoles cubrir necesidades básicas y, en algunos casos, destinar recursos a seguros, mejoras en infraestructura o ahorro. Las familias con ingresos de S/2,500.00 a S/3,500.00 cuentan con una resiliencia económica moderada a alta, ya que tienen mayor capacidad de inversión en medidas de reducción del riesgo y en procesos de recuperación post-desastre.

Finalmente, los hogares con ingresos mayores a S/3,500.00 se sitúan en el nivel más alto de resiliencia, al contar con mayores recursos económicos, acceso a seguros, redes de protección financiera y posibilidades de reconstrucción más rápidas y sostenibles.

Cuadro N°179: Matriz de comparación de pares del parámetro ingreso promedio familiar

Ingreso promedio familiar	Menor al sueldo mínimo vital	De 1130 a 1800 soles	De 1800 a 2500 soles	De 2500 a 3500 soles	Más de 3500 soles
Menor al sueldo mínimo vital	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 1130 a 1800 soles	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 1800 a 2500 soles	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 2500 a 3500 soles	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Más de 3500 soles	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°180: Matriz de Normalización del parámetro ingreso promedio familiar

Ingreso promedio familiar	Menor al sueldo mínimo vital	De 1130 a 1800 soles	De 1800 a 2500 soles	De 2500 a 3500 soles	Más de 3500 soles	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Menor al sueldo mínimo vital	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
De 1130 a 1800 soles	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
De 1800 a 2500 soles	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
De 2500 a 3500 soles	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Más de 3500 soles	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°181: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro ingreso promedio familiar

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro ingreso promedio familiar permite jerarquizar el nivel de solvencia económica de los hogares frente a un evento de tsunami, considerando su capacidad de recuperación post - desastre.

Las familias con ingresos menores al sueldo mínimo vital representan el nivel más bajo de resiliencia económica (vector 0.503), debido a su escaso margen financiero para asumir pérdidas o implementar medidas de prevención. En una condición intermedia se ubican los hogares con ingresos de 1130 a 1800 soles (0.260) y de 1800 a 2500 soles (0.134), que si bien presentan ingresos moderados, aún pueden enfrentar limitaciones para reconstrucción o reubicación.

Por el contrario, los hogares con ingresos de 2500 a 3500 soles (0.068) y más de 3500 soles (0.035) evidencian una mayor capacidad de respuesta y recuperación, al contar con recursos que facilitan el acceso a seguros, infraestructura segura o planes de contingencia familiar.

b) Ocupación laboral

La ocupación laboral refleja la estabilidad económica, nivel de ingresos y capacidad de recuperación financiera ante un evento extremo como un tsunami. A mayor formalidad y nivel jerárquico del empleo, mayor es la resiliencia económica del hogar.

Los trabajadores del hogar, de negocios de un familiar u otras ocupaciones no específicas presentan la menor resiliencia, ya que suelen depender de ingresos inestables, informales o sin protección laboral. En segundo lugar, están los trabajadores independientes o por cuenta propia, quienes, si bien generan ingresos propios, carecen generalmente de seguros, contratos o respaldo institucional para afrontar una pérdida económica.

En tercer lugar, se ubican los obreros, quienes tienen acceso a beneficios laborales básicos, aunque sus ingresos pueden ser vulnerables si su centro de trabajo se ve afectado. Luego están los empleados, quienes gozan de mayor estabilidad, acceso a seguros y posibilidad de mantener ingresos mediante modalidades remotas o desplazamiento.

Finalmente, los empleadores o patrones presentan la mayor resiliencia, al contar con mayor capacidad económica, activos diversificados y recursos para asumir pérdidas o reactivar sus actividades en menor tiempo tras un desastre.

Cuadro N°182: Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación laboral

Ocupación laboral	Trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro	Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	Obrero(a)	Empleado(a)	Empleador(a) o patrón(a)
Trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Obrero(a)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Empleado(a)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Empleador(a) o patrón(a)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°183: Matriz de Normalización del parámetro ocupación laboral

Ocupación laboral	Trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro	Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	Obrero(a)	Empleado(a)	Empleador(a) o patrón(a)	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Obrero(a)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Empleado(a)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Empleador(a) o patrón(a)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°184: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro ocupación laboral

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro ocupación laboral permite identificar el nivel de resiliencia económica de la población según su tipo de vínculo laboral, ante un posible evento de tsunami.

Las personas que laboran como trabajadores del hogar, en negocios familiares o actividades informales tienen el menor nivel de resiliencia (vector 0.503), al depender de ingresos inestables y sin acceso a beneficios laborales. En un nivel medio se encuentran los trabajadores independientes (0.260) y los obreros (0.134), quienes, si bien tienen cierta autonomía o estabilidad, enfrentan limitaciones ante interrupciones prolongadas.

En contraste, los empleados (0.068) y especialmente los empleadores o patrones (0.035) muestran mayor capacidad de respuesta, al contar con ingresos regulares, redes de respaldo o recursos propios que les permiten implementar medidas de recuperación más eficaces.

c) Tipo de vivienda

El tipo de vivienda está estrechamente ligado a la capacidad de resistencia estructural, estabilidad habitacional y nivel económico del hogar. Ante un tsunami, las características físicas y el entorno construido influyen directamente en el grado de afectación y en la velocidad de recuperación.

En primer lugar, las personas que habitan en otro tipo de vivienda o que no cuentan con una vivienda definida presentan la menor resiliencia, ya que viven en condiciones extremadamente precarias y con nula capacidad de respuesta estructural. Le siguen quienes habitan en viviendas

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

improvisadas, generalmente autoconstruidas sin criterios técnicos, altamente vulnerables al colapso y sin garantías de seguridad.

En tercer lugar, se encuentran quienes viven en quintas o vecindades, donde existe hacinamiento y escasa infraestructura de evacuación, aunque su construcción es más estable. Luego están quienes habitan en departamentos en edificios, que, si bien pueden tener mayor calidad estructural, requieren evacuaciones más complejas y su recuperación depende de múltiples actores.

Finalmente, las casas independientes presentan la mayor resiliencia, al ofrecer mayor control sobre el inmueble, mejores condiciones de acceso y autonomía en la toma de decisiones para la preparación y recuperación ante un evento tsunامي.

Cuadro N°185: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de vivienda

Tipo de vivienda	Otro tipo de vivienda o sin vivienda	Vivienda improvisada	Vivienda en quinta o vecindad	Departamento en edificio	Casa independiente
Otro tipo de vivienda o sin vivienda	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Vivienda improvisada	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Vivienda en quinta o vecindad	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Departamento en edificio	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Casa independiente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°186: Matriz de Normalización del parámetro tipo de vivienda

Tipo de vivienda	Otro tipo de vivienda o sin vivienda	Vivienda improvisada	Vivienda en quinta o vecindad	Departamento en edificio	Casa independiente	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Otro tipo de vivienda o sin vivienda	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Vivienda improvisada	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Vivienda en quinta o vecindad	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Departamento en edificio	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Casa independiente	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°187: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de vivienda

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del tipo de vivienda permite establecer la capacidad de los hogares para resistir y recuperarse frente a un tsunami, en función de las condiciones físicas de su residencia.

Los hogares que habitan en viviendas improvisadas, en quinta o vecindad, o que carecen de una vivienda formal presentan los niveles más bajos de resiliencia (vector 0.503), debido a su alta exposición estructural y escasa capacidad de respuesta. En una situación intermedia se ubican quienes residen en viviendas en quinta o vecindad (0.134) y departamentos en edificios (0.068), los cuales ofrecen mejores condiciones físicas, aunque no siempre aseguran autonomía frente a emergencias.

En el nivel más alto se encuentran las casas independientes (0.035), que otorgan mayor control sobre medidas de prevención y recuperación, al disponer generalmente de mejor infraestructura, espacio propio y mayor estabilidad habitacional.

d) Tipo de tenencia de vivienda

La forma de tenencia de la vivienda refleja el nivel de seguridad jurídica y patrimonial, lo cual incide en la capacidad del hogar para recuperarse económicamente tras un tsunami. A mayor estabilidad legal sobre el inmueble, mayor es la resiliencia.

En primer lugar, quienes habitan en condición de “otra forma” de tenencia presentan la menor resiliencia, ya que carecen de respaldo legal para acceder a beneficios, subsidios o procesos de reconstrucción. Les sigue la tenencia de una vivienda propia sin título de propiedad, que, si bien implica arraigo, limita el acceso a créditos o apoyo estatal formal.

En tercer lugar, están las personas que alquilan la vivienda, quienes, si bien tienen cierta estabilidad de acceso, dependen de terceros para tomar decisiones estructurales y pueden enfrentar desplazamiento inmediato tras el evento. Luego, las viviendas cedidas representan una condición más estable que el alquiler o la informalidad, al derivar generalmente de redes familiares, aunque con menor control legal sobre el inmueble.

Finalmente, las viviendas propias con título de propiedad ofrecen la mayor resiliencia económica, al garantizar seguridad jurídica, acceso a financiamiento, programas de reconstrucción y posibilidad de tomar decisiones autónomas para la preparación o rehabilitación post - desastre.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°188: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de tenencia de vivienda

Tipo de tenencia de vivienda	Otra forma	La vivienda es propia sin título de propiedad	La vivienda es alquilada	Cedida	La vivienda es propia con título de propiedad
Otra forma	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
La vivienda es propia sin título de propiedad	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
La vivienda es alquilada	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cedida	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
La vivienda es propia con título de propiedad	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°189: Matriz de Normalización del parámetro tipo de tenencia de vivienda

Tipo de tenencia de vivienda	Otra forma	La vivienda es propia sin título de propiedad	La vivienda es alquilada	Cedida	La vivienda es propia con título de propiedad	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Otra forma	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
La vivienda es propia sin título de propiedad	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
La vivienda es alquilada	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Cedida	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
La vivienda es propia con título de propiedad	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°190: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de tenencia de vivienda

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

Esta matriz permite jerarquizar la capacidad de recuperación económica de los hogares en función del tipo de tenencia de su vivienda.

Las familias con tenencia bajo otras formas no formales tienen la menor resiliencia (vector 0.503), debido a la inseguridad jurídica y falta de estabilidad habitacional. En una situación

intermedia se encuentran quienes poseen una vivienda sin título de propiedad (0.260) o viven en alquiler (0.134), ya que carecen de control pleno sobre la vivienda y enfrentan limitaciones en la implementación de medidas de recuperación.

Por el contrario, quienes tienen viviendas cedidas (0.068) o propias con título de propiedad (0.035) muestran mayor resiliencia. Este último grupo representa el escenario más favorable, al contar con respaldo legal, estabilidad patrimonial y mayor autonomía para afrontar la reconstrucción post-desastre.

e) Movilidad urbana

El acceso a medios de transporte privado influye directamente en la capacidad de respuesta inmediata ante un tsunami, especialmente en zonas costeras donde la evacuación debe ser rápida y oportuna. Asimismo, contar con un vehículo propio puede facilitar la reubicación temporal, el transporte de bienes esenciales o el acceso a servicios durante la fase de recuperación.

En este análisis se considera que los hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta presentan la mayor resiliencia, ya que disponen de un medio de transporte más seguro, con mayor capacidad de carga y autonomía, lo que les permite evacuar más eficientemente, asistir a otros miembros del hogar y desplazarse a zonas seguras sin depender del transporte público.

Por otro lado, los hogares que cuentan solo con motocicleta muestran una resiliencia menor, ya que, aunque tienen un medio de transporte propio, este es más vulnerable frente al caos vial o el colapso de rutas tras el tsunami. Aun así, representa una ventaja significativa respecto a los hogares sin ningún vehículo.

Cuadro N°191: Matriz de comparación de pares del parámetro movilidad urbana

Movilidad urbana	Hogares que cuentan con motocicleta	Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta
Hogares que cuentan con motocicleta	1.00	-
Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta	-	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°192: Matriz de Normalización del parámetro movilidad urbana

Movilidad urbana	Vector Priorización
Hogares que cuentan con motocicleta	0.600
Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta	0.400
	1.000

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de movilidad urbana por tipo de unidad vehicular

Dado que el parámetro “grupo de movilidad urbana” presenta diversos subtipos o clases, y considerando que, para cada tipo de unidad vehicular, pueden registrarse múltiples grupos de movilidad como resultado del levantamiento de información en campo, se ha considerado necesario efectuar un análisis de concentración diferenciado para cada tipo de unidad vehicular, según los descriptores asociados a este parámetro. A estos descriptores se les ha

denominado “sub-parámetros”, y para cada uno se ha establecido una escala de ponderación basada en los rangos de concentración observados. Esta metodología permite una valoración más precisa y representativa del comportamiento del parámetro general, considerando la heterogeneidad de los datos recogidos.

A continuación, se presenta el análisis correspondiente para cada sub-parámetro del grupo de movilidad urbana:

e.1) Sub - Parámetro: Hogares que cuentan con motocicleta

El uso de motocicletas como medio de transporte permite cierta autonomía y rapidez de desplazamiento frente a un eventual tsunami. No obstante, su capacidad de carga es reducida, no protege contra condiciones climáticas, y solo permite transportar a una o dos personas, lo que limita su efectividad como recurso logístico en emergencias. Aun así, su presencia mejora la movilidad con respecto a no tener ningún vehículo.

En primer lugar, se considera más vulnerable a la población donde ningún hogar cuenta con motocicleta, ya que se enfrentan a una dependencia total del transporte público o al desplazamiento a pie.

En segundo lugar, están los sectores donde menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta, lo que indica un acceso muy restringido, especialmente en zonas periurbanas o rurales.

En tercer lugar, se encuentran las áreas donde menos del 60% de los hogares poseen motocicleta, lo que refleja un nivel moderado de disponibilidad, aunque aún insuficiente para garantizar una respuesta ágil a nivel comunitario.

En cuarto lugar, se ubican las zonas donde menos del 80% de los hogares cuentan con este medio de transporte, evidenciando una cobertura aceptable que mejora la movilidad individual.

Finalmente, el nivel más bajo de fragilidad lo presentan los sectores donde más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, lo que otorga una movilidad individual efectiva en situaciones de emergencia, aunque con las limitaciones señaladas frente a otros vehículos como automóviles o camionetas.



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11281
EVALUADOR DE RIESGO



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11281
EVALUADOR DE RIESGO

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°193: Matriz de comparación de pares del sub - parámetro hogares que cuentan con motocicleta

Hogares que cuentan con motocicleta	Hogares que no cuentan con motocicleta	Menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta	Menos del 60% de los hogares cuentan con motocicleta	Menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	Más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta
Hogares que no cuentan con motocicleta	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Menos del 60% de los hogares cuentan con motocicleta	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°194: Matriz de Normalización del sub - parámetro hogares que cuentan con motocicleta

Hogares que cuentan con motocicleta	Hogares que no cuentan con motocicleta	Menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta	Menos del 60% de los hogares cuentan con motocicleta	Menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	Más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Hogares que no cuentan con motocicleta	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Menos del 60% de los hogares cuentan con motocicleta	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Elaboración Propia.

Cuadro N°195: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el sub - parámetro hogares que cuentan con motocicleta

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

e.2) Sub - Parámetro: Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta

El acceso a vehículos privados, como automóviles o camionetas, representa una ventaja significativa en contextos de emergencia ante un eventual tsunami, ya que facilita la evacuación, el traslado a centros de salud, la búsqueda de apoyo o insumos, y contribuye a una recuperación autónoma. A menor disponibilidad vehicular por parte de los hogares, mayor es la fragilidad económica y logística frente a un evento adverso.

En primer lugar, se considera más vulnerable a la población en sectores donde no hay hogares con acceso a automóvil o camioneta, ya que dependen completamente del transporte público (frecuentemente colapsado o interrumpido tras un sismo) o del desplazamiento a pie.

En segundo lugar, se ubican las zonas donde menos del 40% de los hogares cuentan con estos vehículos, lo que indica un acceso muy limitado a medios de transporte autónomos, y por tanto, baja capacidad de movilidad efectiva.

En tercer lugar, están las áreas donde menos del 60% de los hogares cuentan con vehículo propio, lo que muestra una mejora en la cobertura, pero aún con limitaciones que pueden dificultar la evacuación masiva o el acceso a servicios esenciales.

En cuarto lugar, se encuentran los sectores donde menos del 80% de los hogares tienen automóvil o camioneta, lo que refleja un nivel de cobertura aceptable y una capacidad de respuesta más amplia.

Finalmente, el nivel más bajo de fragilidad se presenta en zonas donde más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta, lo que representa un alto nivel de autosuficiencia en movilidad.



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
GENERAL DIRECTOR DE GESTIÓN DEL RIESGO



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
GENERAL DIRECTOR DE GESTIÓN DEL RIESGO
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11281
R.L. N° 122-2018 - GENERAL DIRECTOR DE RIESGO
EVALUADOR DE RIESGO

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°196: Matriz de comparación de pares del sub - parámetro hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta

Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta	Hogares que no cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 40% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 60% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta
Hogares que no cuentan con automóvil y/o camioneta	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Menos del 40% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Menos del 60% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Menos del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°197: Matriz de Normalización del sub - parámetro hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta

Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta	Hogares que no cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 40% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 60% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ _{máx} VSP / VP
Hogares que no cuentan con automóvil y/o camioneta	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Menos del 40% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Menos del 60% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Menos del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°198: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el sub - parámetro hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.5.3. Resiliencia ambiental

En el análisis de resiliencia ambiental ante tsunamis, el conocimiento en temas de conservación ambiental se posiciona como el principal factor fortalecedor, ya que promueve conductas responsables con el entorno, fomenta el uso sostenible del territorio y mejora la convivencia con los ecosistemas costeros, reduciendo la vulnerabilidad ambiental colectiva. En segundo lugar, el conocimiento de actividades de reciclaje, aunque relevante para la gestión de residuos, tiene un impacto más limitado frente a eventos extremos. Su contribución es indirecta, al reducir los desechos expuestos.

En ese contexto, para el análisis de la resiliencia ambiental se consideran los siguientes parámetros:

Cuadro N°199: Matriz de comparación de pares del componente resiliencia ambiental

RESILIENCIA AMBIENTAL	Conocimiento en temas de conservación ambiental	Conocimiento de actividades de reciclaje
Conocimiento en temas de conservación ambiental	1.00	-
Conocimiento de actividades de reciclaje	-	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°200: Matriz de normalización del componente resiliencia ambiental

RESILIENCIA AMBIENTAL	Vector Priorización
Conocimiento en temas de conservación ambiental	0.600
Conocimiento de actividades de reciclaje	0.400

Fuente: Elaboración Propia.

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

a) Conocimiento en temas de conservación ambiental

El nivel de conocimiento y aplicación de prácticas ambientales refleja el grado de conciencia ecológica de la población, lo que influye en su capacidad para preservar ecosistemas costeros, mantener áreas seguras y promover un entorno más resiliente frente a tsunamis. Comunidades ambientalmente informadas tienden a proteger mejor su territorio y a tomar decisiones sostenibles, lo que reduce riesgos asociados a la degradación del entorno.

En primer lugar, quienes desconocen totalmente las prácticas de conservación ambiental presentan la menor resiliencia, ya que su comportamiento suele contribuir a la acumulación de residuos, contaminación y deterioro de barreras naturales como humedales o dunas costeras. Le siguen quienes conocen las prácticas, pero no las aplican, lo cual representa una oportunidad perdida para fortalecer la preparación comunitaria y ambiental. En tercer lugar, se encuentran quienes aplican parcialmente dichas prácticas de forma esporádica, reflejando un compromiso irregular pero incipiente. Luego, aquellos que aplican regularmente las prácticas con ligeras deficiencias muestran una cultura ambiental más consolidada, favoreciendo la prevención y respuesta organizada ante eventos extremos. Finalmente, quienes conocen y cumplen plenamente las prácticas de conservación ambiental demuestran la mayor resiliencia ambiental, al tener hábitos sostenibles, proteger el entorno y contribuir activamente a la reducción de riesgos, incluso desde el ámbito comunitario y educativo.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°201: Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento en temas de conservación ambiental

Conocimiento en temas de conservación ambiental	Desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental	Conoce las prácticas, pero no las aplica	Aplica parcialmente las prácticas de conservación, de manera esporádica	Aplica regularmente las prácticas, con ligeras deficiencias	Conoce y cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental
Desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Conoce las prácticas, pero no las aplica	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Aplica parcialmente las prácticas de conservación, de manera esporádica	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Aplica regularmente las prácticas, con ligeras deficiencias	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Conoce y cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°202: Matriz de Normalización del parámetro conocimiento en temas de conservación ambiental

Conocimiento en temas de conservación ambiental	Desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental	Conoce las prácticas, pero no las aplica	Aplica parcialmente las prácticas de conservación, de manera esporádica	Aplica regularmente las prácticas, con ligeras deficiencias	Conoce y cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ_{\max} VSP / VP
Desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Conoce las prácticas, pero no las aplica	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Aplica parcialmente las prácticas de conservación, de manera esporádica	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Aplica regularmente las prácticas, con ligeras deficiencias	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Conoce y cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°203: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro conocimiento en temas de conservación ambiental

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización valora el grado de conocimiento y práctica en conservación ambiental como un indicador de resiliencia comunitaria frente a tsunamis.

Las personas que desconocen totalmente las prácticas de conservación ambiental se ubican en el nivel más bajo de resiliencia (vector 0.503), al no integrar criterios de sostenibilidad en su entorno ni contar con hábitos que promuevan una convivencia armónica con el ambiente. En niveles intermedios se posicionan quienes conocen, pero no aplican (0.260) o aplican de forma esporádica (0.134), lo que indica un reconocimiento parcial, pero con limitada acción preventiva.

Los mayores niveles de resiliencia ambiental se observan en quienes aplican regularmente estas prácticas (0.068) y, sobre todo, en aquellos que conocen y cumplen plenamente con las acciones de conservación ambiental (0.035), pues demuestran compromiso sostenido y capacidad de adaptación ante impactos ecológicos.

b) Conocimiento de actividades de reciclaje

El conocimiento y práctica del reciclaje refleja el nivel de compromiso ambiental de la población, lo cual repercute en la gestión adecuada de residuos y en la reducción de impactos colaterales posteriores a un tsunami. Una comunidad con cultura de reciclaje tiende a generar menos desechos expuestos, disminuye la contaminación y contribuye a mantener espacios más limpios y seguros.

En primer lugar, quienes presentan un conocimiento deficiente tienen la menor resiliencia, ya que desconocen procesos de separación, reutilización o reducción de residuos, generando condiciones que pueden agravar los efectos ambientales del desastre. En segundo lugar se encuentran quienes poseen un nivel básico, con entendimiento limitado y prácticas mínimas o inconsistentes.

En tercer lugar, están quienes tienen un conocimiento regular, lo cual indica cierta comprensión y disposición para aplicar actividades de reciclaje, aunque sin constancia. Luego, las personas con un conocimiento bueno demuestran prácticas sostenidas, mejor manejo de residuos y contribuyen activamente al cuidado del entorno.

Finalmente, quienes presentan un conocimiento muy bueno tienen la mayor resiliencia ambiental, al integrar el reciclaje como parte de su vida cotidiana, promoverlo en su comunidad y reducir considerablemente los volúmenes de residuos expuestos, fortaleciendo así la capacidad de respuesta ambiental ante un tsunami.

Cuadro N°204: Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento de actividades de reciclaje

Conocimiento de actividades de reciclaje	Deficiente	Básico	Regular	Bueno	Muy bueno
Deficiente	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Básico	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy bueno	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°205: Matriz de Normalización del parámetro conocimiento de actividades de reciclaje

Conocimiento de actividades de reciclaje	Deficiente	Básico	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Deficiente	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Básico	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Bueno	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Muy bueno	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°206: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro conocimiento de actividades de reciclaje

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización evalúa el grado de conocimiento y práctica en actividades de reciclaje como un factor clave en la resiliencia ambiental frente a amenazas como un tsunami.

Los valores más altos de riesgo corresponden a quienes presentan un conocimiento deficiente (vector de priorización 0.503), lo que implica escasa o nula gestión adecuada de residuos, aumentando la vulnerabilidad ambiental. En un nivel intermedio, se encuentran quienes tienen un conocimiento básico (0.260) o regular (0.134), reflejando una conciencia parcial con limitaciones en la aplicación.

Los valores más bajos de riesgo, y por tanto mayor resiliencia, se asignan a quienes poseen un conocimiento bueno (0.068) y, sobre todo, muy bueno (0.035), evidenciando un compromiso activo con el reciclaje y la mitigación de impactos ambientales.

3.2.6. Ponderación de los parámetros de resiliencia

Cuadro N°207: Ponderación de parámetros de resiliencia social

Resiliencia Social						
Nivel Educativo	Tipo de seguro	Acceso a conectividad y telecomunicaciones	Participación en simulacros	Capacitaciones en temas de GRD	Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.253	0.131	0.068	0.034	0.018	0.503	0.164
0.131	0.068	0.035	0.018	0.009	0.260	0.164
0.068	0.035	0.018	0.009	0.005	0.134	0.164
0.034	0.018	0.009	0.005	0.002	0.068	0.164
0.018	0.009	0.005	0.002	0.001	0.035	0.164

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°208: Ponderación de parámetros de resiliencia económica

Resiliencia Económica						
Ingreso promedio familiar	Ocupación laboral	Tipo de vivienda	Tipo de tenencia de vivienda	Movilidad urbana	Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.253	0.131	0.068	0.034	0.018	0.503	0.122
0.131	0.068	0.035	0.018	0.009	0.260	0.122
0.068	0.035	0.018	0.009	0.005	0.134	0.122
0.034	0.018	0.009	0.005	0.002	0.068	0.122
0.018	0.009	0.005	0.002	0.001	0.035	0.122

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°209: Ponderación de parámetros de resiliencia ambiental

Resiliencia Ambiental			
Conocimiento en temas de conservación ambiental	Conocimiento de actividades de reciclaje	Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental
Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.302	0.201	0.503	0.122
0.156	0.104	0.260	0.122
0.081	0.054	0.134	0.122
0.041	0.027	0.068	0.122
0.021	0.014	0.035	0.122

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.7. Nivel de vulnerabilidad

El siguiente cuadro presenta los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos, determinados mediante la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro N°210: Niveles de Vulnerabilidad

Nivel	Rangos
Muy Alto	0.260 ≤ V ≤ 0.503
Alto	0.134 ≤ V < 0.260
Medio	0.068 ≤ V < 0.134
Bajo	0.035 ≤ V < 0.068

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°211: Estratificación de la Vulnerabilidad

Nivel	Descripción	Rango
Muy Alta	Densidad de población por manzanas mayor a 200 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por infantes y adultos mayores, con otro tipo de acceso a abastecimiento de agua, con otro tipo de acceso a servicio de alcantarillado, con discapacidad para entender o para relacionarse, con acceso al servicio de alumbrado del menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, sin nivel educativo o con nivel inicial, sin ningún tipo de seguro, que no tiene acceso a conectividad y telecomunicaciones, que nunca participa en simulacros, con la totalidad de la población que no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 0 a 200 metros, con altura de edificación de 0 a 4 metros, con material de techo de paja, hoja de palmera y similares, con material de pared de triplay, calamina, estera, con condición de ocupación de vivienda ocupada, con personas presentes, con otro tipo de combustible (residuos agrícolas, etc.), sin equipamiento domiciliario, con material de piso de tierra, con ingreso promedio familiar menor al sueldo mínimo vital, con ocupación laboral como trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro, con otro tipo de vivienda o sin vivienda, con otra forma de tenencia de vivienda, con movilidad urbana de hogares que no cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación muy cercana de 0 a 100 metros, con disposición de residuos sólidos a cielo abierto o a la interperie, sin servicio de recojo de residuos sólidos, desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental, con deficiente conocimiento de actividades de reciclaje.	0.260 ≤ v ≤ 0.503
Alta	Densidad de población por manzanas entre 151 a 200 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por niños, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante camión - cisterna u otro similar, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado mediante pozo ciego o negro, con discapacidad para moverse, con acceso al servicio de alumbrado de menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo de primaria o básica especial, con tipo de seguro de SIS y FF.AA., con acceso a conectividad y telecomunicaciones por TV por cable o satelital, con muy poca participación en simulacros, con población escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura	0.134 ≤ v < 0.260

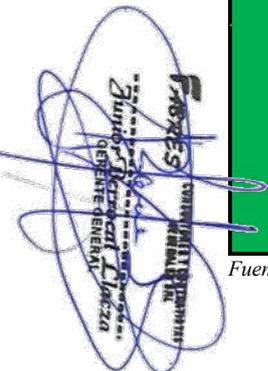
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Nivel	Descripción	Rango
	<p>escasa, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 200 a 400 metros, con altura de edificación de 4 a 7 metros, con material de techo de triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento, con material de pared de madera (pona, tornillo, etc.), con condición de ocupación de vivienda ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes, con tipo de combustible de leña, que cuenta con 1 o 2 equipamientos domiciliarios, con material de piso de láminas asfálticas, vinílicos o similares, con ingreso promedio familiar de S/1,130.00 a S/1,800.00, con ocupación laboral trabajador(a) independiente o por cuenta propia, con tipo de vivienda improvisada, con vivienda propia sin título de propiedad, con movilidad urbana de menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación cercana de 101 a 150 metros, con disposición de residuos sólidos mediante botadero informal no autorizado, con servicio de recojo de residuos sólidos informal sin control técnico, con población que conoce las prácticas ambientales, pero no las aplica, con conocimiento básicos de actividades de reciclaje.</p>	
<p>Media</p>	<p>Densidad de población por manzanas entre 101 a 150 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por adolescentes, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante pilón o pileta de uso público, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado mediante red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación, con discapacidad para ver, oír o hablar, con acceso al servicio de alumbrado de menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo secundaria, con otros tipos de seguro, con acceso a conectividad y telecomunicaciones mediante teléfono fijo, con población que se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 400 a 600 metros, con altura de edificación de 7 a 10 metros, con material de techo madera, tejas, planchas de calamina, fibra de cemento o similares, con material de pared adobe, piedra con barro, tapia o quincha, piedra o sillar con cal o cemento, con condición de ocupación de vivienda desocupada, en construcción o reparación, con tipo de combustible carbón, que cuentan con 3 equipamientos domiciliarios, con material de piso madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida, con ingreso promedio familiar de S/1,800.00 a S/2,500.00, con ocupación laboral de obrero(a), con tipo de vivienda en quinta o vecindad, con tipo de tenencia de vivienda alquilada, con movilidad urbana de menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación medianamente cercana de 150 a 200 metros, con disposición de residuos sólidos mediante quema y entierro, con servicio de recojo de residuos sólidos mediante punto de acopio temporal, que aplican parcialmente las prácticas de conservación ambiental, de manera esporádica, con regular conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	<p>0.068 ≤ v < 0.134</p>
<p>Baja</p>	<p>Densidad de población por manzanas menor a 100 personas respecto a la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por jóvenes y adultos, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante red pública fuera o dentro de la vivienda, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado pozo séptico, tanque séptico o biodigestor o red pública de desagüe dentro de la vivienda, sin ninguna discapacidad, con acceso al servicio de alumbrado de más</p>	<p>0.035 ≤ v < 0.068</p>

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Nivel	Descripción	Rango
	<p>del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo superior no universitaria, superior universitaria, maestría o doctorado, con tipo de seguro ESSALUD o seguro privado, con acceso a conectividad y telecomunicaciones mediante teléfono celular y conexión a internet, con población que se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura total en temas concernientes a gestión de riesgo, actualizándose, con participación en simulacros, siendo su difusión y cobertura total, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa mayor a 600 metros, con altura de edificación mayor a 10 metros, con material de techo de concreto armado, con material de pared de ladrillo o bloque de cemento, con condición de ocupación de vivienda desocupada, en alquiler, venta, abandonada, cerrada u otra causa, con tipo de combustible para cocinar mediante gas (balón GLP), electricidad o no cocinan, con equipamiento domiciliario cuenta con 4 o 5 equipamientos domiciliarios, con material de piso de cemento, losetas, terrazos, cerámicos o similares, con ingreso promedio familiar de S/2,500.00 a S/3,500.00 o más de S/3,500.00, con ocupación laboral de empleado(a), empleador(a) o patrón(a), con tipo de vivienda de departamento en edificio o casa independiente, con tipo de tenencia de vivienda cedida o propia con título de propiedad, con movilidad urbana de más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación alejada de 201 a 250 metros o muy alejada de más de 250 metros, con disposición de residuos sólidos mediante centro de acopio o relleno sanitario, con servicio de recojo de residuos sólidos mediante contenedor municipal o camión municipal, con conocimiento en temas de conservación ambiental donde cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental, con conocimiento de actividades de reciclaje bueno y muy bueno.</p>	

Fuente: Elaboración Propia.



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
GENERAL DIRECTOR
GENERAL DIRECTOR
GENERAL DIRECTOR

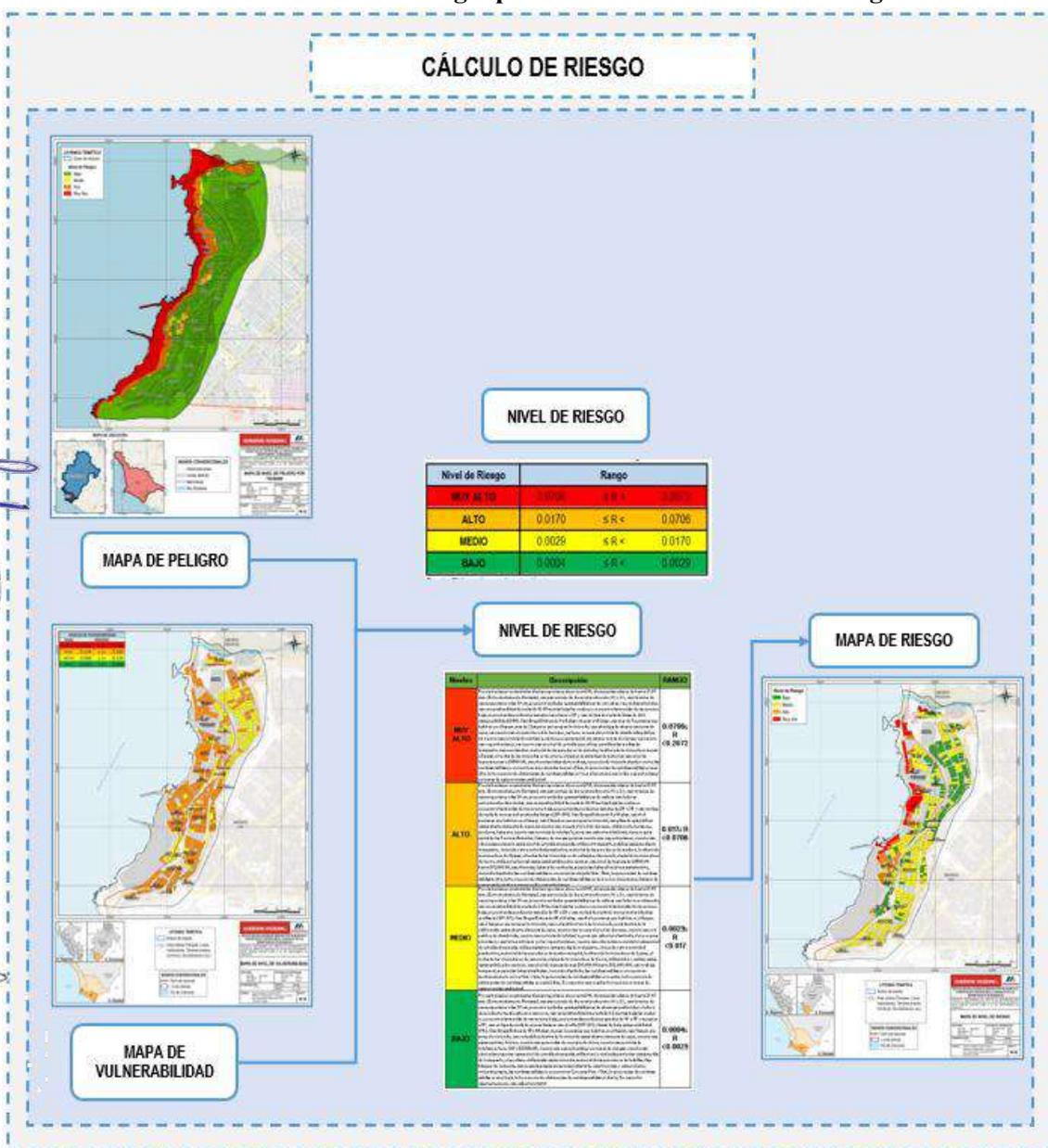


PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
EVALUADOR DE RIESGO
EVALUADOR DE RIESGO
EVALUADOR DE RIESGO

3.3. CÁLCULO DE RIESGOS

Para el cálculo del riesgo en la zona de estudio, se aplicó una metodología basada en el uso de matrices de doble entrada: la Matriz de Peligro y la Matriz de Vulnerabilidad. Este procedimiento requiere, en primer lugar, la estimación de los niveles de probabilidad de ocurrencia del peligro y el nivel de vulnerabilidad, ambos expresados en porcentajes. Posteriormente, estos valores se interrelacionan: en el eje vertical se ubica el nivel del peligro estimado, y en el eje horizontal, el nivel promedio de vulnerabilidad. La intersección de ambos parámetros permite determinar el nivel de riesgo esperado para el área de influencia.

Gráfico N°23: Metodología para determinar el nivel del riesgo



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

3.3.1. Determinación de los niveles de riesgos

3.3.1.1. Niveles del riesgo

A continuación, se presentan los niveles de riesgo por tsunami establecidos para la zona de estudio, los cuales han sido definidos en función de la combinación del nivel de peligro y el grado de vulnerabilidad identificados en el área de intervención.

Cuadro N°212: Cálculos de valores de riesgo

Peligro (A)	Vulnerabilidad (B)	Valor Riesgo (A)*(B)
0.5028	0.5028	0.2528
0.2602	0.2602	0.0677
0.1344	0.1344	0.0181
0.0678	0.0678	0.0046
0.0348	0.0348	0.0012

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°213: Niveles de Riesgo

Nivel de Riesgo	Rango
MUY ALTO	0.0677 ≤ R < 0.2528
ALTO	0.0181 ≤ R < 0.0677
MEDIO	0.0046 ≤ R < 0.0181
BAJO	0.0012 ≤ R < 0.0046

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.2. Matriz del riesgo

La matriz de riesgo por tsunami, generado a partir de un sismo de gran magnitud en el puerto de Ilo, se presenta a continuación:

Cuadro N°214: Matriz de Riesgo

PMA	0.5028	0.0341	0.0676	0.1308	0.2528
PA	0.2602	0.0176	0.0350	0.0677	0.1308
PM	0.1344	0.0091	0.0181	0.0350	0.0676
PB	0.0678	0.0046	0.0091	0.0176	0.0341
		0.0678	0.1344	0.2602	0.5028
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.3. Estratificación del nivel de riesgo por tsunami

La estratificación del nivel de riesgo por tsunami para la zona de estudio se presenta a continuación, según los criterios establecidos en función del nivel de peligro y grado de vulnerabilidad evaluados.

Cuadro N°215: Estratificación de riesgo

Niveles	Descripción	Rango
MUY ALTO	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar <4 msnm, se notan pendientes menores a 2%, con presencia de las unidades geomorfológicas de playa y geología Deposito aluvial (Qh-all). Con Densidad de población por manzanas mayor a 200 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por infantes y adultos mayores, con otro tipo de acceso a abastecimiento de agua, con otro tipo de acceso a servicio de alcantarillado, con discapacidad para entender o para relacionarse, con acceso al servicio de alumbrado del menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, sin nivel educativo o con nivel inicial, sin ningún tipo de seguro, que no tiene acceso a conectividad y telecomunicaciones, que nunca participa en simulacros, con la totalidad de la población que no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 0 a 200 metros, con altura de edificación de 0 a 4 metros, con material de techo de paja, hoja de palmera y similares, con material de pared de triplay, calamina, estera, con condición de ocupación de vivienda ocupada, con personas presentes, con otro tipo de combustible (residuos agrícolas, etc.), sin equipamiento domiciliario, con material de piso de tierra, con ingreso promedio familiar menor al sueldo mínimo vital, con ocupación laboral como trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro, con otro tipo de vivienda o sin vivienda, con otra forma de tenencia de vivienda, con movilidad urbana de hogares que no cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación muy cercana de 0 a 100 metros, con disposición de residuos sólidos a cielo abierto o a la interperie, sin servicio de recojo de residuos sólidos, desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental, con deficiente conocimiento de actividades de reciclaje.	0.0677 ≤ R < 0.2528
ALTO	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar de 4 a 8 msnm, se notan pendientes entre 2° a 4°, con presencia de las unidades geomorfológicas Terraza Marina y geología deposito fluvial (Qh-fl). Con Densidad de población por manzanas entre 151 a 200 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por niños, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante camión - cisterna u otro similar, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado mediante pozo ciego o negro, con discapacidad para moverse, con acceso al servicio de alumbrado de menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo de primaria o básica especial, con tipo de seguro de SIS y FF.AA., con acceso a conectividad y telecomunicaciones por TV por cable o satelital, con muy poca participación en simulacros, con población escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 200 a 400 metros, con altura de edificación de 4 a 7 metros, con material de techo de triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento, con material de pared de madera (pona, tornillo, etc.), con condición de ocupación de vivienda ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes, con tipo de combustible de leña, que cuenta con 1 o 2 equipamientos domiciliarios, con material de piso de láminas asfálticas, vinílicos o similares, con ingreso promedio familiar de S/1,130.00 a S/1,800.00, con ocupación laboral trabajador(a) independiente o por cuenta propia, con tipo de vivienda improvisada, con vivienda propia sin título de propiedad, con movilidad urbana de menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación cercana de 101 a 150 metros, con disposición de residuos sólidos mediante botadero informal no autorizado, con servicio de recojo de residuos sólidos informal sin control técnico, con población que conoce las prácticas ambientales, pero no las aplica, con conocimiento básicos de actividades de reciclaje.	0.0181 ≤ R < 0.0677
MEDIO	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar de 8 a 12 msnm, se notan pendientes entre 4° a 8°, con presencia de las unidades geomorfológicas Terraza aluvial y Super unidad punta coles, dioritas (Jim-pc/di). Con Densidad de población por manzanas entre 101 a 150 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por adolescentes, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante pilón o pileta de uso	0.0046 ≤ R < 0.0181

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Niveles	Descripción	Rango
	<p>público, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado mediante red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación, con discapacidad para ver, oír o hablar, con acceso al servicio de alumbrado de menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo secundaria, con otros tipos de seguro, con acceso a conectividad y telecomunicaciones mediante teléfono fijo, con población que se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 400 a 600 metros, con altura de edificación de 7 a 10 metros, con material de techo madera, tejas, planchas de calamina, fibra de cemento o similares, con material de pared adobe, piedra con barro, tapia o quincha, piedra o sillar con cal o cemento, con condición de ocupación de vivienda desocupada, en construcción o reparación, con tipo de combustible carbón, que cuentan con 3 equipamientos domiciliarios, con material de piso madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida, con ingreso promedio familiar de S/1,800.00 a S/2,500.00, con ocupación laboral de obrero(a), con tipo de vivienda en quinta o vecindad, con tipo de tenencia de vivienda alquilada, con movilidad urbana de menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación medianamente cercana de 150 a 200 metros, con disposición de residuos sólidos mediante quema y entierro, con servicio de recojo de residuos sólidos mediante punto de acopio temporal, que aplican parcialmente las prácticas de conservación ambiental, de manera esporádica, con regular conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	
<p>BAJO</p>	<p>Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar mayor a 12 msnm, se notan pendientes mayores a 8°, con presencia de las unidades geomorfológicas acantilado y geología de Super unidad Ilo, granodiorita con hoemblendita (ki-il/gd-h). Con Densidad de población por manzanas menor a 100 personas respecto a la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por jóvenes y adultos, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante red pública fuera o dentro de la vivienda, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado pozo séptico, tanque séptico o biodigestor o red pública de desagüe dentro de la vivienda, sin ninguna discapacidad, con acceso al servicio de alumbrado de más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo superior no universitaria, superior universitaria, maestría o doctorado, con tipo de seguro ESSALUD o seguro privado, con acceso a conectividad y telecomunicaciones mediante teléfono celular y conexión a internet, con población que se capacitada constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura total en temas concernientes a gestión de riesgo, actualizándose, con participación en simulacros, siendo su difusión y cobertura total, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa mayor a 600 metros, con altura de edificación mayor a 10 metros, con material de techo de concreto armado, con material de pared de ladrillo o bloque de cemento, con condición de ocupación de vivienda desocupada, en alquiler, venta, abandonada, cerrada u otra causa, con tipo de combustible para cocinar mediante gas (balón GLP), electricidad o no cocinan, con equipamiento domiciliario cuenta con 4 o 5 equipamientos domiciliarios, con material de piso de cemento, losetas, terrazos, cerámicos o similares, con ingreso promedio familiar de S/2,500.00 a S/3,500.00 o más de S/3,500.00, con ocupación laboral de empleado(a), empleador(a) o patrón(a), con tipo de vivienda de departamento en edificio o casa independiente, con tipo de tenencia de vivienda cedida o propia con título de propiedad, con movilidad urbana de más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación alejada de 201 a 250 metros o muy alejada de más de 250 metros, con disposición de residuos sólidos mediante centro de acopio o relleno sanitario, con servicio de recojo de residuos sólidos mediante contenedor municipal o camión municipal, con conocimiento en temas de conservación ambiental donde cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental, con conocimiento de actividades de reciclaje bueno y muy bueno.</p>	<p>0.0012 ≤ R < 0.0046</p>

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2. Cálculo de posibles pérdidas (cualitativa y cuantitativa)

En función del análisis del escenario de riesgo ante la ocurrencia de un tsunami, se presenta a continuación la estimación de pérdidas económicas asociadas al evento. Esta estimación considera los costos proyectados para la reconstrucción de viviendas afectadas, así como la atención de necesidades básicas de la población expuesta, tales como alimentación, albergue temporal (carpas) y atención médica de emergencia. La cuantificación de estas pérdidas constituye un insumo técnico clave para evaluar la viabilidad y urgencia de las intervenciones necesarias, orientadas a la respuesta inmediata y la recuperación post desastre. Asimismo, la información obtenida permite dimensionar la magnitud del impacto económico y social generado por un evento sísmico, lo que contribuye a una adecuada priorización de medidas de intervención, en concordancia con los principios de la gestión reactiva del riesgo.

Este análisis, fortalece la planificación del proceso de gestión del riesgo de desastres, asegurando que las acciones propuestas sean viables desde el punto de vista económico, y respondan eficaz y oportunamente a las necesidades reales de la población afectada.

A continuación, se presenta el cálculo de daños y pérdidas probables para los elementos expuestos ubicados en condición de riesgo muy alto, con énfasis en la población clasificada como damnificada. Los damnificados considerados en este análisis son aquellos que, ante la ocurrencia del evento, perderían total o parcialmente su vivienda, medios de vida u otros activos críticos, y que requerirían asistencia humanitaria inmediata.

Este enfoque permite identificar no solo el impacto físico sobre la infraestructura expuesta, sino también el impacto directo en la capacidad de recuperación de la población. Al centrar el análisis en los damnificados en riesgo muy alto, se prioriza la atención sobre los sectores más vulnerables y con mayor necesidad de intervención inmediata. La cuantificación económica que se presenta incluye estimaciones para la reposición de viviendas colapsadas, dotación de albergue temporal, asistencia alimentaria y atención médica de emergencia. Estos valores constituyen una base técnica para la planificación de intervenciones de respuesta y recuperación a corto plazo.

Cuadro N°216: Cálculo de daños y pérdidas probables – Damnificados en riesgo muy alto

Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Pérdidas probables
Daños probables						
18 DE MAYO						
I.E. Inicial No Escolarizado	I.E.	2	150,000.00	300,000.00	11,091,422.23	
Puestos de salud	P.S.	1	8,000,000.00	8,000,000.00		
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	1.198	1,149,475.49	1,376,841.75		
Vías de Transporte - Calles - Concreto	km	0.178	1,323,987.74	235,060.78		
Red de agua potable	ml	1375	384.14	528,322.35		
Red de desagüe	ml	1375	473.48	651,197.35		
AREAS COMERCIALES MUNICIPALES						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	viviendas	70	75,842.80	5,308,996.00	5,363,477.60	
Edificaciones construidas con material precario	viviendas	2	27,240.80	54,481.60		

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Perdidas probables
AREAS MUNICIPALES						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.052	1,149,475.49	59,278.45	104,605.63	
Vías de Transporte - Calles - Trocha	km	0.013	87,694.54	1,099.69		
Red de agua potable	ml	52	384.14	19,810.07		
Red de desagüe	ml	52	473.48	24,417.41		
AREAS PUBLICAS Y MUNICIPALES						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.029	1,149,475.49	33,196.85	57,964.93	
Red de agua potable	ml	29	384.14	11,093.95		
Red de desagüe	ml	29	473.48	13,674.13		
ASOC. PRO-VIV. E.N.A.P.U.-PERU						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.103	1,149,475.49	118,223.55	206,429.82	
Red de agua potable	ml	103	384.14	39,508.74		
Red de desagüe	ml	103	473.48	48,697.52		
ASOCIACION 7 DE MAYO						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	viviendas	16	75,842.80	1,213,484.80	1,240,725.60	
Edificaciones construidas con material precario	viviendas	1	27,240.80	27,240.80		
ASOCIACIONES RURALES						
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Trocha	km	0.038	146,157.57	5,572.99	5,572.99	
BELLO HORIZONTE						
I.E. Inicial - Jardín	I.E.	1	5,000,000.00	5,000,000.00	8,232,187.15	
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	1.610	1,149,475.49	1,851,092.34		
Red de agua potable	ml	1610	384.14	618,610.48		
Red de desagüe	ml	1610	473.48	762,484.32		
BELLO HORIZONTE II						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.813	1,149,475.49	934,799.45	1,632,250.70	
Red de agua potable	ml	813	384.14	312,397.56		
Red de desagüe	ml	813	473.48	385,053.68		
CENTRO URBANO I						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	viviendas	70	75,842.80	5,308,996.00	5,717,608.00	
Edificaciones construidas con material precario	viviendas	15	27,240.80	408,612.00		
CENTRO URBANO II						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	viviendas	16	75,842.80	1,213,484.80	1,346,981.26	
Edificaciones construidas con material precario	viviendas	1	27,240.80	27,240.80		

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Perdidas probables
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.053	1,149,475.49	60,853.23		
Red de agua potable	ml	53	384.14	20,336.34		
Red de desagüe	ml	53	473.48	25,066.08		
CESAR VALLEJO						
I.E. Inicial - Jardín	I.E.	1	5,000,000.00	5,000,000.00	7,856,486.72	
I.E. Inicial No Escolarizado	I.E.	1	150,000.00	150,000.00		
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.544	1,149,475.49	624,762.92		
Vías de Transporte - Calles - Concreto	km	0.741	1,323,987.74	980,479.12		
Red de agua potable	ml	1284	384.14	493,261.94		
Red de desagüe	ml	1284	473.48	607,982.74		
MALECON COSTERO MIRAMAR						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.372	1,149,475.49	427,800.29	747,712.27	
Vías de Transporte - Calles - Trocha	km	0.008	87,694.54	731.37		
Red de agua potable	ml	372	384.14	142,965.18		
Red de desagüe	ml	372	473.48	176,215.42		
MUNICIPALIDAD, AREAS PUBLICAS Y PETROPERU						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	viviendas	100	75,842.80	7,584,280.00	7,856,688.00	
Edificaciones construidas con material precario	viviendas	10	27,240.80	272,408.00		
NUEVA ESPERANZA						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.150	1,149,475.49	171,996.02	1,980,114.17	
Vías de Transporte - Calles - Concreto	km	0.014	1,323,987.74	18,840.35		
Vías de Transporte - Calles - Trocha	km	0.662	87,694.54	58,088.86		
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Asfaltado	km	0.393	3,192,022.51	1,253,794.52		
Red de agua potable	ml	557	384.14	213,831.22		
Red de desagüe	ml	557	473.48	263,563.20		
PP. JJ MIGUEL GRAU.						
I.E. Inicial No Escolarizado	I.E.	2	150,000.00	300,000.00	4,200,427.20	
Vías de Transporte - Calles - Afirmado	km	0.002	148,427.25	304.28		
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	1.250	1,149,475.49	1,436,419.06		
Vías de Transporte - Calles - Concreto	km	0.635	1,323,987.74	841,036.73		
Vías de Transporte - Calles - Trocha	km	0.050	87,694.54	4,414.54		
Red de agua potable	ml	1887	384.14	724,836.56		
Red de desagüe	ml	1887	473.48	893,416.02		

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Perdidas probables
PROMUVI X (JUAN PABLO II, MIRADOR BOCA DEL SAPO, 2 DE MARZO)						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.080	1,149,475.49	91,728.14	160,166.26	
Red de agua potable	ml	80	384.14	30,654.33		
Red de desagüe	ml	80	473.48	37,783.78		
PUEBLO JOVEN SAN GERONIMO						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	viviendas	26	75,842.80	1,971,912.80	2,080,876.00	
Edificaciones construidas con material precario	viviendas	4	27,240.80	108,963.20		
SANTA CRUZ						
I.E. Inicial No Escolarizado	I.E.	1	150,000.00	150,000.00	1,817,218.67	
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.098	1,149,475.49	112,384.22		
Vías de Transporte - Calles - Concreto	km	0.353	1,323,987.74	467,208.79		
Vías de Transporte - Calles - Trocha	km	0.192	87,694.54	16,830.34		
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Asfaltado	km	0.169	3,192,022.51	539,387.96		
Red de agua potable	ml	620	384.14	238,024.32		
Red de desagüe	ml	620	473.48	293,383.03		
TRABAJADORES EN LA EDUCACION BARRIO 1						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.230	1,149,475.49	264,804.67	462,374.69	
Red de agua potable	ml	230	384.14	88,494.20		
Red de desagüe	ml	230	473.48	109,075.82		
UPIS ALTO ILO ZONA NORTE (BARRIOS: ARENAL, SAN PEDRO)						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	1.489	1,149,475.49	1,711,649.47	5,034,316.20	
Vías de Transporte - Calles - Concreto	km	2.065	1,323,987.74	2,733,544.80		
Vías de Transporte - Red Vial Nacional - Asfaltado	km	0.107	4,000,000.00	429,840.00		
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Asfaltado	km	0.050	3,192,022.51	159,281.92		
UPIS ALTO ILO ZONA SUR (BARRIOS: NYLON, CHALACA)						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	2.962	1,149,475.49	3,405,022.28	11,168,894.52	
Vías de Transporte - Calles - Concreto	km	1.858	1,323,987.74	2,459,836.82		
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Asfaltado	km	0.289	3,192,022.51	922,366.82		
Red de agua potable	ml	5109	384.14	1,962,606.84		
Red de desagüe	ml	5109	473.48	2,419,061.75		
UPIS ALTO ILO ZONA SUR (BARRIOS: NYLON, CHALACA)						
Centros de salud	C.S.	1	15,000,000.00	15,000,000.00	37,000,000.00	
I.E. Inicial - Jardín	I.E.	1	5,000,000.00	5,000,000.00		

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Perdidas probables
I.E. Primaria	I.E.	1	7,000,000.00	7,000,000.00		
I.E. Secundaria	I.E.	1	10,000,000.00	10,000,000.00		
URB. GHERSI (SECTOR BOCA DEL RIO, HOTEL ILO, VILLA MILITAR)						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	viviendas	24	75,842.80	1,820,227.20	2,457,786.81	
Edificaciones construidas con material precario	viviendas	1	27,240.80	27,240.80		
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.023	1,149,475.49	26,460.93		
Vías de Transporte - Red Vial Nacional - Asfaltado	km	0.116	4,000,000.00	464,520.00		
Red de agua potable	ml	139	384.14	53,453.00		
Red de desagüe	ml	139	473.48	65,884.88		
URB. LUIS E. VALCARCEL ENACE						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.456	1,149,475.49	523,953.92	523,953.92	
URB. POPULAR DE INTERES SOCIAL JOHN F. KENNEDY						
I.E. Inicial - Jardín	I.E.	1	5,000,000.00	5,000,000.00	28,695,223.89	
I.E. Primaria	I.E.	1	7,000,000.00	7,000,000.00		
Puestos de salud	P.S.	1	8,000,000.00	8,000,000.00		
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	2.442	1,149,475.49	2,807,111.11		
Vías de Transporte - Calles - Concreto	km	0.942	1,323,987.74	1,246,825.73		
Vías de Transporte - Red Vial Nacional - Asfaltado	km	0.358	4,000,000.00	1,432,200.00		
Red de agua potable	ml	3742	384.14	1,437,392.18		
Red de desagüe	ml	3742	473.48	1,771,694.86		
URB. POPULAR DE INTERES SOCIAL MIRAMAR						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	5.804	1,149,475.49	6,671,027.00	17,241,015.04	
Vías de Transporte - Calles - Concreto	km	2.560	1,323,987.74	3,389,170.29		
Vías de Transporte - Calles - Trocha	km	0.094	87,694.54	8,229.26		
Red de agua potable	ml	8363	384.14	3,212,696.47		
Red de desagüe	ml	8363	473.48	3,959,892.01		
URB. TUPAC AMARU						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	viviendas	18	75,842.80	1,365,170.40	1,365,170.40	
URB. VILLA DEL MAR						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	viviendas	46	75,842.80	3,488,768.80	3,543,250.40	
Edificaciones construidas con material precario	Viviendas	2	27,240.80	54,481.60		
Perdidas probables						
Costo de adquisición de carpas	Carpa	300	650.00	195,000.00		3,695,000.00

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Perdidas probables
Costos de adquisición de viviendas	Modulo	400	8,000.00	3,200,000.00		
Gastos de atención de emergencia	Global	1,500	200.00	300,000.00		
Total				172,885,901.02	169,190,901.02	3,695,000.00

Fuente: Equipo Técnico Consultor 2025

*La información es referencial con datos proporcionados de la R.M. N° 411-2024-VIVIENDA. Aprueban los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la provincia Constitucional del Callao, la Costa, Sierra y Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2025 y dictan diversas disposiciones.

De igual manera, se presenta el análisis de daños y pérdidas estimadas para los elementos expuestos en condición de riesgo alto, focalizado en la población clasificada como afectada. A diferencia de los damnificados, los afectados pueden experimentar daños parciales a sus viviendas o interrupciones temporales en sus servicios y medios de vida, sin llegar a una pérdida total. Sin embargo, estas afectaciones generan un impacto económico y social considerable, que también debe ser atendido en los planes de respuesta y recuperación.

Este análisis permite dimensionar las necesidades secundarias, que, si bien no requieren atención inmediata en todos los casos, son fundamentales para evitar que situaciones de afectación evolucionen hacia condiciones de damnificación. La estimación económica incluye costos asociados a la rehabilitación parcial de infraestructura, soporte a servicios básicos interrumpidos, y fortalecimiento de capacidades locales para la recuperación.

Cuadro N°217: Cálculo de daños y pérdidas probables – Afectados en riesgo alto

Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Perdidas probables
Daños probables						
ASOCIACION 7 DE MAYO						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Vivienda	19	22,752.84	432,303.96	432,303.96	
ASOCIACIONES RURALES						
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Trocha	km	0.136	48,719.19	6,648.22	6,648.22	
CENTRO URBANO I						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Vivienda	169	22,752.84	3,845,229.96	3,926,952.36	
Edificaciones construidas con material precario	Vivienda	10	8,172.24	81,722.40		
CENTRO URBANO II						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Vivienda	47	22,752.84	1,069,383.48	1,069,383.48	
MALECON COSTERO MIRAMAR						
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.116	114,947.55	13,293.68	43,048.83	
Red de agua potable	ml	116	115.24	13,327.72		
Red de desagüe	ml	116	142.04	16,427.42		
NYLON SAN PEDRO						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Vivienda	35	22,752.84	796,349.40	812,693.88	

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

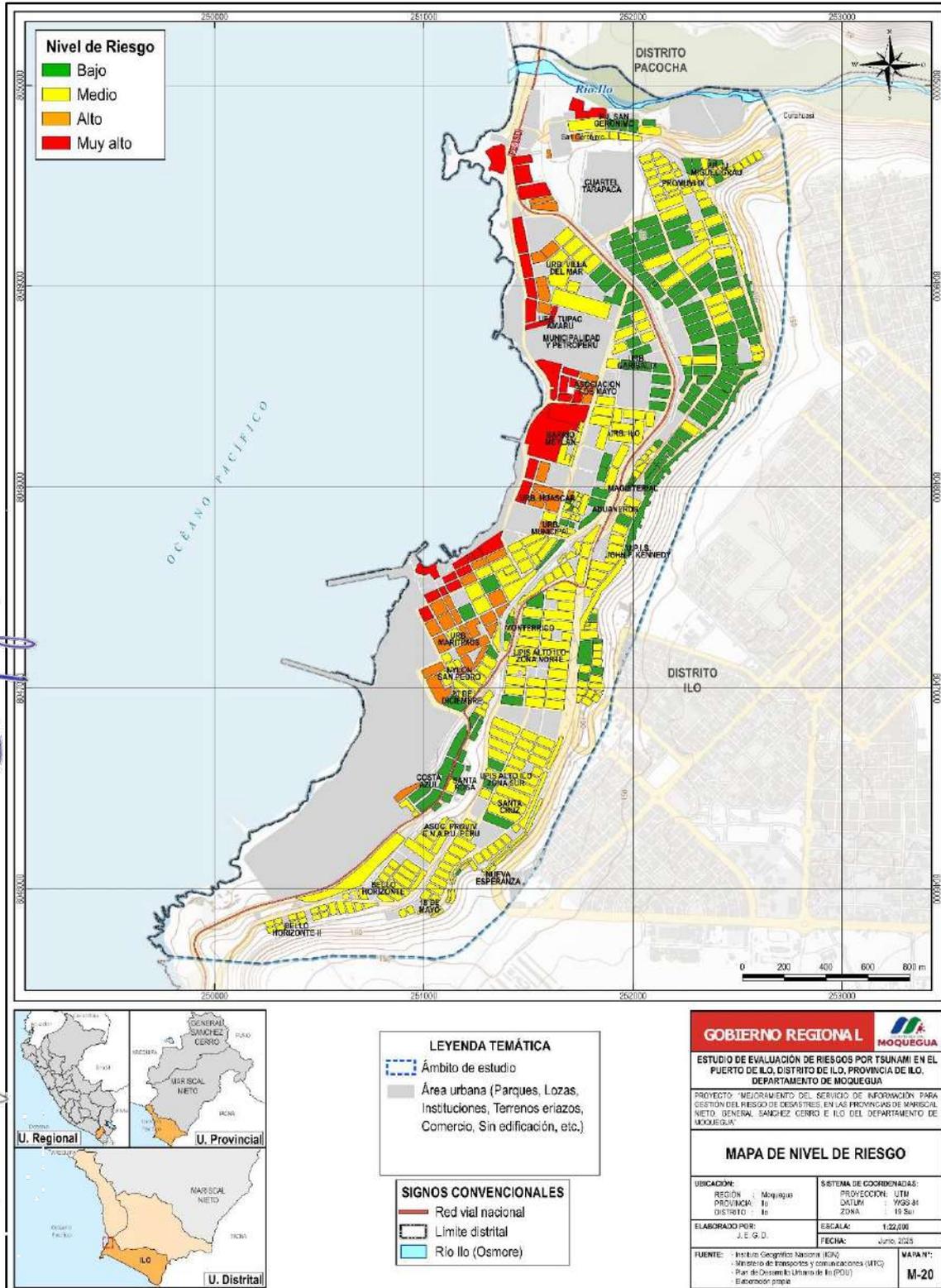
Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Perdidas probables
Edificaciones construidas con material precario	Vivienda	2	8,172.24	16,344.48		
PUEBLO JOVEN SAN GERONIMO						
Edificaciones construidas con material precario	Vivienda	10	8,172.24	81,722.40	417,027.18	
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.190	114,947.55	21,829.69		
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Asfaltado	km	0.295	638,404.50	188,603.84		
Red de agua potable	ml	485	115.24	55,931.47		
Red de desagüe	ml	485	142.04	68,939.78		
SOUTHERN PERU COOPER CORPORATION Y TERMINAL MARITIMO ENAPU						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Vivienda	23	22,752.84	523,315.32	531,487.56	
Edificaciones construidas con material precario	Vivienda	1	8,172.24	8,172.24		
URB. GHERSI (SECTOR BOCA DEL RIO, HOTEL ILO, VILLA MILITAR)						
Edificaciones construidas con material precario	Vivienda	9	8,172.24	73,550.16	329,809.79	
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.393	114,947.55	45,131.86		
Vías de Transporte - Red Vial Nacional - Asfaltado	km	0.103	500000	51,570.00		
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Asfaltado	km	0.036	638,404.50	22,810.19		
Red de agua potable	ml	532	115.24	61,251.03		
Red de desagüe	ml	532	142.04	75,496.54		
URB. HUASCAR						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Vivienda	4	22,752.84	91,011.36	91,011.36	
URB. MARITIMOS						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Vivienda	94	22,752.84	2,138,766.96	2,146,939.20	
Edificaciones construidas con material precario	Vivienda	1	8,172.24	8,172.24		
URB. TUPAC AMARU						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Vivienda	8	22,752.84	182,022.72	182,022.72	
URB. VILLA DEL MAR						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Vivienda	38	22,752.84	864,607.92	946,499.33	
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.220	114,947.55	25,288.46		
Red de agua potable	ml	220	115.24	25,353.20		
Red de desagüe	ml	220	142.04	31,249.75		
Perdidas probables						
Costo de adquisición de carpas	Carpa	150	650.00	97,500.00		197,500.00
Gastos de atención de emergencia	Global	500	200.00	100,000.00		
Total				11,133,327.87	10,935,827.87	197,500.00

Fuente: Equipo Técnico Consultor 2025

*La información es referencial con datos proporcionados de la R.M. N° 411-2024-VIVIENDA. Aprueban los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la provincia Constitucional del Callao, la Costa, Sierra y Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2025 y dictan diversas disposiciones.

3.3.3. Zonificación de riesgos

Mapa N°22: Mapa de riesgo por tsunami en el Puerto de Ilo



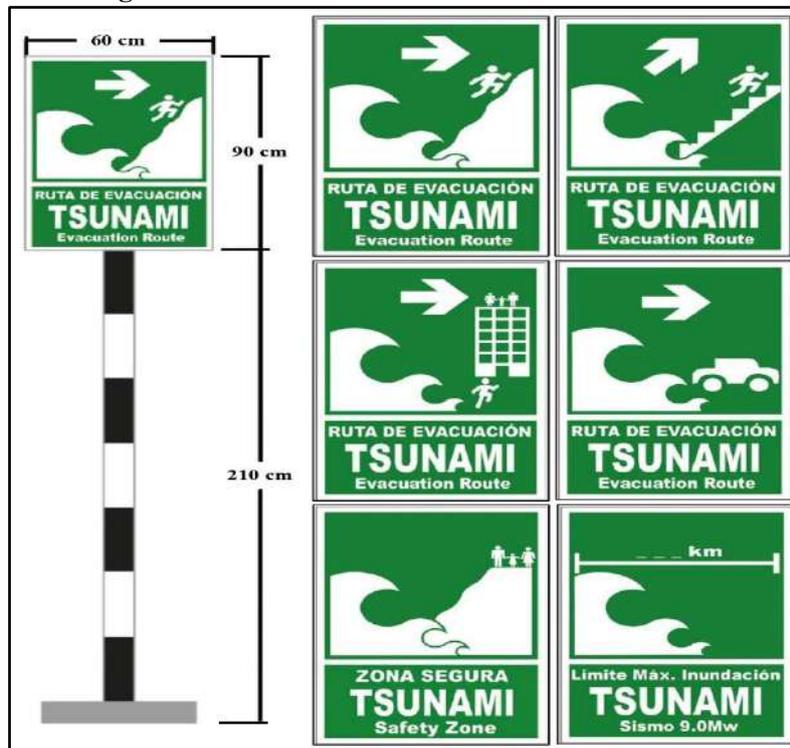
Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.3.4. Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros)

3.3.4.1. De orden estructural

- ❖ Se recomienda realizar estudios de mecánica de suelos con fines de cimentación en zonas expuestas a tsunamis, en cumplimiento con la Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esto garantizará que las edificaciones se diseñen con criterios de estabilidad y resistencia ante sollicitaciones sísmicas y de impacto por oleaje.
- ❖ En zonas críticas, se debe priorizar la construcción o reforzamiento de muros de contención para reducir el riesgo de colapso estructural, proteger viviendas e infraestructuras estratégicas, y asegurar la funcionalidad de rutas de evacuación ante un evento de tsunami. Asimismo, se recomienda ejecutar labores de desquinche de materiales sueltos presentes en las laderas del mirador Boca de Sapo, con el propósito de eliminar focos de inestabilidad que podrían generar desprendimientos de rocas y comprometer la integridad de la población.
- ❖ De proceder con el trámite de la licencia de construcción, deberán cumplir con el diseño de acuerdo a la norma vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas Sismo resistentes vigente que coadyuven a disminuir el nivel de vulnerabilidad en las viviendas.
- ❖ La Municipalidad Provincial de Ilo, a través de su Oficina de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD), deberá implementar planos de evacuación para cada asentamiento humano comprendido en el área de estudio. Se deberá instalar señalética direccional con dimensiones adecuadas y ubicadas a distancias visibles para guiar a la población hacia zonas seguras de refugio. La instalación de dicha señalética deberá cumplir con lo establecido en la “Guía Técnica para la Estandarización de Señales de Seguridad en Caso de Tsunami: Costa Peruana”, aprobada mediante Resolución Ministerial N.º 382-2017-PCM.

Figura N°35: Señales de evacuación ante tsunamis



Fuente: INDECI – DHN.

- ❖ La Municipalidad Provincial de Ilo deberá de formular e implementar un Plan de Seguridad ante Tsunamis, que contemple la conformación y capacitación de brigadas comunitarias de evacuación, de modo que se garantice una respuesta organizada y oportuna.
- ❖ El Gobierno Regional y el Gobierno Local deben fomentar la participación activa de la población en actividades de preparación y simulacros organizados por la Municipalidad Provincial de Ilo, fortaleciendo así la cultura de prevención y la capacidad de respuesta colectiva ante tsunamis.
- ❖ Restringir la instalación y operación de nuevos establecimientos para expendio de combustibles y servicentros de automóviles en zonas expuestas y con riesgo alto o muy alto, con el objetivo de reducir así la generación de riesgos adicionales asociados a la inflamabilidad y al posible derrame de hidrocarburos durante un tsunami.
- ❖ En caso de ejecutarse Proyectos de Inversión Pública o Privada, deberán contar con Estudios de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación, así mismo con un diseño estructural adecuado. El mismo que deberá incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres ante tsunamis.

3.3.4.2. De orden no estructural

- ❖ Es indispensable ordenar los espacios urbanos de manera que las vías de circulación (calles, veredas y bermas) permanezcan libres de obstáculos, garantizando así rutas de evacuación rápidas y seguras hacia zonas altas y alejadas del mar.
- ❖ De igual forma, se debe asegurar que los sistemas eléctricos cuenten con instalaciones seguras y normalizadas (gabinetes, interruptores termomagnéticos y canalización de cables en PVC), de acuerdo con el Código Nacional Eléctrico, a fin de disminuir riesgos de incendios o cortocircuitos durante la evacuación o posterior a la emergencia.
- ❖ Es indispensable mantener libres y sin obstrucciones las vías de circulación calles, veredas y bermas con el propósito de garantizar rutas de evacuación rápidas y seguras hacia zonas altas o puntos de refugio temporal durante la ocurrencia de un tsunami. Esta medida debe complementarse con campañas permanentes de educación y sensibilización comunitaria, orientadas a fortalecer la cultura de prevención, difundir los procedimientos de evacuación y promover la participación de la población en simulacros, asegurando así una respuesta organizada y oportuna frente a la emergencia.
- ❖ Implementar Sistema Integrado de Alerta Temprana multicanal, que combine sirenas costeras, mensajes SMS, aplicaciones móviles, radio y televisión, permitiendo una alerta oportuna a la población ante la amenaza de tsunami.
- ❖ Incorporación de drones térmicos e integrarse al sistema de satélites de la ONU para la detección temprana y monitoreo en tiempo real de la evolución del tsunami, con retransmisión de imágenes a centros de operaciones de emergencia de la Región.

3.3.5. Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes)

3.3.5.1. De orden estructural

- ❖ Las edificaciones ubicadas en áreas clasificadas con riesgo alto o muy alto deben ser sometidas a procesos de reforzamiento estructural, bajo supervisión de profesionales colegiados, cumpliendo con lo dispuesto en las Normas Técnicas E.030 (Diseño Sismorresistente), E.060 (Concreto armado), E.070 (Albañilería) y E.080 (Adobe) del Reglamento Nacional de

Edificaciones (RNE). Estas acciones permiten mejorar la capacidad de resistencia de las viviendas frente a la acción combinada del sismo y la energía hidrodinámica de un tsunami, reduciendo la probabilidad de colapso y las pérdidas materiales en caso de emergencia.

- ❖ Infraestructuras esenciales como hospitales, centros de salud, comisarías e instituciones educativas deberán ser construidas o adecuadas sobre plataformas elevadas o pilotes, con una cota superior al nivel máximo de inundación estimado, garantizando su operatividad durante y después de una emergencia.
- ❖ Todos los establecimientos públicos y comerciales deberán contar con su Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones (ITSE) actualizada, incorporando la evaluación del sistema estructural y verificando rutas de evacuación seguras (verticales u horizontales) debidamente señalizadas y libres de obstáculos.
- ❖ Las viviendas ubicadas en zonas de riesgo alto o muy alto con techos de materiales ligeros (madera, calamina, asbesto-cemento) deben ser evaluadas estructuralmente y reforzadas si es necesario, en cumplimiento con las Normas E.010 (Madera), E.020 (Cargas) y E.030 (Diseño Sismorresistente), bajo asesoría técnica profesional. Las cubiertas reforzadas pueden funcionar como refugios temporales en caso de evacuación vertical.
- ❖ Instalar sirenas solares con respaldo satelital, que continúen funcionando incluso ante la interrupción de redes eléctricas o de telecomunicaciones, hasta que se confirme la retirada del tsunami.
- ❖ Implementar farolas inteligentes solares que son postes de alumbrado equipados con altavoces, cámaras y sensores térmicos, que sirvan también como puntos de aviso y guía durante evacuaciones nocturnas y búsqueda y rescate de personas.
- ❖ Fortalecer los sistemas comunitarios de comunicación mediante radios VHF, como respaldo cuando se produzca la caída de redes móviles y otros medios convencionales.
- ❖ Los inmuebles que cuenten con cuatro o más niveles podrán ser considerados como zonas seguras de refugio vertical ante tsunamis, siempre que acrediten licencia de edificación y cumplan con las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones. La verificación estructural deberá estar a cargo de ingenieros civiles especializados en estructuras, colegiados y habilitados, quienes determinarán la capacidad de la edificación para resistir la acción de un tsunami originado por sismos de gran magnitud. Asimismo, corresponde a la Municipalidad Provincial de Ilo promover convenios o acuerdos formales con los propietarios, de manera que estas infraestructuras puedan albergar temporalmente a la población colindante. Para ello, se deberá realizar previamente una inspección técnica de seguridad que certifique el cumplimiento de las condiciones necesarias y, posteriormente, formalizar los compromisos mediante instrumentos legales que respalden la organización y el uso de dichos espacios durante una emergencia.

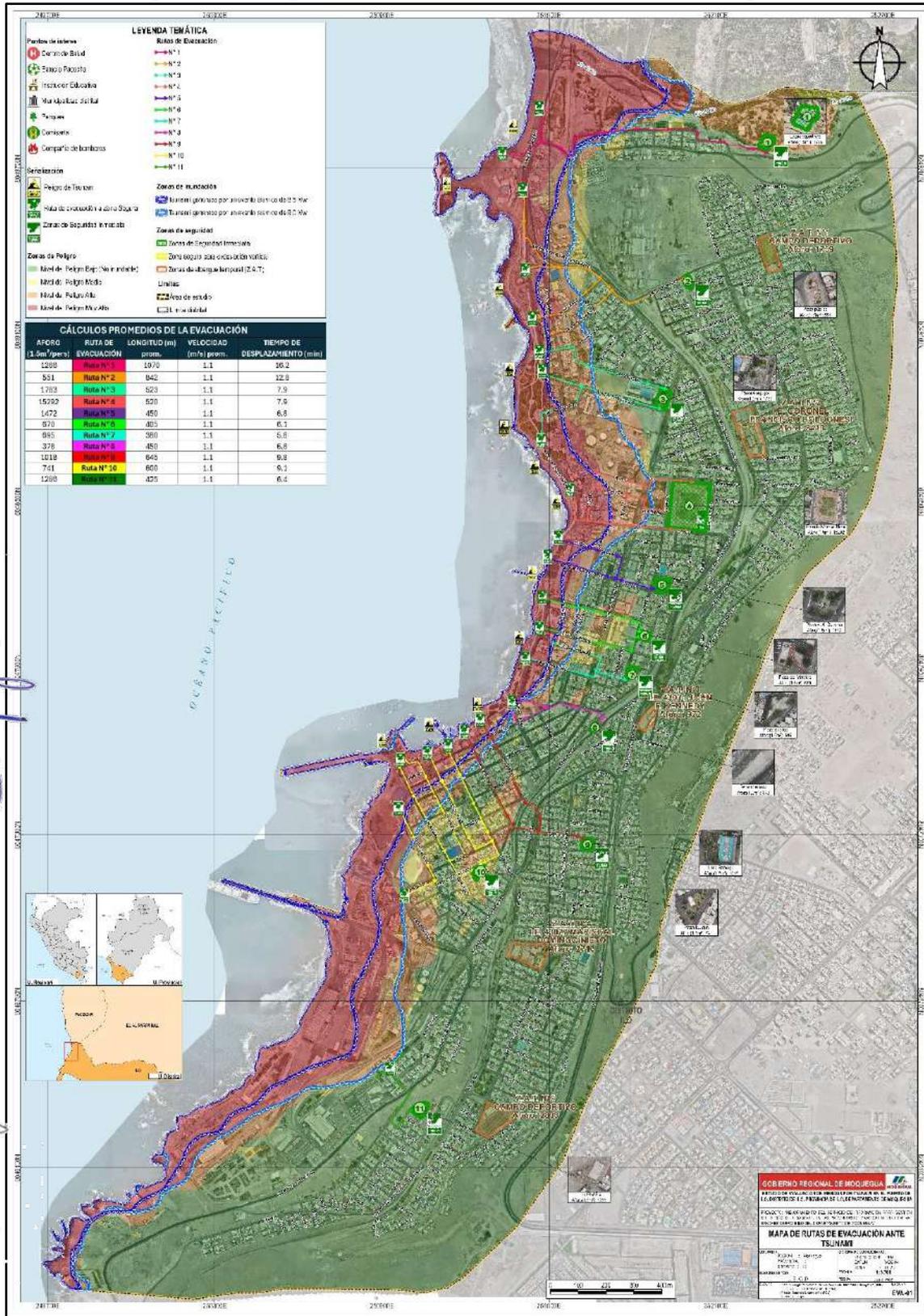
3.3.5.2. De orden no estructural

- ❖ Actualización periódica de los Planes de Gestión del Riesgo de Desastres, considerando el retiro de materiales inflamables o en desuso en azoteas contribuye a reducir focos de vulnerabilidad en caso de incendio posterior a un tsunami, lo que facilita la recuperación de las edificaciones afectadas.

- ❖ Promover incentivos tributarios y/o subsidios para viviendas que refuercen su estructura y cumplan criterios para ser utilizadas como refugios verticales, de acuerdo con evaluaciones técnicas certificadas.
- ❖ Estas medidas no estructurales, en combinación con señalización adecuada y campañas de sensibilización comunitaria, fortalecen la capacidad de respuesta de la población y facilitan una evacuación ordenada durante la ocurrencia de un tsunami.
- ❖ Fomentar la organización comunitaria a través de comités de base y organizaciones sociales, priorizando la preparación y la respuesta como parte de la gestión reactiva frente a tsunamis.
- ❖ Implementar en cada vivienda un kit básico de emergencia, que incluya botiquín de primeros auxilios, camillas, megáfonos y mochilas familiares, con el propósito de asegurar la comunicación, atención inicial y evacuación durante la emergencia.
- ❖ Elaborar e institucionalizar un plan familiar ante tsunamis, que establezca roles, responsabilidades y puntos de encuentro, reduciendo la improvisación y mejorando la capacidad de autoprotección de cada hogar.
- ❖ El Gobierno Local y el Gobierno Regional deben programar simulacros de evacuación considerando tiempos reales de desplazamiento y aforos de puntos de encuentro y albergues temporales, evaluando su operatividad.
- ❖ Implementar programas de “tsunami literacy” o alfabetización comunitaria, que enseñen a reconocer señales naturales de tsunami (retirada del mar, sismos prolongados) y actuar de inmediato sin esperar una alerta oficial.
- ❖ Instalación de postes de “memoria del desastre”, con señalización histórica de niveles máximos de inundación en la Provincia de Ilo, que funcionan como recordatorio permanente de la magnitud de los tsunamis pasados y sensibilizan a la población en áreas públicas.
- ❖ Elaborar protocolos de evacuación para personas con discapacidad y adultos mayores, incluyendo transporte especial, señalética accesible y puntos de encuentro inclusivos.
- ❖ Establecer alianzas con empresas privadas (supermercados, centros comerciales, hoteles) para que se conviertan en refugios temporales en pisos altos, firmando convenios de uso durante emergencias.
- ❖ Implementación e integración de mapas de riesgo dinámicos en aplicaciones móviles de acceso público Online y Offline, donde la población pueda consultar en tiempo real rutas de evacuación, zonas seguras y ubicación de refugios cercanos.
- ❖ Se debe efectuar la actualización las modificaciones en la topografía y las nuevas construcciones que alteren las condiciones del territorio. Asimismo, es necesario incorporar los avances tecnológicos disponibles de monitoreo, a fin de integrar herramientas innovadoras y ampliar las capacidades operativas de los sistemas de alerta temprana frente a tsunamis.
- ❖ A través de una ordenanza municipal, se deberá disponer que todas las instituciones públicas y privadas cuenten obligatoriamente con mapas de rutas de evacuación ante tsunamis, impresos en formato de gigantografía y colocados en lugares visibles y estratégicos para empleados, usuarios y visitantes. Esta medida busca facilitar la orientación inmediata durante una emergencia, promoviendo una evacuación rápida y segura. En ese sentido, como parte del presente estudio, se han desarrollado y propuesto las rutas de evacuación, las cuales deben ser implementadas y difundidas conforme a los estándares de visibilidad y señalización establecidos.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°23: Mapa de rutas de evacuación ante tsunami - Propuesta



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

- ❖ La Municipalidad Provincial de Ilo deberá considerar en sus proyectos de inversión pública zonas de evacuación vertical hacia zonas con mayor altitud considerando la señalización para tsunamis.
- ❖ Desarrollar e implementar protocolos de evacuación para turistas, con materiales multilingües distribuidos en hoteles y restaurantes.

Cuadro N°218: Medidas y acciones ante tsunami en el Puerto de Ilo

Medida / Acción	Responsable	Plazo	Base Legal	Fuente de Financiamiento
Estudio de mecánica de suelos para cimentaciones.	Municipalidad / Consultores Geotécnicos	Corto plazo (1-2 años)	RNE / Ley 27972 (Municipalidades)	Proyecto Municipal / Convenios
Instalación y reforzamiento de taludes con shotcrete de 15 cm y doble malla.	Municipalidad / MVCS / Empresas constructoras	Mediano plazo (2-3 años)	RNE E.050, Ley 29664 (SINAGERD)	PIP / Inversión Pública
Actualización de requisitos y reglamento municipal para licencias de construcción.	Municipalidad	Corto plazo	Ley 27972 / RNE	Gestión Municipal
Formulación y/o actualización del Plan de Contingencia frente a tsunamis.	Municipalidad / INDECI / COER	Corto plazo	Ley 29664 / D.S. 048-2011-PCM	Canon / Recursos Municipales
Implementación de señalética de seguridad y evacuación.	Municipalidad / Defensa Civil	Corto plazo	Ley 29664 / Normas técnicas INDECI	Recursos Municipales
Talleres de preparación y respuesta comunitaria.	Municipalidad / INDECI / COE Local	Continuo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Cooperación
Ordenanza que restrinja la instalación de nuevos grifos y servicentros en zonas de alto riesgo.	Municipalidad / Concejo	Corto plazo	Ley 27972 / SINAGERD	Gestión Municipal
Estandarización de términos de referencia para PIP incluyendo EVAR y estudios geotécnicos.	MVCS / Municipalidad / MEF	Mediano plazo	Ley 27293 (SNIP, ahora Invierte.pe)	PIP
Actualización de ordenanzas para garantizar transitabilidad de acuerdo con mapas de evacuación.	Municipalidad	Corto plazo	Ley 27972 / SINAGERD	Gestión Municipal
Convenio con la empresa eléctrica para la gestión de riesgos y seguridad ante sismos y tsunamis.	Municipalidad / Empresa Prestadora de Servicios Eléctricos	Corto plazo	Ley 27972 / Ley 29664	Convenios Institucionales
Implementación de un sistema integrado de alerta temprana multicanal.	Municipalidad / INDECI / COER	Mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	PIP / Cooperación
Incorporación de drones térmicos e integración con sistema de satélites de la ONU.	Municipalidad / COER / INDECI	Mediano plazo	Ley 29664 / cooperación internacional	Cooperación Internacional / Proyectos
Procesos de reforzamiento estructural en edificaciones ubicadas en sectores de riesgo alto o muy alto.	Municipalidad / MVCS / CIP	Mediano plazo	RNE E.030 / Ley 29664	PIP / Programas de vivienda segura
Elevación de plataformas en edificaciones esenciales (hospitales, escuelas, comisarias).	Municipalidad / MEF / Gob. Regional	Mediano-largo plazo	RNE / Ley 29664	PIP / Inversión Pública
Ordenanza municipal que precise y fortalezca la intervención de los ITSE en locales críticos.	Municipalidad / Defensa Civil	Corto plazo	D.S. 002-2018-PCM / Ley 27972	Gestión Municipal

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Medida / Acción	Responsable	Plazo	Base Legal	Fuente de Financiamiento
Sistema integrado de alerta temprana con sirenas multicanal.	Municipalidad / INDECI / COER	Mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	PIP / Cooperación
Radios VHF comunitarias y fortalecimiento del COE local.	Municipalidad / COE / INDECI	Corto plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Cooperación
Sirenas solares con respaldo satelital y cámaras de seguridad.	Municipalidad / COER / INDECI	Mediano plazo	Ley 29664 / normas técnicas INDECI	PIP / Cooperación
Acuerdos de refugio vertical en edificios seguros, con evaluación ITSE.	Municipalidad / INDECI / Propietarios	Corto plazo	D.S. 002-2018-PCM / Ley 29664	Gestión Municipal / Convenios
Elevación de plataformas de servicios esenciales en etapa de preinversión e inversión.	Municipalidad / MEF / Gob. Regional	Mediano -largo plazo	RNE / Ley 29664	PIP
Simulacros con control de aforos y tiempos medidos en albergues temporales.	Municipalidad / INDECI / COE Local	Continuo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Cooperación
Integración de mapas de riesgo dinámicos en aplicaciones online/offline.	Municipalidad / COE / INDECI	Corto-mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Gestión Municipal / Cooperación
Actualización periódica de planes GRD y ordenanzas de mapas de riesgo en instituciones.	Municipalidad / COER / INDECI	Continuo	Ley 29664 / Ley 27972	Gestión Municipal
Incentivos tributarios o subsidios para viviendas que refuercen su estructura y cumplan estándares de refugio vertical.	Municipalidad / MEF / MVCS	Mediano plazo	Ley 27972 / Ley 29664 / RNE E.030	Gestión Municipal / Programas Nacionales / Incentivos Tributarios
Implementación de kit básico de emergencia en cada vivienda (botiquín, camillas, megáfonos, mochilas familiares).	Municipalidad / INDECI / COE Local	Corto plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Cooperación / Programas Sociales
Elaboración e institucionalización de un plan familiar ante tsunamis (roles, responsabilidades, puntos de encuentro).	Municipalidad / INDECI / COE Local	Corto plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Programas De Capacitación / Cooperación
Programas de "Tsunami Literacy" o alfabetización comunitaria en redes sociales (Facebook, TikTok, Instagram, Twitter).	Municipalidad / INDECI / COE local / Medios Privados	Continuo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Alianzas Privadas
Instalación de postes de 'memoria del desastre' con señalización de niveles máximos de inundación.	Municipalidad / INDECI / COE Local	Corto plazo	Ley 29664 / Ley 27972	Recursos Municipales / Cooperación
Protocolos de evacuación para personas con discapacidad y adultos mayores (transporte, señalética accesible, puntos inclusivos).	Municipalidad / INDECI / MIMP	Corto plazo	Ley 29664 / Ley 29973 (Ley General de la Persona con Discapacidad)	Gestión Municipal / Cooperación / Programas Sociales
Alianzas con empresas privadas (supermercados, hoteles, centros comerciales) como refugios temporales en pisos altos.	Municipalidad / Empresas Privadas / INDECI	Corto plazo	Ley 29664 / Ley 27972	Convenios Institucionales / Sector Privado
Implementación e integración de mapas de riesgo dinámicos en aplicaciones móviles (online/offline).	Municipalidad / INDECI / COER	Mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Gestión Municipal / Cooperación / Proyectos TIC
Actualización de mapas de riesgo considerando modificaciones	Municipalidad / INDECI / Gob. Regional	Continuo	Ley 29664 / Ley 27972	Gestión Municipal / Inversión Pública

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Medida / Acción	Responsable	Plazo	Base Legal	Fuente de Financiamiento
topográficas y nuevas construcciones.				
Incorporación de avances tecnológicos de monitoreo en sistemas de alerta temprana.	Municipalidad / INDECI / COER	Mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Proyectos de Cooperación / Inversión Pública
Ordenanza para que todas las instituciones públicas y privadas cuenten con mapas de evacuación a tsunami como gigantografía.	Municipalidad / Concejo Municipal	Corto plazo	Ley 27972 / Ley 29664	Gestión Municipal
Incorporación en proyectos de inversión pública de zonas de evacuación vertical con señalización adecuada.	Municipalidad Provincial y Distrital / MVCS / Gob. Regional	Mediano -largo plazo	Ley 29664 / Invierte.pe	PIP / Inversión Pública
Protocolos de evacuación para turistas (materiales multilingües en hoteles, restaurantes y aeropuertos).	Municipalidad / MINCETUR / INDECI	Corto plazo	Ley 29664 / Ley 29408 (Ley General de Turismo)	Gestión Municipal / Cooperación Privada

Fuente: Equipo Técnico Consultor 2025



PROCESOS DE ASesorIA y COOPERACIONES
DIRECCION GENERAL DE ASesorIA y COOPERACIONES
GENERAL DIRECTOR DE EVALUADOR DE RIESGO



PROCESOS DE ASesorIA y COOPERACIONES
DIRECCION GENERAL DE ASesorIA y COOPERACIONES
ING. G. OLDOZO Reg. CIP N° 11291
R.L.N° 122-2018 - CENEPRAD/DJ
EVALUADOR DE RIESGO

3.4. DEL CONTROL DE RIESGOS

3.4.1. De la evaluación de las medidas

3.4.1.1. Aceptabilidad / Tolerabilidad

En el ámbito de la gestión del riesgo, se parte del principio de que ninguna medida preventiva garantiza la eliminación total del riesgo. Siempre existirá una posibilidad, por mínima que sea, de que ocurran consecuencias no deseadas. Esto implica que el riesgo nunca puede reducirse a cero. Por ello, se establece un umbral que permite diferenciar entre lo que es un riesgo manejable y lo que ya no lo es.

Este umbral define lo que se entiende por riesgo aceptable o tolerable: aquel que, pese a su existencia, se considera asumible dentro de parámetros razonables de seguridad. En cambio, cuando el riesgo supera ese límite, pasa a clasificarse como inaceptable o incontrolable, lo que obliga a tomar medidas más estrictas o, en algunos casos, reconsiderar la viabilidad de las actividades expuestas.

Para facilitar la toma de decisiones, se utilizan cuadros de aceptabilidad que permiten evaluar la gravedad de los impactos potenciales en relación con su frecuencia de ocurrencia. Así, cuando un evento natural presenta baja probabilidad y consecuencias leves, el riesgo se considera aceptable. Si, por el contrario, la probabilidad y los daños son altos, el riesgo es inadmisibles y se requiere intervenir con acciones de prevención o mitigación. En los escenarios intermedios, se deben aplicar estrategias que reduzcan el riesgo hasta que se ubique dentro de niveles gestionables y socialmente aceptables.

a) Niveles de consecuencias

Cuadro N°219: Niveles de consecuencias

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Media	Las consecuencias debido al fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas, es decir, posee el **Nivel 4 – MUY ALTA.**

b) Niveles de frecuencia de ocurrencia

Cuadro N°220: Niveles de frecuencia de ocurrencia

Nivel	Probabilidad	Descripción
4	Muy Alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos, según las circunstancias.
2	Media	Puede ocurrir en periodos de tiempos largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior se obtiene que el evento de peligro evaluado puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias, es decir, posee el Nivel 2 – MEDIA.

c) Matriz de consecuencias y daños

Cuadro N°221: Matriz de consecuencias y daños

Consecuencias	Nivel	Zona de consecuencias y daños			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es ALTA.

d) Medidas cualitativas de consecuencias y daño

Cuadro N°222: Medidas cualitativas de consecuencias y daño

Nivel	Descriptor	Descripción
4	Muy Alta	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros.
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes.
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.
1	Baja	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

De lo anterior se obtiene que las medidas cualitativas de consecuencias y daño, estarán orientadas a muerte de personas, enormes pérdidas de bienes y financieras, por lo que se desprende que su grado es Nivel 4 – MUY ALTA.

e) Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

Cuadro N°223: Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

Nivel	Descriptor	Descripción
4	Inadmisibile	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control fisico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de los riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por tsunami es de Nivel 4 - INADMISIBLE.

Cuadro N°224: Matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia

Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia			
Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile	Riesgo Inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

La aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por Tsunami en el Puerto de Ilo es de Nivel 4 – RIESGO INADMISIBLE.

f) Prioridad de Intervención

Cuadro N°225: Nivel de priorización

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisibile	IV
3	Inaceptable	III
2	Tolerable	II
1	Aceptable	I

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior se obtiene que el NIVEL DE PRIORIZACIÓN es de NIVEL IV - INADMISIBLE, el cual constituye se debe aplicar inmediatamente medidas de control fisico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos vinculados a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres.

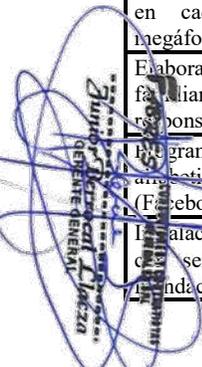
3.4.1.2. Control de riesgos

Cuadro N°226: Medidas de control de riesgos ante un Tsunami en el Puerto de Ilo

Medida / Acción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Cobertura	Efecto sobre la continuidad económica	Aporte en la salvaguarda de vidas humanas	Peso ponderado	Beneficio	B/C	Score total	Prioridad
Estudio de mecánica de suelos para cimentaciones.	Sondeo	611	400.00	244,400.00	0.2	0.8	0.1	0.28	51,525,384	211	0.02	Baja
Instalación y reforzamiento de taludes con shotcrete de 15 cm y doble malla.	m2	75,000	207.00	15,525,000.00	0.3	0.2	0.3	0.28	51,525,384	3	0.00	Baja
Actualización de requisitos y reglamento municipal para licencias de construcción.	Informe	4	2,500.00	10,000.00	0.9	0.8	0.7	0.80	147,215,383	14,722	1.44	Alta
Formulación y/o actualización del Plan de Contingencia frente a tsunamis.	Plan	1	15,000.00	15,000.00	0.6	0.4	0.8	0.64	117,772,306	7,851	0.78	Media
Implementación de señalética de seguridad y evacuación.	Servicio	1	200,000.00	200,000.00	0.7	0.4	0.8	0.68	125,133,076	626	0.06	Media
Talleres de preparación y respuesta comunitaria.	Taller	50	7,000.00	350,000.00	0.7	0.5	0.7	0.66	121,452,691	347	0.03	Baja
Ordenanza que restrinja la instalación de nuevos grifos y servicentros en zonas de alto riesgo.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.3	0.2	0.8	0.48	88,329,230	17,666	1.62	Alta
Estandarización de términos de referencia para PIP incluyendo EVAR y estudios geotécnicos.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.9	0.1	0.6	0.62	114,091,922	22,818	2.15	Alta
Actualización de ordenanzas para garantizar transitabilidad de acuerdo con mapas de evacuación.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.9	0.2	0.8	0.72	132,493,845	26,499	2.62	Alta
Convenio con la empresa eléctrica para la gestión de riesgos y seguridad ante sismos y tsunamis.	Convenio	1	5,000.00	5,000.00	0.9	0.8	0.8	0.84	154,576,152	30,915	3.27	Alta
Implementación de un sistema integrado de alerta temprana multiplataforma.	Sistema	1	450,000.00	450,000.00	0.7	0.2	0.8	0.64	117,772,306	262	0.03	Baja
Incorporación de drones térmicos e integración con sistema de satélites de la G.U.	Módulos	5	150,000.00	750,000.00	0.7	0.2	0.7	0.60	110,411,537	147	0.02	Baja
Trabajos de reforzamiento estructural en edificaciones ubicadas en sectores de riesgo alto o muy alto.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.8	0.5	0.8	0.74	136,174,229	27,235	2.93	Alta

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Medida / Acción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Cobertura	Efecto sobre la continuidad económica	Aporte en la salvaguarda de vidas humanas	Peso ponderado	Beneficio	B/C	Score total	Prioridad
Ordenanza municipal que precise y fortalezca la intervención de los ITSE en locales críticos.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.9	0.8	0.8	0.84	154,576,152	30,915	3.68	Alta
Sistema integrado de alerta temprana con sirenas multiplataforma.	PIP	1	350,000.00	350,000.00	0.7	0.3	0.7	0.62	114,091,922	326	0.05	Media
Radios VHF comunitarias y fortalecimiento del COE local.	IOAAR	1	350,000.00	350,000.00	0.6	0.2	0.9	0.64	117,772,306	336	0.04	Media
Sirenas solares con respaldo satelital y cámaras de seguridad.	IOAAR	3	450,000.00	1,350,000.00	0.4	0.2	0.9	0.56	103,050,768	76	0.01	Baja
Acuerdos de refugio vertical en edificios seguros, con evaluación ITSE.	Convenio	1	5,000.00	5,000.00	0.2	0.3	0.6	0.38	69,927,307	13,985	1.64	Alta
Elevación de plataformas de servicios esenciales en etapa de preinversión e inversión.	PIP / Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.1	0.3	0.8	0.42	77,288,076	15,458	1.89	Alta
Simulacros con control de aforos y tiempos medidos en albergues temporales.	Simulacros	10	25,000.00	250,000.00	0.7	0.1	0.7	0.58	106,731,153	427	0.06	Media
Actualización periódica de planes GRD y ordenanzas de mapas de riesgo en instituciones.	Planes	3	40,000.00	120,000.00	0.9	0.5	0.9	0.82	150,895,768	1,257	0.15	Media
Incentivos tributarios o subsidios para viviendas que refuercen su estructura y cumplan estándares de refugio vertical.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.4	0.8	0.5	0.52	95,689,999	19,138	2.18	Alta
Implementación de kit básico de emergencia en cada vivienda (botiquín, camillas, megáfonos, mochilas familiares).	Componente de PIP	1	150,000.00	150,000.00	0.9	0.2	0.7	0.68	125,133,076	834	0.11	Media
Elaboración e institucionalización de un plan familiar ante tsunamis (roles, responsabilidades, puntos de encuentro).	Componente de PIP	1	150,000.00	150,000.00	0.9	0.2	0.7	0.68	125,133,076	834	0.10	Media
Programas de 'Tsunami Literacy' o sensibilización comunitaria en redes sociales (Facebook, TikTok, Instagram, Twitter).	Componente de PIP	1	60,000.00	60,000.00	0.6	0.2	0.7	0.56	103,050,768	1,718	0.18	Media
Instalación de postes de memoria del desastre y señalización de niveles máximos de inundación.	Componente de PIP	1	120,000.00	120,000.00	0.4	0.2	0.7	0.48	88,329,230	736	0.07	Media



ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Medida / Acción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Cobertura	Efecto sobre la continuidad económica	Aporte en la salvaguarda de vidas humanas	Peso ponderado	Beneficio	B/C	Score total	Prioridad
Protocolos de evacuación para personas con discapacidad y adultos mayores (transporte, señalética accesible, puntos inclusivos).	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.2	0.3	0.8	0.46	84,648,845	16,930	1.44	Alta
Alianzas con empresas privadas (supermercados, hoteles, centros comerciales) como refugios temporales en pisos altos.	Convenio	1	5,000.00	5,000.00	0.3	0.3	0.8	0.50	92,009,614	18,402	1.70	Alta
Implementación e integración de mapas de riesgo dinámicos en aplicaciones móviles (online/offline).	Servicio	1	45,000.00	45,000.00	0.3	0.2	0.7	0.44	80,968,461	1,799	0.19	Media
Actualización de mapas de riesgo considerando modificaciones topográficas y nuevas construcciones.	Servicio	10	30,000.00	300,000.00	0.4	0.3	0.6	0.46	84,648,845	282	0.03	Baja
Incorporación de avances tecnológicos de monitoreo en sistemas de alerta temprana.	Componente de PIP	1	250,000.00	250,000.00	0.7	0.2	0.8	0.64	117,772,306	471	0.03	Baja
Ordenanza para que todas las instituciones públicas y privadas cuenten con mapas de evacuación a tsunami como gigantografía.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.7	0.2	0.9	0.68	125,133,076	25,027	1.13	Alta
Protocolos de evacuación para turistas (materiales multilingües en hoteles, restaurantes y aeropuertos).	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.4	0.2	0.8	0.52	95,689,999	19,138	1.00	Alta

Fuente: Equipo Técnico Consultor 2025



4.2. RECOMENDACIONES

- ❖ En concordancia con los lineamientos de CENEPRED, se recomienda que las áreas identificadas con muy alto riesgo sean consideradas en los planes de ordenamiento territorial como zonas de uso condicionado, lo que implica limitar la densificación urbana, restringir nuevas edificaciones y orientar progresivamente la reubicación voluntaria hacia espacios más seguros. Para las familias actualmente asentadas, es necesario implementar programas de reforzamiento estructural, planes de contingencia y rutas de evacuación específicas, de manera que se reduzca su nivel de vulnerabilidad en el corto plazo. Asimismo, en sectores densamente poblados como Miramar, John F. Kennedy y Villa del Mar, se propone priorizar proyectos de evacuación vertical y refugios seguros cercanos, garantizando alternativas inmediatas de protección sin afectar de forma drástica la permanencia de la población en su lugar de residencia.
- ❖ La infraestructura crítica ubicada en zonas bajas, como centros educativos y establecimientos de salud, debe ser reforzada estructuralmente para que funcione como refugio temporal seguro durante emergencias. En paralelo, se debe considerar la elevación de plataformas en hospitales, comisarías y servicios esenciales, garantizando su operatividad posterior a un evento de gran magnitud.
- ❖ En cuanto a la población vulnerable, es indispensable implementar protocolos de evacuación diferenciados para adultos mayores, niños y personas con discapacidad, complementados con la dotación de kits básicos de emergencia en cada hogar y la elaboración de planes familiares ante tsunamis, que establezcan roles y puntos de encuentro predefinidos.
- ❖ El componente de comunicación y cultura de prevención es clave. Se propone desarrollar programas de alfabetización comunitaria en tsunamis (“tsunami literacy”), apoyados en medios digitales y redes sociales, que permitan reconocer señales naturales como la retirada del mar o sismos prolongados. Además, la instalación de postes de memoria histórica con señalización de niveles máximos de inundación contribuirá a mantener viva la conciencia del riesgo en espacios públicos.
- ❖ Finalmente, a nivel normativo, la Municipalidad debe emitir ordenanzas que obliguen a todas las instituciones públicas y privadas a exhibir mapas de evacuación en gigantografía, y actualizar periódicamente los planes de gestión del riesgo y mapas de evacuación, considerando las modificaciones urbanas y los avances tecnológicos en monitoreo. Asimismo, se sugiere incorporar en los proyectos de inversión pública la construcción de zonas de evacuación vertical señalizadas, en concordancia con la planificación urbana sostenible y la reducción de la vulnerabilidad frente a tsunamis.
- ❖ Por consiguiente, se recomienda la implementación de las medidas de mayor prioridad y factibilidad para la prevención y reducción entre los que se plantea de manera sucinta:
 - Zonas de muy alto riesgo: Declarar inhabitables o de uso restringido las áreas costeras por debajo de 4 msnm.
 - Evacuación vertical: Implementar refugios en edificaciones seguras dentro de sectores densamente poblados (Miramar, John F. Kennedy, Villa del Mar).
 - Infraestructura crítica: Reforzar colegios, centros de salud y comisarías; elevar plataformas de hospitales y servicios esenciales.

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO,
PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA**

- Planes familiares: Promover kits básicos de emergencia, planes de evacuación por hogar y protocolos diferenciados para adultos mayores y personas con discapacidad.
- Cultura preventiva: Desarrollar programas de tsunami literacy y campañas educativas en medios digitales y comunitarios.
- Señalización y memoria: Instalar postes de memoria histórica y reforzar la señalética de rutas de evacuación.
- Alerta temprana: Implementar sistemas multicanal (sirenas solares, radios VHF, aplicaciones móviles).
- Normativa local: Emitir ordenanzas que obliguen a instituciones públicas y privadas a exhibir mapas de evacuación y actualizar periódicamente planes y mapas de riesgo.
- Inversión pública: Incorporar en los proyectos municipales y regionales zonas de evacuación vertical y obras de mitigación estructural.



PROCESO CONSULTORIA COMUNITARIA
Municipalidad Provincial de Moquegua
GENERAL SANCHEZ CERRO
EVALUADOR DE RIESGO



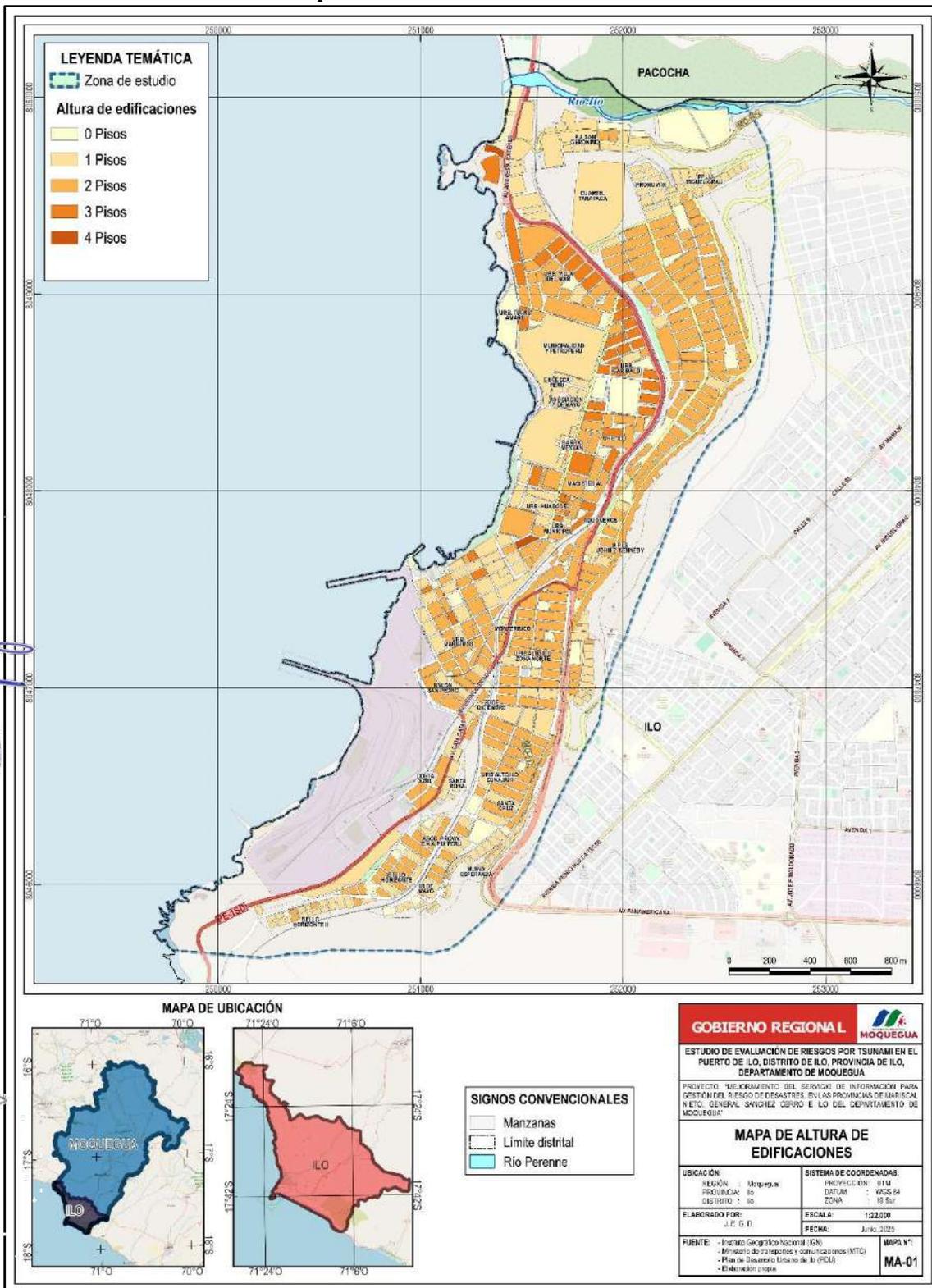
PROCESO CONSULTORIA COMUNITARIA
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11291
R.J. N° 122-2018 - CENEPRADU
EVALUADOR DE RIESGO

BIBLIOGRAFÍA

- CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Versión 02*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/257>
- DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN - DHN. (2018). *Carta de inundación en caso de Tsunami Puerto Ilo – Moquegua*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/6172>
- INDECI. (2021). *Ley N° 29664, Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/indeci/informes-publicaciones/2370524-ley-n-29664-ley-del-sistema-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-sinagerd>
- INGEMMET. (2019). *Informe Técnico N° A6887 Informe sobre la existencia de fallas geológicas activas en el distrito El Algarrobal, provincia Ilo, región Moquegua*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/6425>
- INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU - IGP. (2002). *El terremoto de la región sur de Peru del 23 de junio de 2001*. Obtenido de <https://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc792/doc792-contenido.pdf#:~:text=El%2013%20de%20agosto%20de%201868%2C%20un,de%20Ica%20en%20Per%C3%BA%2C%20hasta%20Tarapaca%20en>
- INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ - IGP. (2018). *Zonificación sísmica - geotécnica de las áreas urbanas de las ciudades de Ilo y Pampa Inalámbrica*. Obtenido de <https://repositorio.igp.gob.pe/server/api/core/bitstreams/12d449e3-02a6-4dfa-8013-24cb8152aeef/content>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA DE PERÚ – INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Obtenido de <https://censos2017.inei.gob.pe/pubinei/index.asp>
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2024). *Resolución Ministerial N°411-2024-VIVIENDA, que aprueba los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, la Sierra y la Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2025*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/6138525-411-2024-vivienda>
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2006). *Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA, que aprueba las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ILO. (2024). *Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres de la provincia de Ilo 2024 – 2026*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/17406>
- PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS - PCM. (2017). *Resolución Ministerial N° 382-2017-PCM, que aprueba la “Guía Técnica para la Estandarización de Señales de Seguridad en Caso de Tsunami: Costa Peruana”*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/3121-382-2017-pcm>

ANEXOS

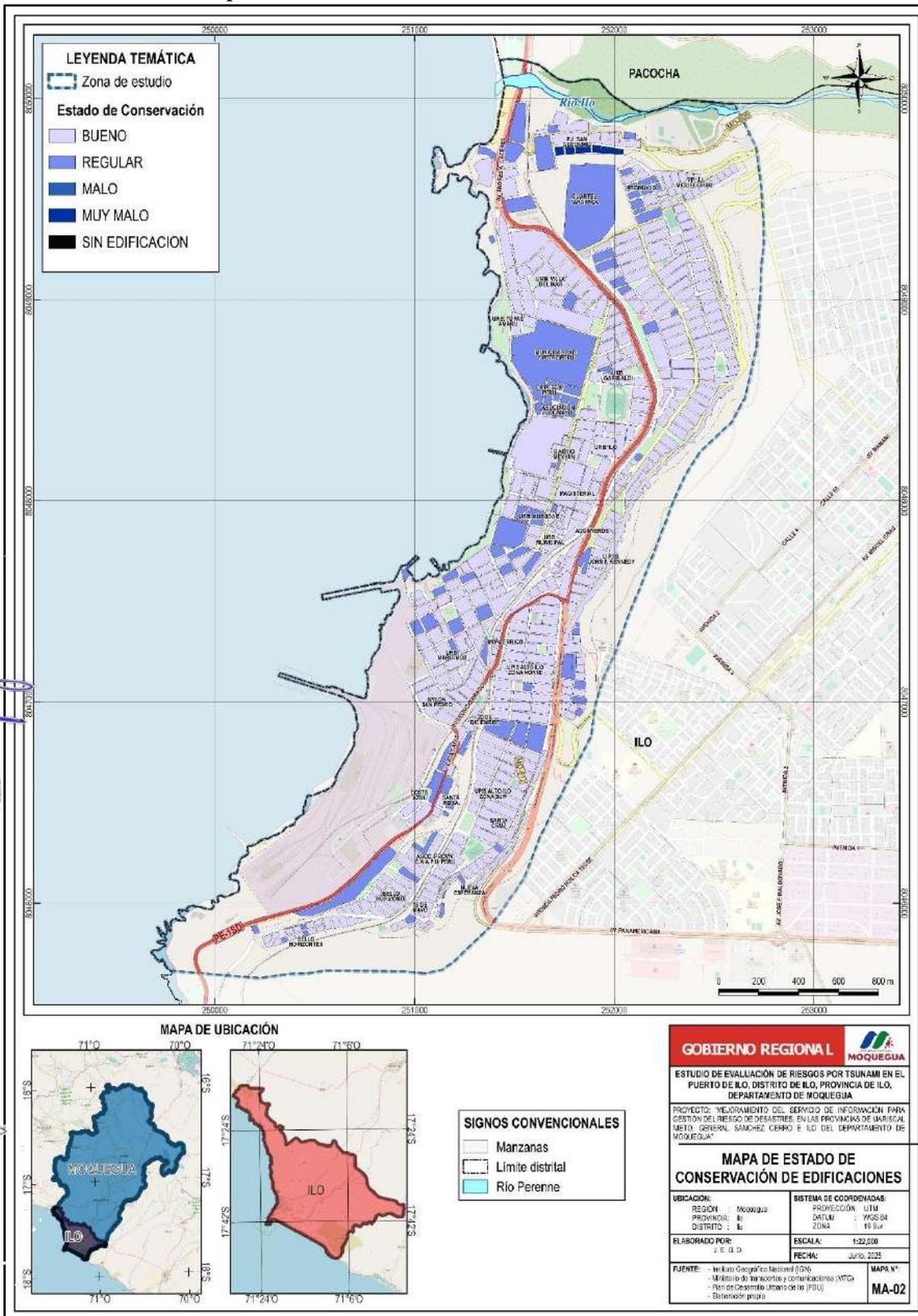
Mapa N°24: Altura de edificaciones



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

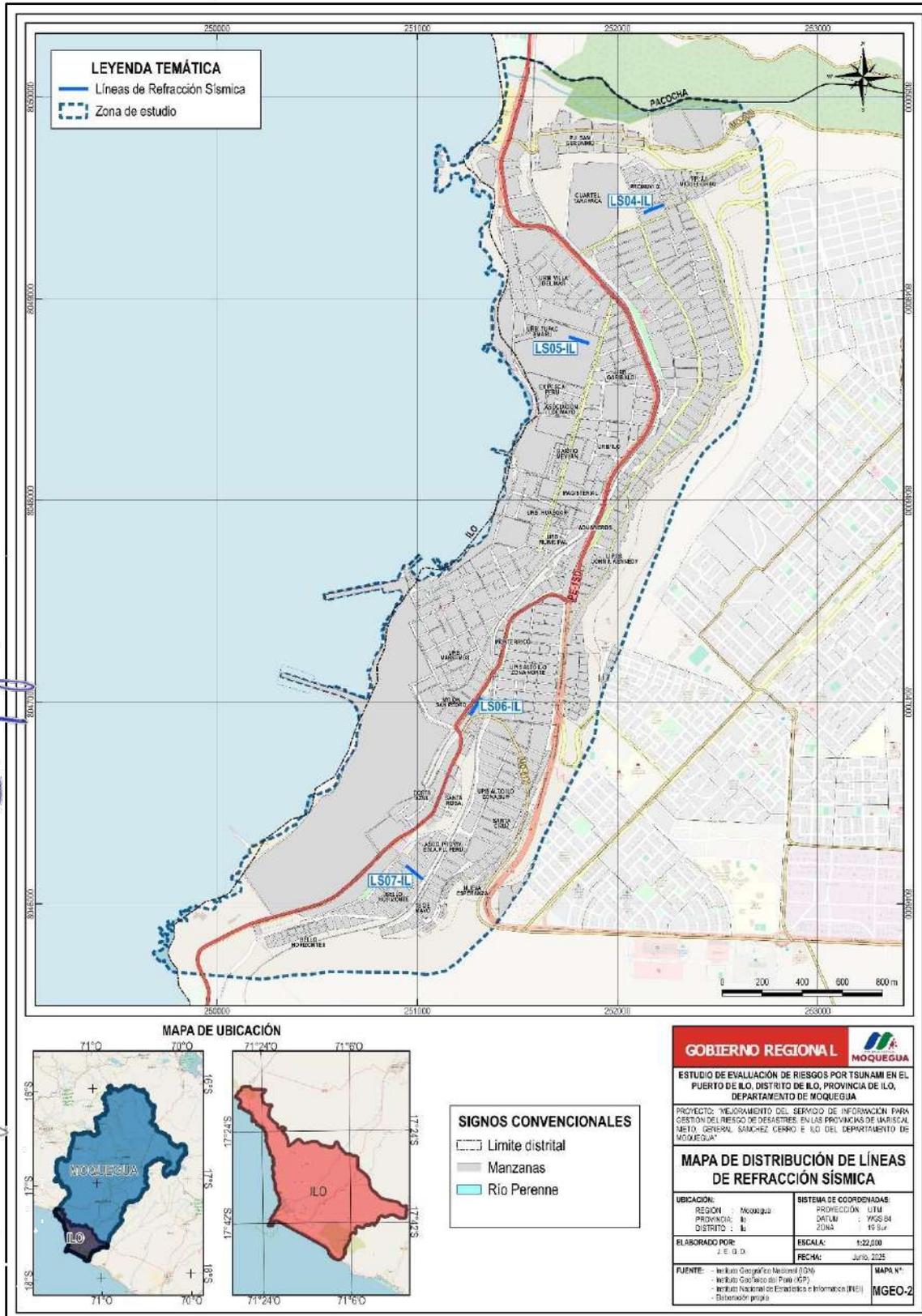
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°25: Estado de conservación de edificaciones



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

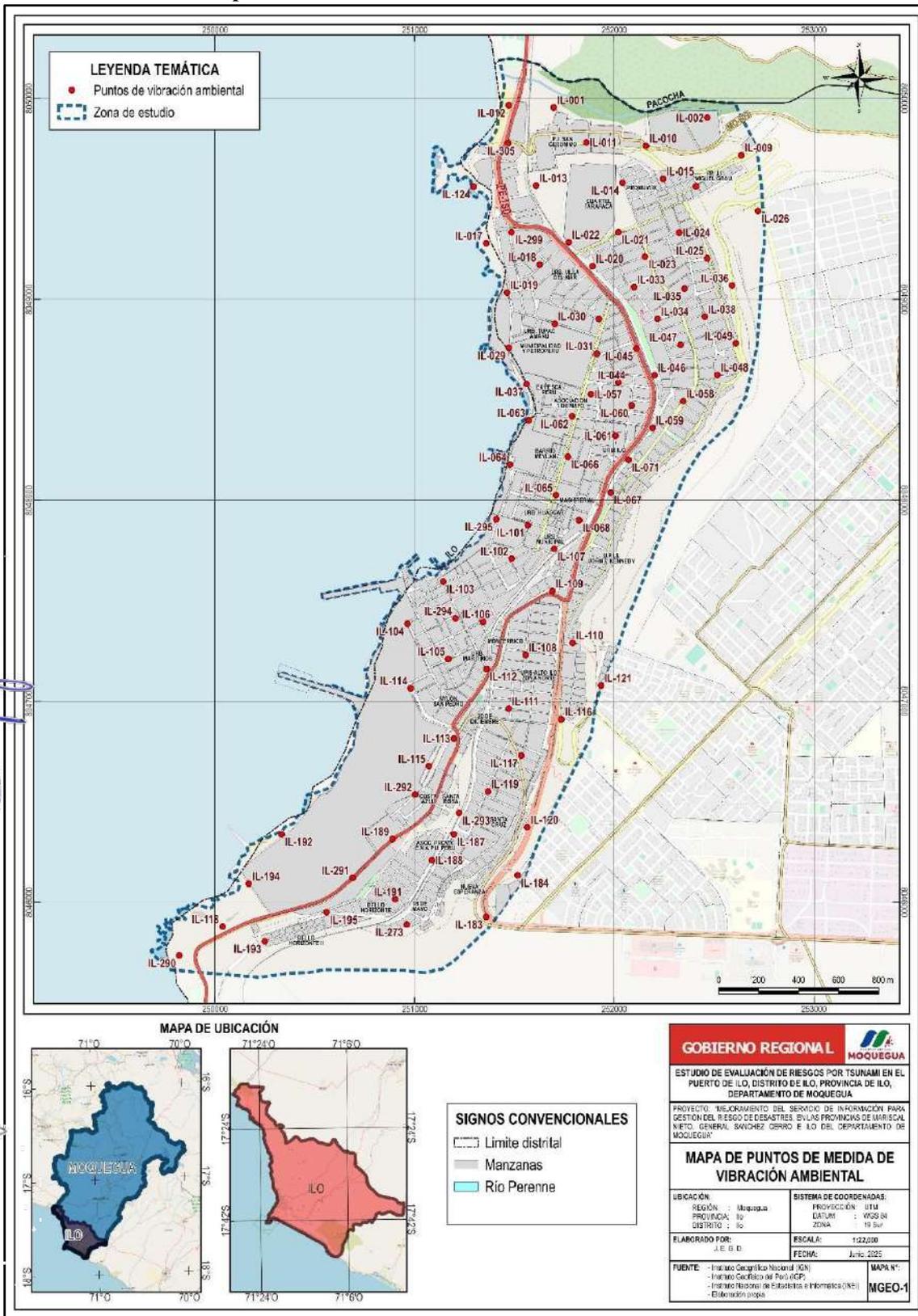
Mapa N°26: Distribución de líneas de refracción sísmica



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

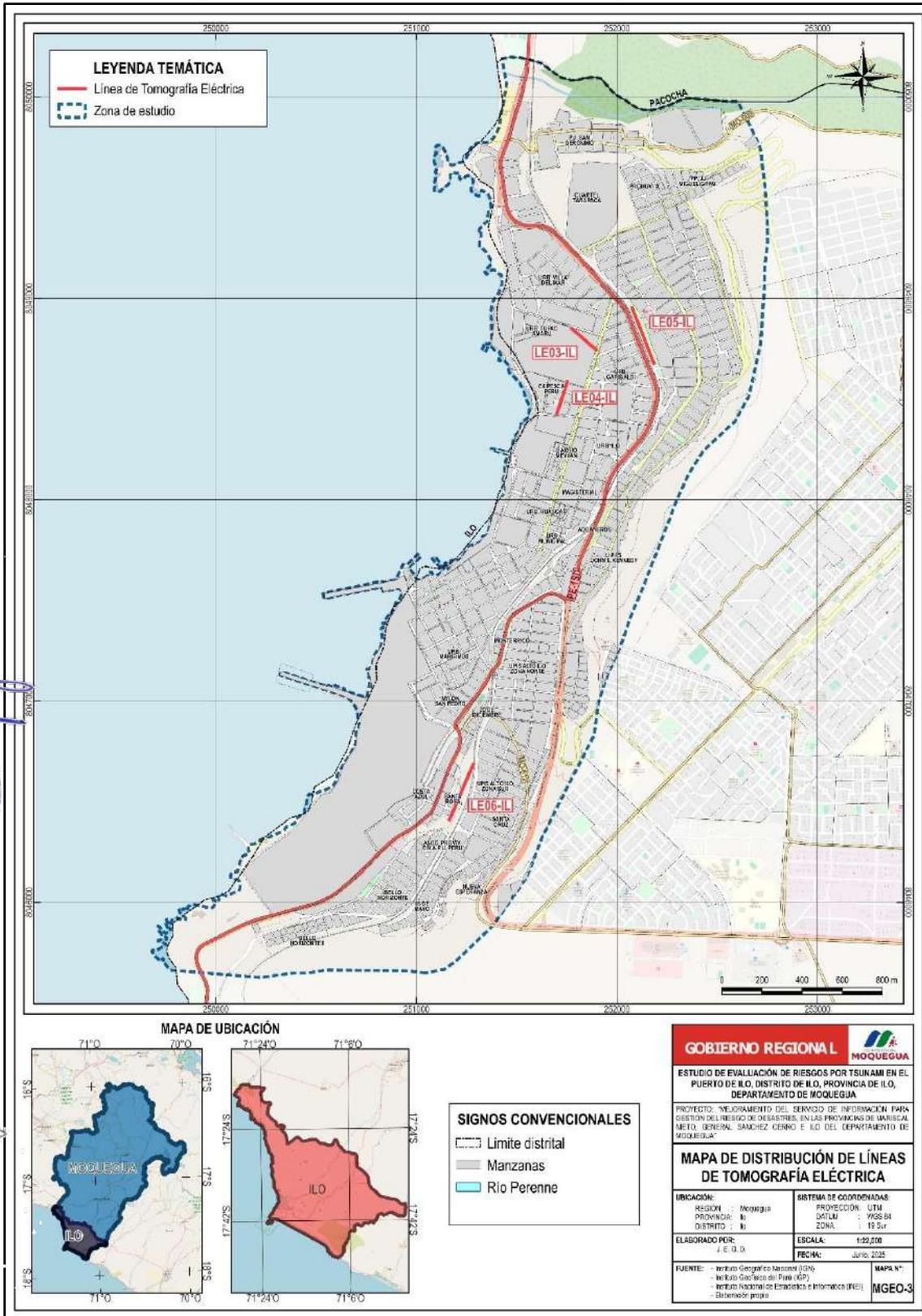
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI EN EL PUERTO DE ILO, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°27: Puntos de medida vibración ambiental



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

Mapa N°28: Distribución de líneas de tomografía eléctrica



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.