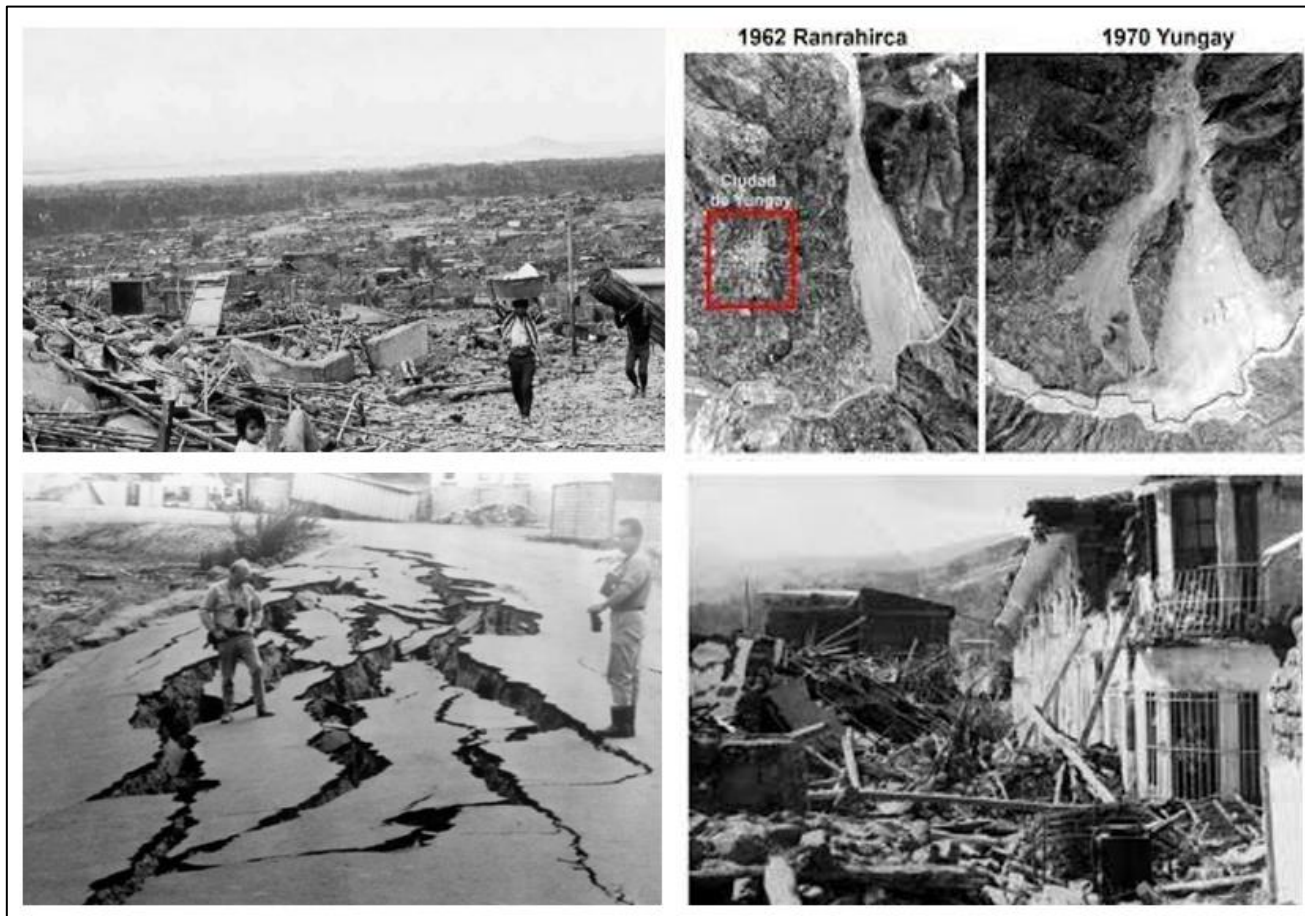


# CARACTERISTICAS GEOLOGICAS - GEOTECNICAS DE LOS SUELOS DE CHIMBOTE Y SU VULNERABILIDAD SISMICA



Presentado por: MSc. Ing. Jorge Capuñay S.

Mayo - 2025



# CONTENIDO



1. Objetivo
2. Introducción
3. Condiciones Tectónicas presentes
4. Placas tectónicas
5. Zonificación Sísmica del Perú
6. Mapa de isosistas del terremoto del 31 de mayo de 1970 – Chimbote
7. Terremoto de 1970
8. Acciones Post Sismo
9. Calculo del Riesgo Sísmico
10. Fenómeno natural
11. Clasificación de Peligros originados por Fenómenos Naturales
12. Tipos de vulnerabilidad
13. Vulnerabilidad física
14. Cálculo del riesgo
15. Geológica y Geotecnia de los suelos de Chimbote
16. Crecimiento demográfico
17. Vulnerabilidad sísmica de Chimbote
18. Microzonificación Sísmica de Chimbote
19. Propuesta de acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo
20. Conclusiones
21. Recomendaciones
22. Bibliografía



# OBJETIVO



Esta presentación tiene como objetivo explicar a los asistentes del evento previo al **XIII SIMPOSIO REGIONAL DISEÑO ESTRUCTURAL Y PREVENCIÓN DE DESASTRES 2025**, un tema relevante para la población de Chimbote y la comunidad estudiantil y profesional en general, nos referimos a las *Condiciones Geológicas-Geotécnicas de los suelos de Chimbote y su Vulnerabilidad Sísmica*; con el fin de tomar conciencia y fomentar acciones que conlleven a soluciones o medidas de mitigación, para hacer frente ante un fenómeno similar.



# INTRODUCCIÓN



Antes de hablar e las **Condiciones geológicas-geotécnicas de los suelos de Chimbote y su Vulnerabilidad Sísmica**, voy a hablar sobre el terremoto de 1970.

El domingo 31 de mayo de 1970, a horas 3:23 pm, hora local, ocurrió el Terremoto de Ancash, hace 55 años.

Inmediatamente después del destructor sismo, ocurrió un aluvión que sepultó literalmente la ciudad de Yungay. Había ocurrido el **terremoto y aluvión de Ancash**, conocido localmente como el **terremoto del 70**, fue un sismo de magnitud 7.9 Mw en la escala Magnitud Momento, sentido en toda la costa y sierra del departamento de Ancash y parte norte y sur peruano.

Las replicas y movimientos se sucedían cada cierto tiempo, con intensidades variables; ese día la población afectada durmió en la calle, a la intemperie, sentados sobre sillas y cubriéndose con mantas y frazadas.



# INTRODUCCIÓN



Fue el sismo más destructivo de la historia del Perú, no solo por la magnitud sino también por la cantidad de pérdidas humanas que afectó la región ancashina y varias provincias de los departamentos de Huánuco, el norte de Lima y La Libertad, dañando una extensa área de aproximadamente 450 km de longitud y 200 km de ancho de la costa y sierra peruana.

Se calculan cerca de 70,000 muertos, muchos desaparecidos e incuantificables pérdidas materiales.

**Cuadro N° 1.- Fallecidos por algunos eventos sísmicos**

Nº	Evento Sísmico	Año	Magnitud (Mw)	Cantidad de Fallecidos
1	Terremoto Valdivia - Chile	1960	9.5	2,000
2	Terremoto y Aluvión de Ancash	1970	7.9	70,000
3	Terremoto de México	1985	8.1	3,200
4	Terremoto de Kobe - Japón	1995	7.2	5,500
5	Terremoto de Pisco	2015	7.9	595
6	Terremoto de Turquía y Siria	2023	7.8 7.5/7.7	59,000

El cinturón de fuego del pacifico esta situado en las costas del océano pacifico y se caracteriza por concentrar una de las zonas de subducción mas importantes del mundo, lo que ocasiona una intensa actividad sísmica y volcánica en las zonas que abarca.

Estas condiciones nos indicas que en nuestro país siempre va a existir el peligro latente de sismos y tsunamis, de magnitud variable y en cualquier momento.



Fig. 1. Cinturón de Fuego del Pacífico

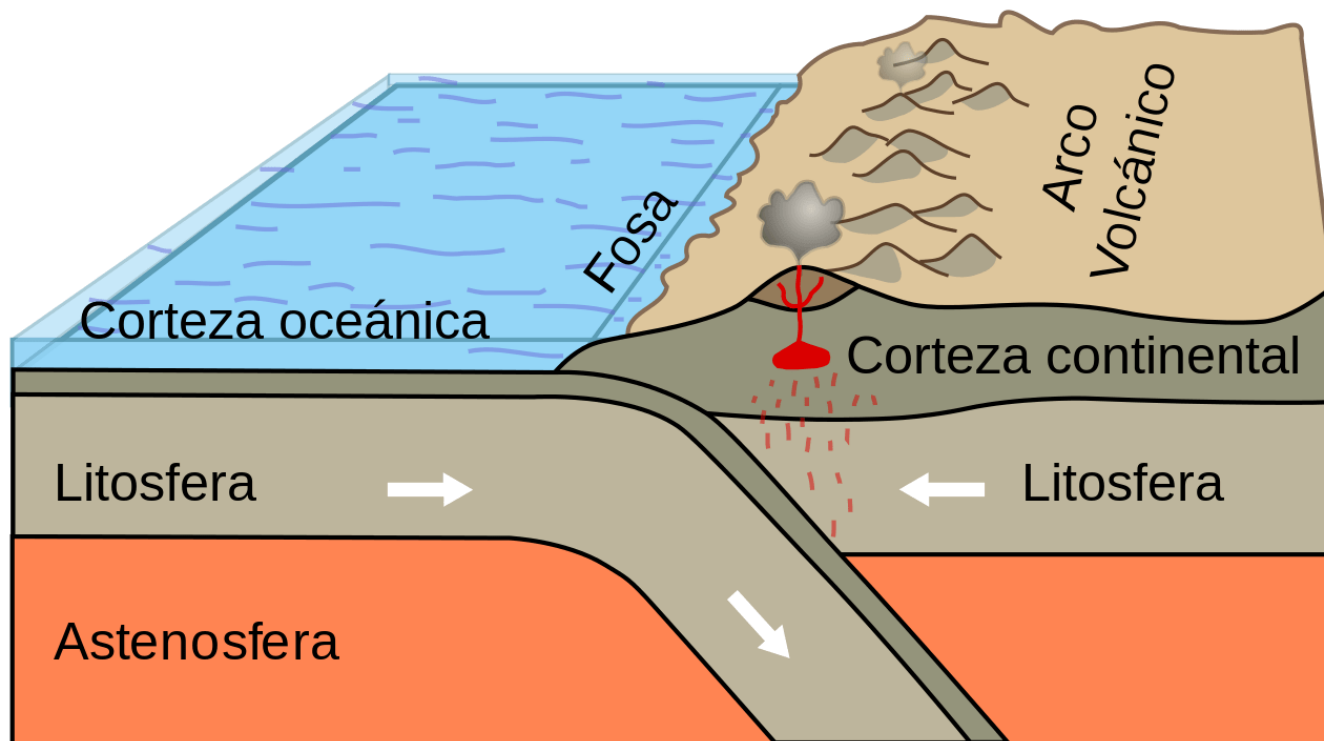


Fig. 2. Movimientos de las placas tectónicas, subduciendo una debajo de la otra y que generan sismos

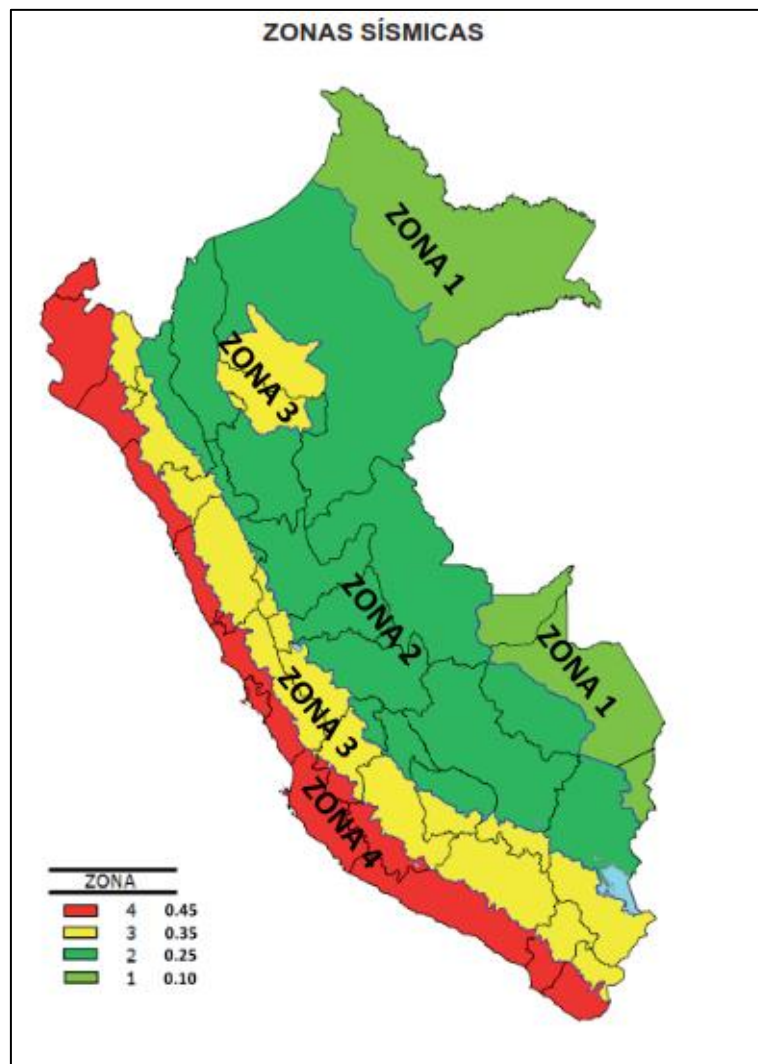


Fig. 3. Mapa de zonificación sísmica del Perú



# ZONIFICACION SISMICA DEL PERU



**Zonificación sísmica:** La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

ZONA Z	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Ancash se encuentra en la zona 4, por lo que le corresponde un valor de  $Z = 0.45$ .

# MAPA DE ISOSISTAS DEL TERREMOTO DEL 31 DE MAYO DE 1970 - CHIMBOTE

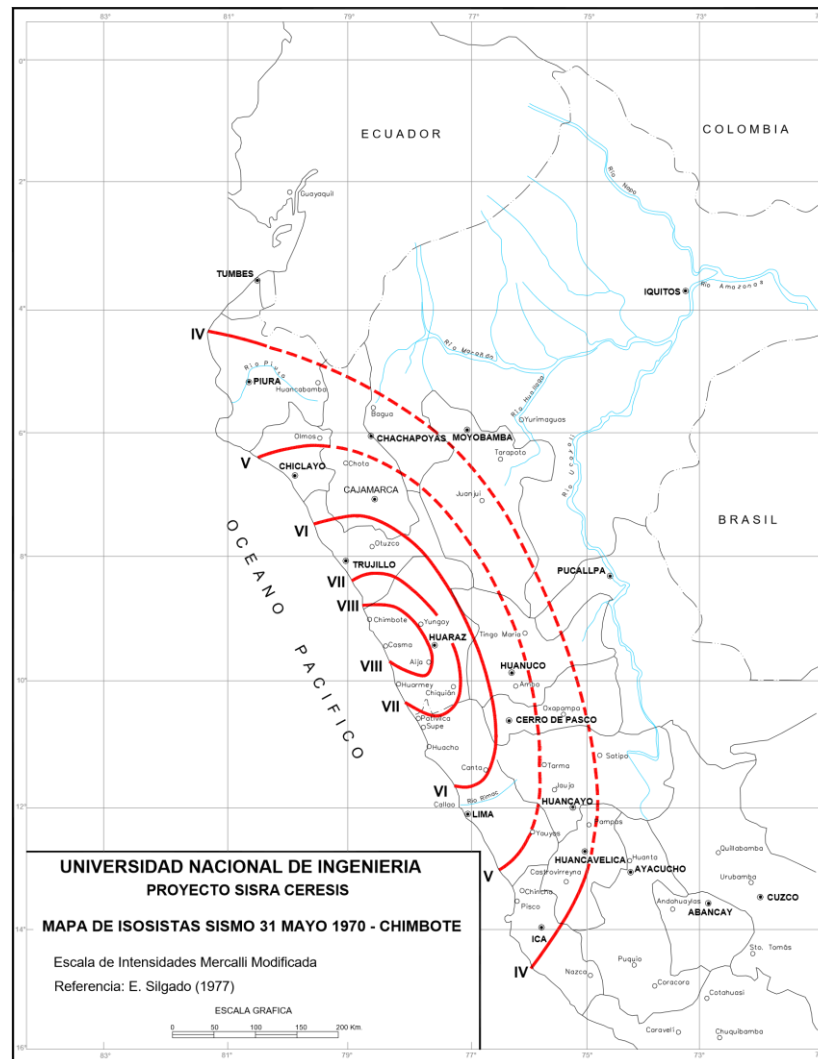


Fig. 4. Mapa de isosistas del sismo de Chimbote



Fig.5. Falla de plataforma de carretera, por licuefacción



*Fig. 6. Casas de adobe destruidas en Chimbote,  
en zonas de depósitos eólicos*



*Fig.7. Casa de bloques concreto afectada por compactación diferencial y desplazamiento lateral de arena de playa licuada - Chimbote*



Fig.8. Agrietamiento de pavimentos y cimentaciones por compactación diferencial en el centro de Chimbote



*Fig. 9. Inundación de área residencial en el sureste de Chicla debido al asentamiento y compactación del terreno.*



Fig.10. Vía férrea Chimbote - Huallanca, desplazamientos por fallas en el suelo.



Fig.11. Subsistencia de relleno adyacente a muelle de planta de acero debido a compactación y desplazamiento lateral del terreno. El muelle estaba cimentada sobre pilotes profundos de concreto

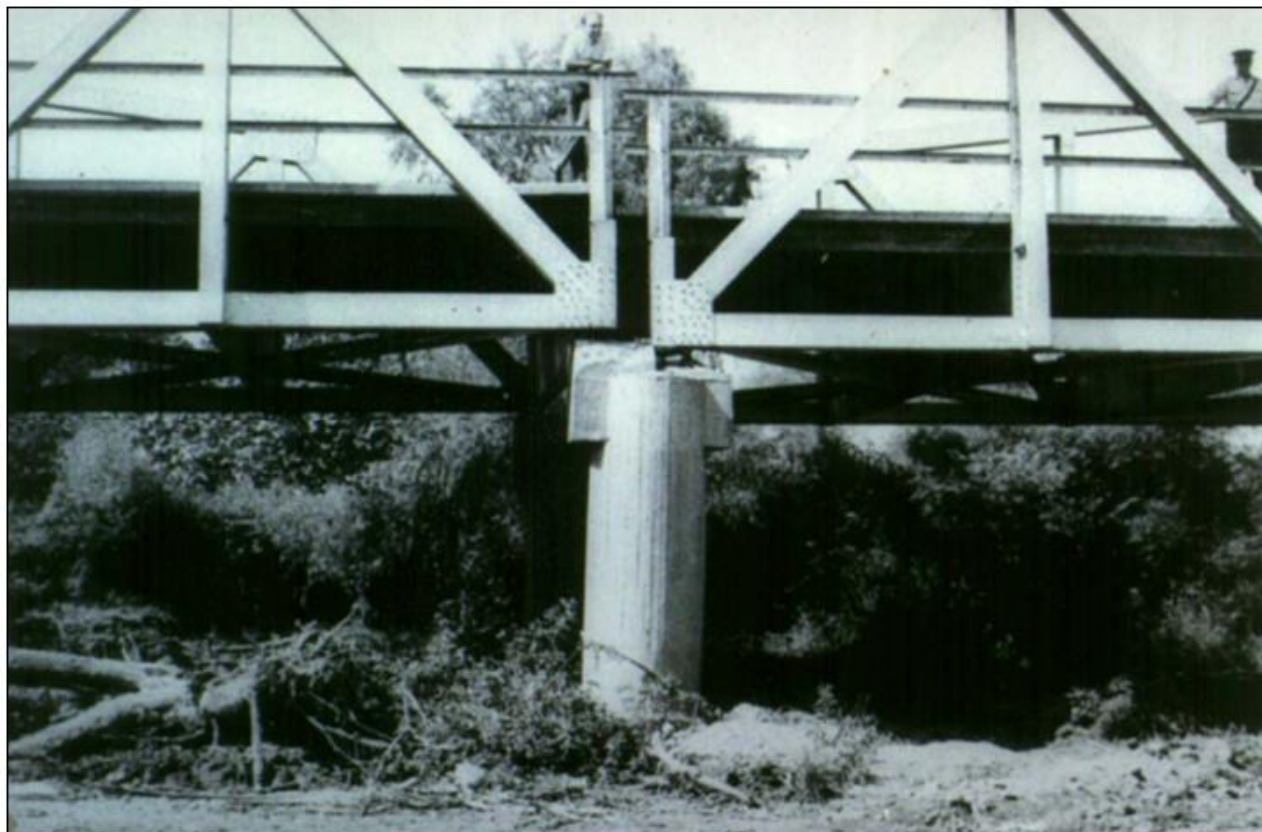


Fig. 12. Puente Casma dañado por desplazamiento lateral del estribo izquierdo.  
El pilar se inclinó.



# ACCIONES POST SISMO



Como consecuencia de ello, se tomaron muchas acciones, lo cuales podemos resumir en las siguientes:

- Se creó la Comisión de Rehabilitación y Reconstrucción de las Zonas Afectadas por el Sismo (CRYRZA), lo que devino luego en la desactivación de la Corporación Peruana del Santa.
- Se reconstruyó la ciudad, con la participación de profesionales y técnicos chimbotanos y de diversas regiones del país.
- Las viviendas que resistieron al sismo, se tuvieron que reforzar, según sus características.
- Se establecieron parámetros edificatorios acordes con la realidad.
- Se restablecieron carreteras e infraestructura dañada.



# ACCIONES POST SISMO

- Se hicieron estudios de microzonificación sísmica, el cual fue conducido por *Morimoto et al (1971)*, el cual dio estableció, zonas no aptas para la construcción de viviendas, existencia de suelos compresibles, fangosos, con napa freática alta, densificables, con riesgos de deslizamientos, etc.
- A nivel nacional, en 1972 se creó el Instituto Nacional de Defensa Civil.
- Posteriormente a raíz de constantes maretaos y para proteger el malecón de Chimbote, Hotel Chimú, Plaza 28 de julio, la población de Miramar, entre otros poblados; se reforzó el litoral mediante enrocado.
- Se hicieron varios estudios con la finalidad de contribuir al plan de desarrollo urbano de Chimbote.

Se debe indicar que luego del sismo hubieron numerosas e importantes donaciones de países del primer mundo y de Latinoamérica. Pero también, para el proceso de reconstrucción se recurrió al endeudamiento interno y externo.



# ACCIONES POST SISMO



Sin embargo, muchas de las acciones tomadas, no se respetaron, por mucho tiempo, permitiendo muy pronto que se construya en zonas vedadas, se invada terrenos no aptos para viviendas y los estudios realizados, no sean utilizados debidamente para un desarrollo urbano eficiente.

Posteriormente se han hecho estudios que no han sido tomados en cuenta, o se ha ejecutado muy poco, entre ellos podemos mencionar el estudio *Zonificación Sísmica - Geotécnica de la ciudad de Chimbote*, (2014) del Instituto Geofísico del Perú (IGP), el estudio *Mapas de Peligros y Plan de Usos del Suelo de la Ciudad de Chimbote*, (2000) del Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (INADUR) y el Proyecto: *Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Chimbote*, (2012), desarrollado por la Municipalidad Provincial del Santa, en convenio con el Ministerio de Vivienda; entre otros.

Todos estos estudios, se deben integrar, rescatar lo mejor de ellos y actualizarlos.

- El **peligro sísmico** en un sitio se expresa por medio del valor esperado de la tasa de ocurrencia, por unidad de tiempo (año), de movimientos del terreno con intensidades iguales o mayores de cada valor dado (Esteva, 1967).
- Para calcular el **riesgo sísmico**, como un fenómeno natural, debemos tener en cuenta el peligro y la vulnerabilidad como una medida relativa mediante la siguiente fórmula:

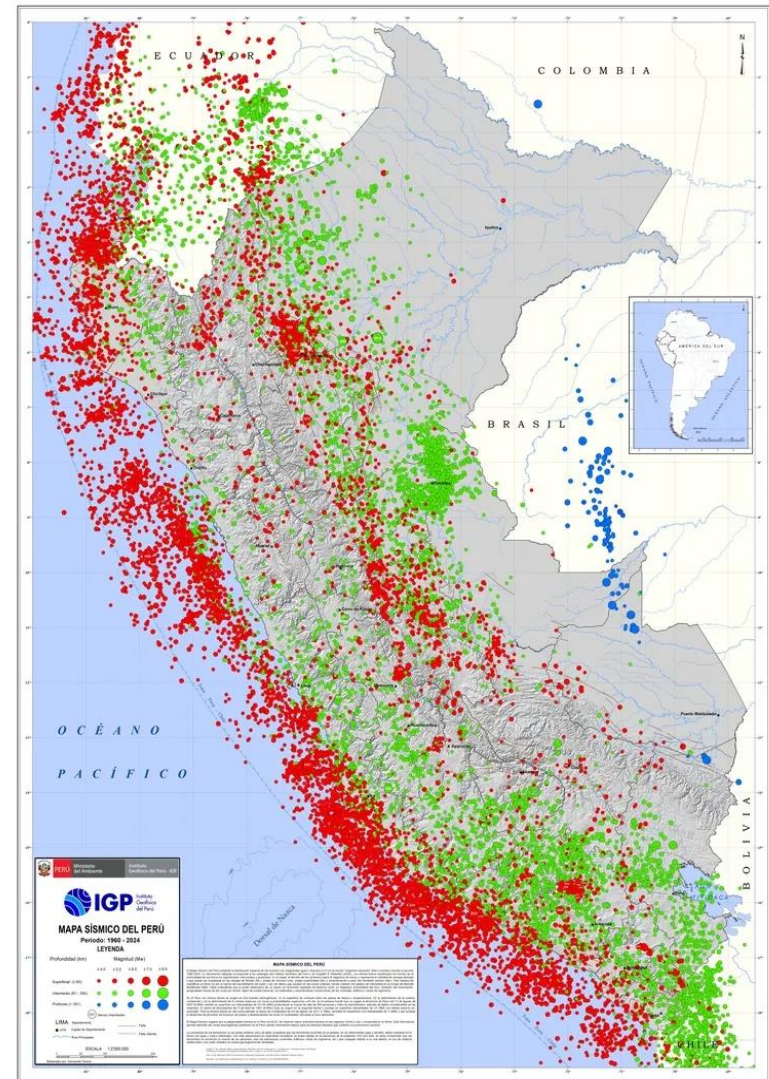
$$\text{Riesgo Sísmico} = \text{Peligro Sísmico} \times \text{Vulnerabilidad}$$

- Esta fórmula permite obtener un valor adimensional o relativo que indica el **nivel de riesgo comparativo** entre distintas áreas o construcciones.
- Un valor alto implica mayor riesgo, lo que puede ayudar en la toma de decisiones para priorizar intervenciones en zonas más vulnerables o más propensas a sismos.

Un fenómeno natural es todo lo que ocurre en la naturaleza, el cual puede ser percibido por los sentidos y ser objeto de conocimiento. (CENEPRED, 2014).

Un fenómeno natural es un evento o proceso observable que ocurre en la naturaleza, sin intervención directa del ser humano, y que puede ser explicado por leyes y principios científicos

Fuente: Mapa Sísmico del Perú presenta la distribución espacial de los eventos con magnitudes igual o mayores a M4.0 ocurridos desde 1960 a la actualidad. Instituto Geofísico del Perú y de Engdahl & Villaseñor (2002)



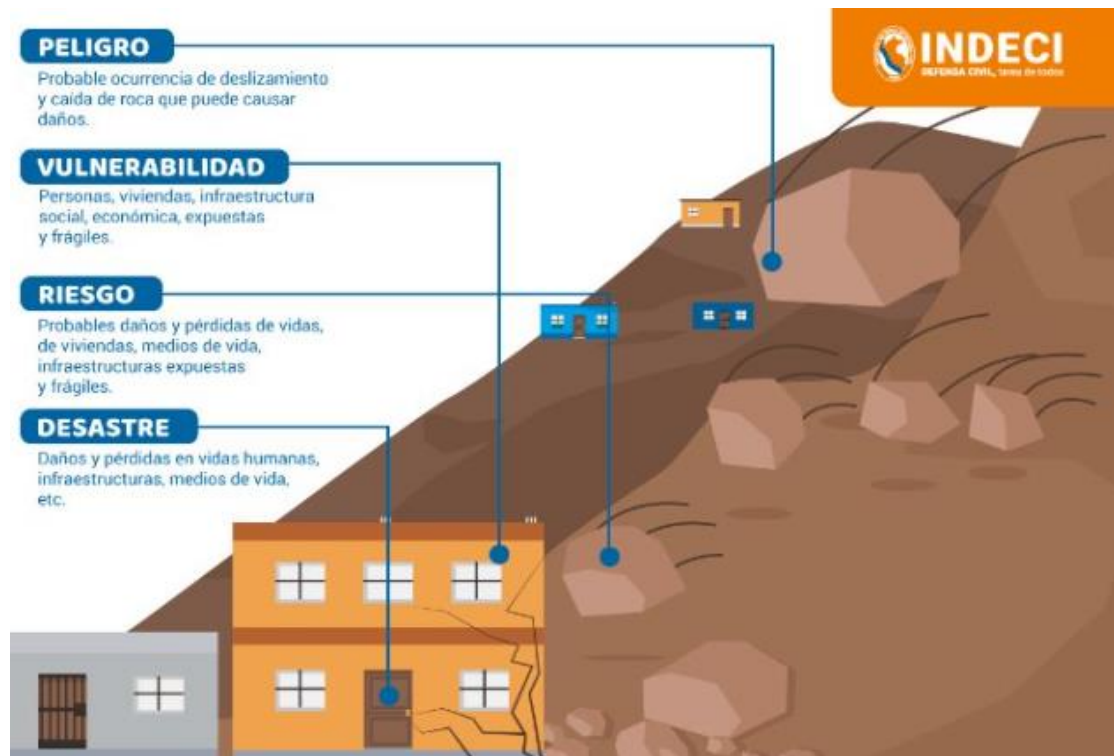


# Clasificación de Peligros originados por Fenómenos Naturales



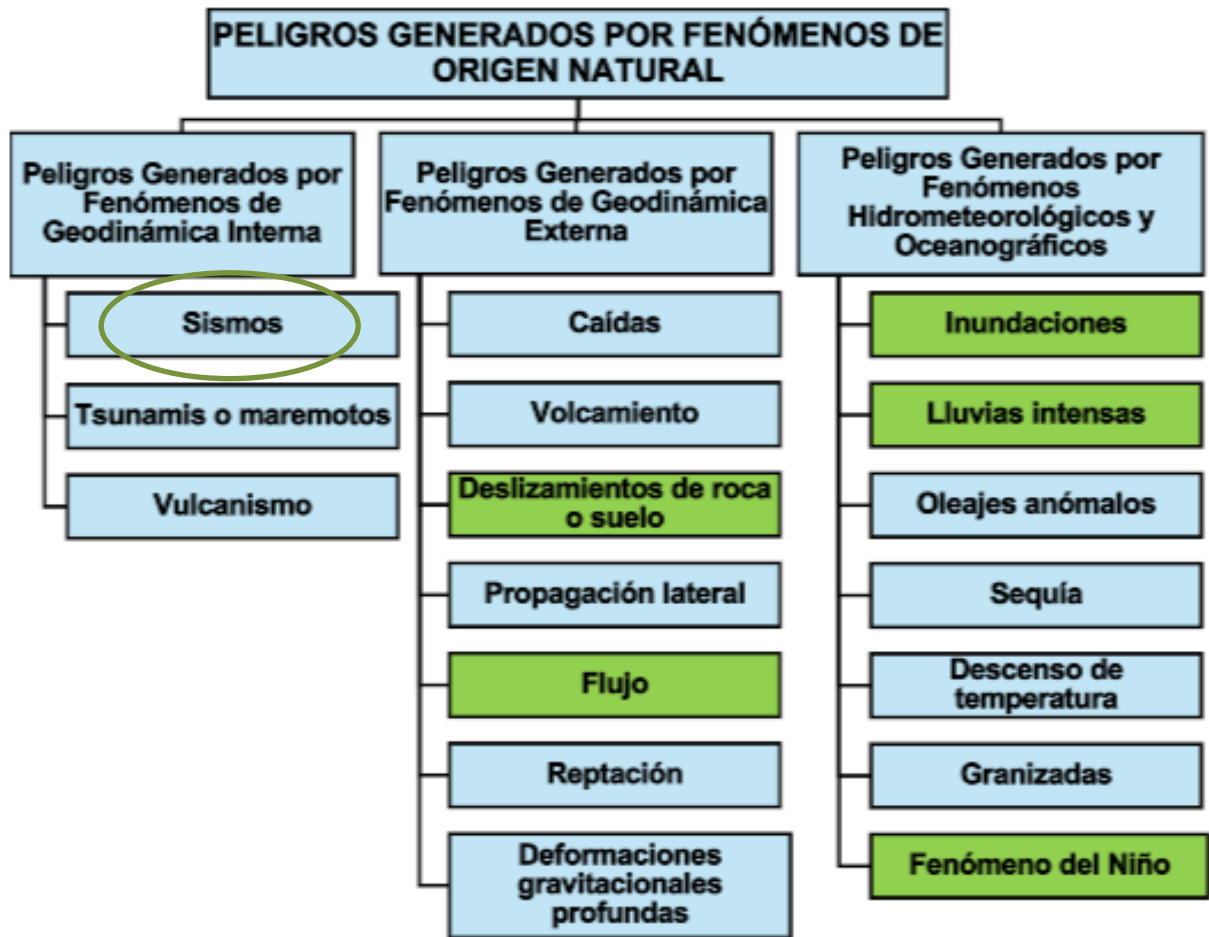
**SISMO:** Un sismo es un fenómeno geofísico caracterizado por la vibración o sacudida repentina de la corteza terrestre, producto de la liberación brusca y rápida de energía acumulada en el interior de la Tierra, generalmente debida al movimiento relativo de placas tectónicas, fallas geológicas o actividad volcánica.

“Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos” (CENEPRED, 2014)



Relación entre Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo y Desastre. Fuente: INDECI

# Clasificación de Peligros originados por Fenómenos Naturales



Clasificación de Peligros originados por Fenómenos Naturales (FN). Fuente: CENEPRED

Para fines de Estimación del Riesgo, las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan en el cuadro de la página siguiente

Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro



ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PB (Peligro Bajo)	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc. Distancia mayor a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	1 < de 25%
PM (Peligro Medio)	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	2 De 26% a 50%
PA (Peligro Alto)	Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300 m. desde el lugar del peligro tecnológico	3 De 51% a 75%°
PMA (Peligro Muy Alto)	Sectores amenazados por alud- avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo ("lloclla"). Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo. Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc. Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones. Menor de 150 m. desde el lugar del peligro tecnológico	4 De 76% a 100%

## Definición:

Vulnerabilidad es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de ellos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento puede sufrir daños humanos y materiales, se expresa en porcentaje de 0 a 100.

Existen diferentes tipos de vulnerabilidad:

VULNERABILIDAD  
AMBIENTAL Y  
ECOLÓGICA

VULNERABILIDAD  
FÍSICA

VULNERABILIDAD  
ECONÓMICA

VULNERABILIDAD  
SOCIAL

VULNERABILIDAD  
EDUCATIVA

VULNERABILIDAD  
CULTURAL E  
IDEOLÓGICA

VULNERABILIDAD  
POLÍTICA E  
INSTITUCIONAL

VULNERABILIDAD  
CIENTÍFICA Y  
TECNOLÓGICA

## VULNERABILIDAD AMBIENTAL Y ECOLÓGICA:

Es la resistencia de un ecosistema y sus seres vivos a los cambios climáticos. Se debe a factores naturales (límites del ambiente, necesidades del organismo) y al deterioro ambiental (contaminación, deforestación). Su medición es clave para la estimación de riesgos.

## VULNERABILIDAD FÍSICA:

Mide la resistencia de las construcciones ante peligros. Depende de la calidad de los materiales y la construcción, y de la ubicación (ej. cerca de fallas geológicas). Regular la construcción en zonas de riesgo ayuda a evitar desastres. Muchas veces, la gente construye en lugares peligrosos por necesidad socioeconómica. Se analiza la tabla que consideran distintos variables como material de construcción, localización, características geológicas y normativa aplicable.

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Condiciones Atmosféricas	Niveles de temperatura al promedio normales	Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	Niveles de temperatura superiores al promedio normal	Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal
Composición y calidad del aire y el agua	Sin ningún grado de contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación	Nivel de contaminación no apto
Condiciones Ecológicas	Conservación de los recursos naturales, crecimiento poblacional planificado, no se practica la deforestación y contaminación	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales; ligero crecimiento de la población y del nivel de contaminación	Alto nivel de explotación de los recursos naturales, incremento de la población y del nivel de contaminación.	Explotación indiscriminada de recursos naturales; incremento de la población fuera de la planificación, deforestación y contaminación

VB (Vulnerabilidad Baja)

VM (Vulnerabilidad Media)

VA (Vulnerabilidad Alta)

VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Material de construcción utilizada en viviendas	Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario
Localización de viviendas (*)	Muy alejada > 5 Km	Medianamente cerca 1 - 5 Km	Cercana 0.2 - 1 Km	Muy cercana 0.2 - 0 Km
Características geológicas, calidad y tipo de suelo	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta con turba, material inorgánico, etc.)
Leyes existentes	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes medianamente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley

## VULNERABILIDAD ECONÓMICA:

Es la capacidad de una población de enfrentar desastres, ligada a su nivel de ingresos y acceso a recursos. La pobreza aumenta esta vulnerabilidad, ya que obliga a la gente a vivir en zonas de riesgo sin servicios básicos, lo que limita su capacidad de respuesta y recuperación. Se evalúa con la siguiente tabla para la estimación de riesgos.

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Actividad Económica	Alta productividad y Recursos bien distribuidos. Productos para el comercio exterior o fuera de la localidad	Medianamente productiva y distribución regular de los recursos. Productos para el comercio interior, a nivel local.	Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos. Productos para el autoconsumo.	Sin productividad y nula distribución de recursos.
Acceso al mercado laboral	Oferta laboral > Demanda	Oferta laboral = Demanda	Oferta laboral < Demanda	No hay Oferta Laboral.
Nivel de ingresos	Alto nivel de ingresos	Suficientes nivel de ingresos	Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas	Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas.
Situación de pobreza o Desarrollo Humano	Población sin pobreza	Población con menor porcentaje pobreza	Población con pobreza mediana	Población con pobreza total o extrema

## VULNERABILIDAD SOCIAL:

Se evalúa por el nivel de organización y participación de una comunidad frente a emergencias. Una comunidad organizada responde mejor a los desastres, mientras que la falta de cohesión, liderazgo y sentido de pertenencia aumenta su vulnerabilidad. Para reducirla, es clave fomentar la cohesión, participación, confianza, creatividad, autonomía y solidaridad. En la tabla se considera variables de organización y participación para la Estimación de Riesgo.

VB (Vulnerabilidad Baja)

VM (Vulnerabilidad Media)

VA (Vulnerabilidad Alta)

VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Nivel de Organización	Población totalmente organizada.	Población organizada	Población escasamente organizada	Población no organizada.
Participación de la población en los trabajos comunales	Participación total	Participación de la mayoría.	Mínima Participación	Nula participación
Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales.	Fuerte relación	medianamente relacionados	Débil relación	No existe
Tipo de integración entre las organizaciones e Institucionales locales.	Integración total.	Integración parcial	Baja integración	No existe integración



# TIPOS DE VULNERABILIDAD



## VULNERABILIDAD EDUCATIVA:

Se refiere a la inclusión de la prevención y atención de desastres en los programas educativos, buscando preparar y educar a los estudiantes para crear una cultura de prevención con un efecto multiplicador en la sociedad. La educación y capacitación en estos temas mejora la organización y participación de la población para mitigar los efectos de un desastre.



VARIABLES	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Programas educativos formales (Prevención y Atención de Desastres - PAD).	Desarrollo permanente de temas relacionados con prevención de desastres	Desarrollo con regular permanencia sobre temas de prevención de desastres	Insuficiente desarrollo de temas sobre prevención de desastres	No están incluidos los temas de PAD en el desarrollo de programas educativos.
Programas de Capacitación (educación no formal) de la población en PAD.	La totalidad de la población esta capacitada y preparada ante un desastre	La mayoría de la población se encuentra capacitada y preparada.	la población esta escasamente capacitada y preparada.	no esta capacitada ni preparada la totalidad de la población
Campañas de difusión (TV, radio y prensa) sobre PAD.	Difusión masiva y frecuente	Difusión masiva y poco frecuente	Escasa difusión	No hay difusión
Alcance de los programas educativos sobre grupos estratégicos	Cobertura total	Cobertura mayoritaria	Cobertura insuficiente menos de la mitad de la población objetivo	Cobertura desfocalizada

VB (Vulnerabilidad Baja)

VA (Vulnerabilidad Alta)

VM (Vulnerabilidad Media)

VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)

## VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA :

Se relaciona con la percepción de una comunidad sobre sí misma y los desastres, influenciada por sus conocimientos, creencias, costumbres y actitudes. La cultura, definida por la UNESCO como el conjunto de rasgos distintivos de una sociedad, incluyendo sus modos de vida, valores y tradiciones, moldea las reacciones ante las crisis. Valores como la solidaridad pueden fortalecer la respuesta comunitaria.



VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	Conocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres	Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	Desconocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres
Percepción de la población sobre los desastres	La totalidad de la población tiene una percepción real sobre la ocurrencia de desastres	La mayoría de la población tiene una percepción real de la ocurrencia de los desastres.	La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico y religioso.	Percepción totalmente irreal – místico – religioso
Actitud frente a la ocurrencia de desastres	Actitud altamente previsoras	Actitud parcialmente previsoras	Actitud escasamente previsoras	Actitud fatalista, conformista y con desidia.

## VULNERABILIDAD POLÍTICA E INSTITUCIONAL:

Evalúa la autonomía y capacidad de las instituciones públicas para gestionar desastres. El centralismo puede aumentar la vulnerabilidad al generar crecimiento desordenado, mientras la descentralización busca fortalecer la respuesta local. Se analiza con tablas para la estimación de riesgos.

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Autonomía local	Total autonomía	Autonomía parcial	Escasa autonomía	No existe autonomía
Liderazgo político	Aceptación y respaldo total	Aceptación y respaldo parcial.	Aceptación y respaldo Minoritario.	No hay aceptación ni respaldo
Participación ciudadana	Participación total	Participación mayoritaria	Participación minoritaria	No hay participación
Coordinación de acciones entre autoridades locales y funcionamiento del CDC	Permanente coordinación y activación del CDC	Coordinaciones esporádicas	Escasa coordinación	No hay coordinación inexistencia CDC

VB (Vulnerabilidad Baja)

VA (Vulnerabilidad Alta)

VM (Vulnerabilidad Media)

VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)

## VULNERABILIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA:

Se refiere al nivel de conocimiento y acceso a la tecnología que tiene una población para enfrentar peligros naturales y tecnológicos. Implica saber sobre normas de construcción sismorresistentes, obras de defensa, sistemas de alerta y técnicas para mitigar el riesgo (ej., cultivos que requieren poca agua en sequías).

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Existencia de trabajos de investigación sobre Desastres naturales en la localidad	La totalidad de los peligros naturales fueron estudiados	La mayoría de los peligros naturales fueron estudiados	Existen pocos estudios de los peligros naturales	No existen estudios de ningún tipo de los peligros.
Existencia de Instrumentos para medición (sensores) de fenómenos completos.	Población totalmente instrumentada	Población parcialmente instrumentada	Población con escasos instrumentos	Población sin instrumentos
Conocimiento sobre la existencia de estudios	Conocimiento total de los estudios existentes	Conocimiento parcial de los estudios	Mínimo conocimiento de los estudios existentes	No tienen conocimiento de los estudios
La Población cumple las conclusiones y recomendaciones	La totalidad de la población cumplen las conclusiones y recomendaciones	La mayoría de la población cumple las conclusiones y recomendaciones	Se cumple en mínima proporción las conclusiones y recomendaciones	No cumplen las conclusiones y recomendaciones

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB < 25 %	VM 26 a 50 %	VA 51 a 75 %	VMA 76 a 100 %
Material de construcción utilizada en viviendas	Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario
Localización de viviendas (*)	Muy alejada > 5 Km	Medianamente cerca 1 – 5 Km	Cercana 0.2 – 1 Km	Muy cercana 0.2 – 0 Km
Características geológicas, calidad y tipo de suelo	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta con turba, material inorgánico, etc.)
Leyes existentes	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes medianamente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley

**Características geológicas:** Las características geológicas describen la composición y estructura de las rocas y suelos presentes en un área. Incluyen aspectos como el tipo de roca (litología), la presencia de fallas y fracturas, y la estabilidad del terreno.

### ¿Cómo afectan a la vulnerabilidad dichas características?

Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas (Baja vulnerabilidad <25%):

- Estas zonas presentan rocas duras, compactas y estables, como granitos o rocas intrusivas, que son muy resistentes a procesos erosivos y tectónicos. Son poco propensas a deslizamientos, hundimientos o colapsos

Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante (Vulnerabilidad alta 51-75%)

- En estas zonas, las fracturas son más marcadas y los suelos son más blandos o menos compactos. Esto incrementa el riesgo de deslizamientos, licuación o colapsos, especialmente durante sismos o lluvias intensas

Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante (Vulnerabilidad media 26-50%):

- Aquí las rocas pueden ser menos compactas o estar fracturadas, pero aún mantienen cierta estabilidad. Los suelos tienen una capacidad portante intermedia, lo que significa que pueden soportar algunas cargas, pero no son tan resistentes como los de baja vulnerabilidad

Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (Vulnerabilidad muy alta 76-100%)

- Son áreas con suelos muy inestables, como rellenos, suelos orgánicos (turba), o con alta presencia de agua subterránea. Estos suelos pueden colapsar fácilmente ante cargas o movimientos sísmicos, y son muy propensos a hundimientos y licuación



# VULNERABILIDAD FÍSICA

## Variable: Vulnerabilidad Física: Características Geológicas, Calidad y Tipo de Suelo

**Calidad y Tipo de Suelo:** La calidad del suelo se refiere a su capacidad para soportar cargas (capacidad portante), su estabilidad física y química, y su resistencia a la erosión o deformación. El tipo de suelo se refiere a su composición: arcillas, arenas, gravas, limos, rocas, etc. Cada tipo tiene diferentes propiedades físicas y mecánicas.

### ¿Cómo afectan a la vulnerabilidad dichas características?

#### **Suelos con buena calidad y alta capacidad portante:**

Son estables, resistentes a la erosión y deformación. Protegen a las construcciones y al medio ambiente de daños ante eventos naturales.

#### **Suelos de calidad intermedia o baja capacidad portante:**

Son menos estables, más susceptibles a la erosión y deformación. Pueden sufrir compactación, licuación o colapsos ante cargas o eventos extremos.

#### **Suelos colapsables o muy inestables:**

Son los más vulnerables. Pueden ser suelos orgánicos, rellenos, o suelos con alta presencia de agua subterránea. Son muy propensos a hundimientos y colapsos

### ¿Cuándo aumenta la vulnerabilidad física?

#### Existen fallas y fracturas en el terreno

- Esto debilita la estructura del suelo y lo hace más propenso a deslizamientos o colapsos.

#### El suelo es de baja calidad o tipo inestable

- Suelos blandos, orgánicos o con alta presencia de agua subterránea son más vulnerables.

#### Hay poca cobertura vegetal

- La vegetación protege el suelo de la erosión y estabiliza el terreno. Si la cobertura es baja, la vulnerabilidad aumenta

#### El terreno está expuesto a procesos erosivos

- El terreno está expuesto a procesos erosivos

Una vez analizados los peligros (P) y la vulnerabilidad (V) de una población, se calcula el riesgo (R), que es la probabilidad de daños y pérdidas. El riesgo se obtiene combinando datos teóricos y empíricos sobre la intensidad del peligro y la resistencia de los elementos expuestos. Existen dos métodos para calcular el riesgo:

## Analítico o matemático

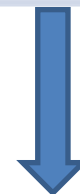
- Se basa en la fórmula  $R=P \times V$ , donde P y V se expresan en probabilidad. Sin embargo, no es práctico para este contexto

$$R = P \times V$$

## Descriptivo

- Es el método preferido y se basa en una "Matriz de Peligro y Vulnerabilidad". Esta matriz interrelaciona los niveles de probabilidad del peligro y el nivel de vulnerabilidad promedio, permitiendo estimar el nivel de riesgo esperado.

## Matriz de Peligro y Vulnerabilidad



## LEYENDA:

- Riesgo Bajo (< de 25%)
- Riesgo Medio (26% al 50%)
- Riesgo Alto (51% al 75%)
- Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

<b>Peligro Muy Alto</b>	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
<b>Peligro Alto</b>	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
<b>Peligro Medio</b>	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
<b>Peligro Bajo</b>	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	<b>Vulnerabilidad Baja</b>	<b>Vulnerabilidad Media</b>	<b>Vulnerabilidad Alta</b>	<b>Vulnerabilidad Muy Alta</b>



# GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA DE LOS SUELOS DE CHIMBOTE



Según lo estudios geológicos, Chimbote esta conformado por depósitos marinos, depósitos fluviales, coluviales, eólicos; estos últimos bastante extensos.

Los depósitos marinos se caracterizan por depósitos de arena fina, con alto contenido de sales, bastante saturados. Estos depósitos *in situ* dan suelos con capacidades portantes muy bajas, menores a 2 Kg/cm<sup>2</sup>; cuando están secos por acción térmica y la acción de los vientos, son transportados a diversos lugares y afloran como dunas al oeste de Nuevo Chimbote y se extiende como mantos arenosos que llegan hasta el cerro San Pedro, Los Pinos, Laderas del Norte, 2 de Junio. En Nuevo Chimbote, se pueden observar en diversos lugares con Urb. Buenos Aires, Las Casuarinas, Bancharo Rossi, Los Alamos, etc., también ocupan algunos cerros ubicados al Sur Este de Chimbote, donde se han asentado invasiones.

Inclusive se ha observado estos depósitos en el borde las riberas y del río Lacramarca, parte baja, lo cual posteriormente llegan al cauce, contribuyendo a su colmatación. Este es un fenómeno que muchas veces no se toma en cuenta.



# GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA DE LOS SUELOS DE CHIMBOTE



Estos depósitos, son suelos colapsables, por contener sales en sus estructura, pueden sufrir densificación y también dan lugar a suelos con riesgo de licuefacción, su capacidad portante es baja.

Los suelos aluviales, son depósitos influenciados por el río Lacramarca, se debe resaltar el humedal costero de Villa María, cuyos suelos del entorno tienen capacidades portantes menor a 1 kg/cm<sup>2</sup>, que han sido invadido en algunos sectores por construcciones con fines comerciales. Afectado por estos depósitos están Villa María, El Porvenir, 2 de Mayo, San Isidro, etc.

Los depósitos coluviales propiamente dichos, han sido cubiertos mayormente por mantos de arena. Cabe destacar los suelos coluviales donde se ha asentado la planta de Siderperú, con capacidades portantes mayores a 3 Kg/cm<sup>2</sup>.



# GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA DE LOS SUELOS DE CHIMBOTE



La situación de Chimbote, que tienen que ver con la **Mecánica de Suelos** son: depósitos de suelos de origen marino, depósitos limo arcillosos de origen aluvial, depósitos eólicos en mantos, dunas y en laderas; mezcla de depósitos marinos, con depósitos eólicos y aluviales, suelos en zonas saturadas con napa freática alta, etc.



# CRECIMIENTO DEMOGRAFICO



Chimbote en los años 40, nace como una pequeña caleta de pescadores artesanales, posteriormente en el año 1958 se inaugura la empresa siderúrgica de Chimbote y casi paralelamente ocurre el boom pesquero, ello motivo que Chimbote crezca demográficamente hasta alcanzar en un periodo corto, cerca de 50,000 habitantes. Después del sismo, en 1972, el censo nacional dio como resultado una población cercana a los 160,000 habitantes, las proyecciones al 2025 dan una población mayor a los 400,000 habitantes.

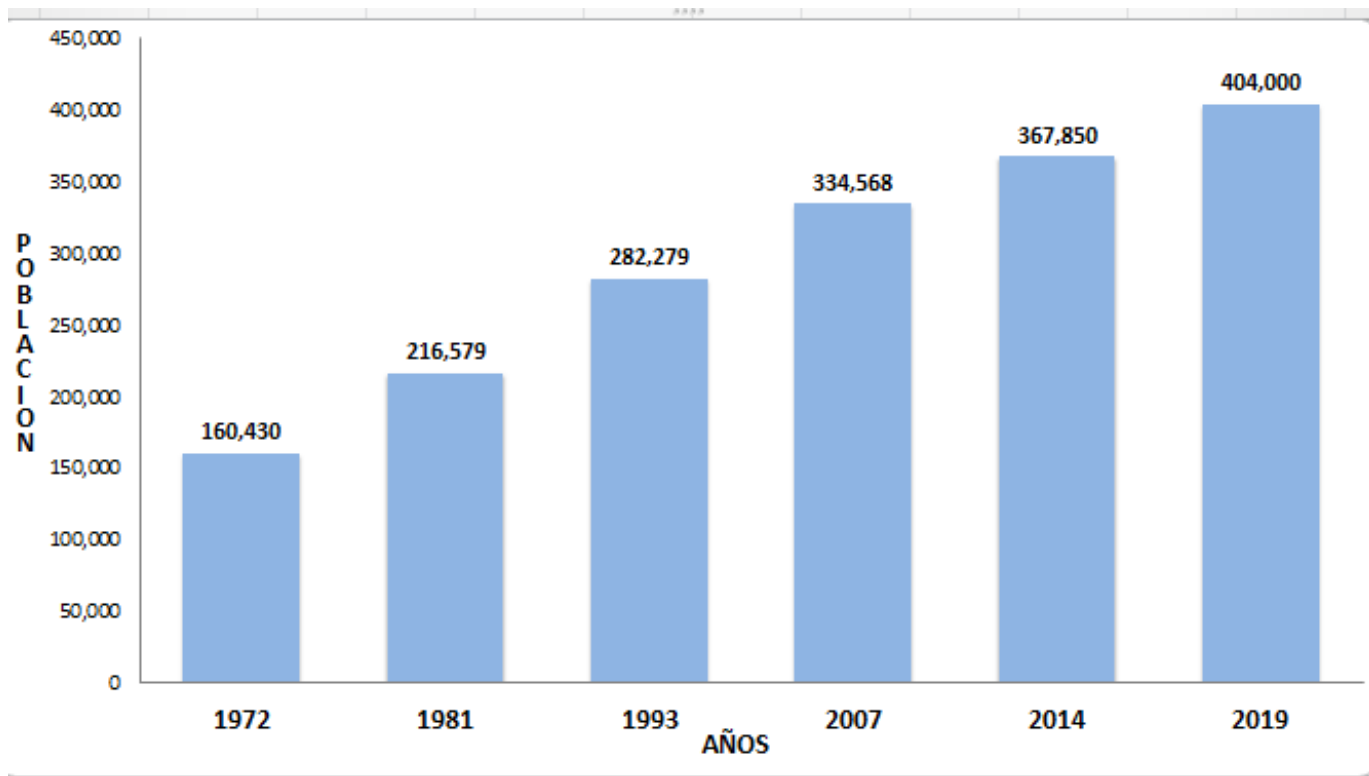


Fig. 16. Crecimiento demográfico de Chiclayo  
Fuente: INEI – Censo Nacional 2017



# CRECIMIENTO DEMOGRAFICO



Como consecuencia de este crecimiento demográfico en los últimos 53 años, ha habido una notable necesidad de viviendas, con el consiguiente requerimiento de terrenos para la construcción de viviendas por medio de urbanizaciones. Tenemos que considerar que por las condiciones de terreno, suelos de regular calidad y napa freática alta en muchos lugares, Chimbote tiende a crecer en forma horizontal en lugar de hacerlo verticalmente como las grandes urbes. Debido a este crecimiento, también se ha requerido de mas infraestructura: carreteras, servicios de agua y desagüe, de electricidad, así como de centros comerciales, mercados, escuelas, universidades, centros de formación diversos, etc.

Todo ello también ha traído invasiones, construcciones ilegales que no han respetado los estudios de zonificación sísmica, ni los planes de desarrollo urbano existente.



Fig. 17. Poblaciones invadiendo depósitos arenosos de densidad suelta



# CRECIMIENTO DEMOGRAFICO



Aparte de los problemas mencionados, podemos mencionar los siguiente:

- 1) Problemas de humedad en sus bases, cimientos y paredes.
- 2) Deficiente procesos constructivos.
- 3) Viviendas con más de 60 años de antigüedad, que deben ser revisadas por especialistas para reforzarlas o hacer las modificaciones pertinentes.

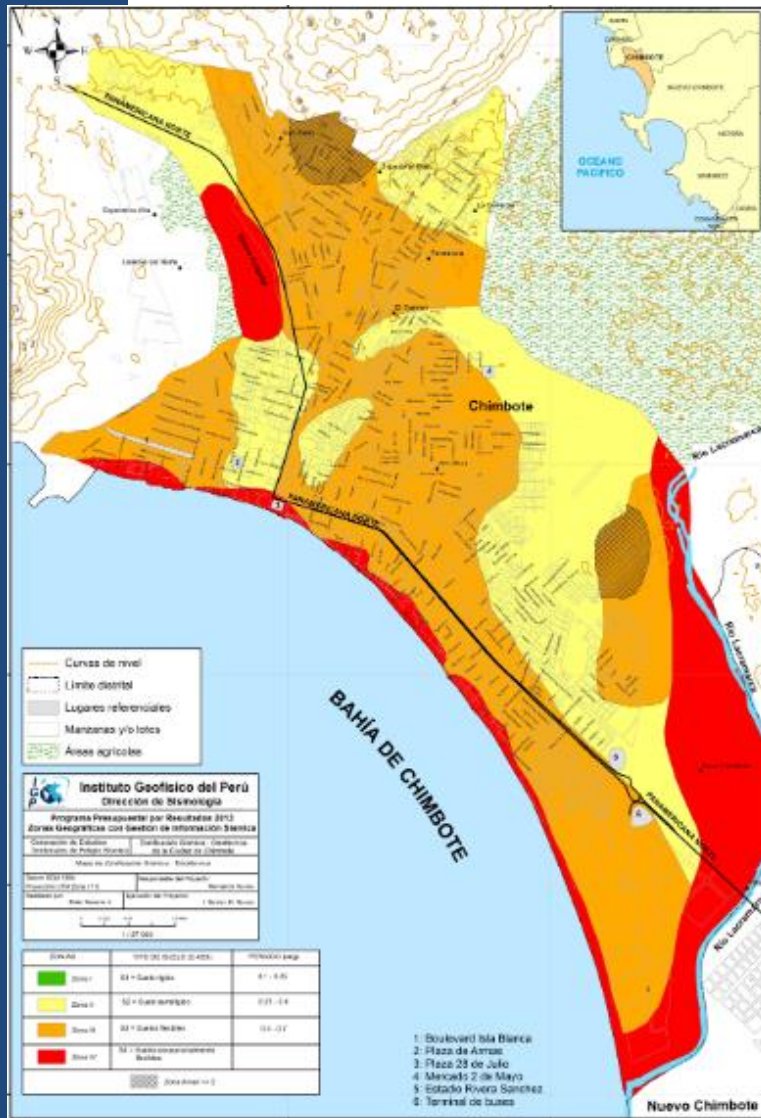


Fig.16. Microzonificación Sísmica de Chimbote y Nuevo Chimbote. (SIGRID)



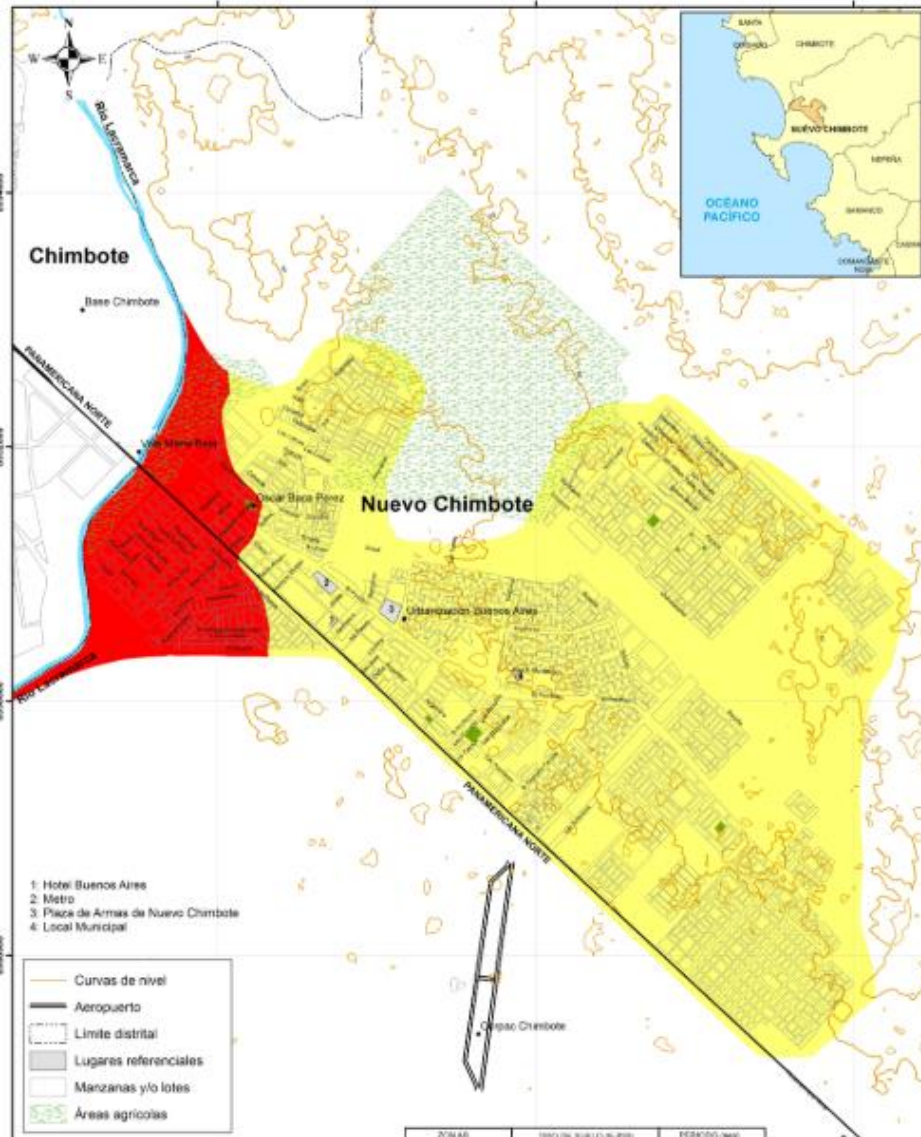
## Riesgos de licuefacción de suelos.-

La ciudad de Chimbote y Nuevo Chimbote, geológicamente se ve dominado por depósitos cuaternarios, en su mayoría eólicos, lo que genera dunas y depósitos fluviales por parte del río Lacramarca; según la zonificación realizada por el SIGRID (2014), se denomina con alto riesgo a las zonas aledañas al cauce de este río. Ante un evento sísmico la napa freática alta, producto de la filtración, ante un evento telúrico generaría licuefacción de suelos causando daño en la infraestructura de la ciudad.



ZONAS	TIPO DE SUELO (E-030)	PERIODO (seg)
Zona I	S1 = Suelo rígido	0.1 - 0.25
Zona II	S2 = Suelo semirígido	0.25 - 0.4
Zona III	S3 = Suelos flexibles	0.4 - 0.7
Zona IV	S4 = Suelos excepcionalmente flexibles	
Zona Amax <= 2		

Fig.19. Microzonificación Sísmica Chimbote. SIGRID (2014)





ZONAS	TIPO DE SUELO (E-030)	PERIODO (seg)
 Zona I	S1 = Suelo rígido	0.1 - 0.25
 Zona II	S2 = Suelo semirígido	0.25 - 0.4
 Zona III	S3 = Suelos flexibles	0.4 - 0.7
 Zona IV	S4 = Suelos excepcionalmente flexibles	
Zona II con T0 entre 0.1 y 0.7 seg., Vs = 200 - 300 m/s (Caso Especial)		

Fig.19. Microzonificación Sísmica Nuevo Chimbote. SIGRID (2014)



# MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE CHIMBOTE



- **ZONA I:** Esta zona corresponde a suelos Tipo S1, los mismos que no han sido identificados en este estudio.
- **ZONA II:** Conformada por estratos superficiales de suelos granulares finos no consolidados con espesores que varían entre 4.0 y 12.0 m., subyaciendo a estos estratos se tiene arenas densas cementadas. La velocidad de las ondas de corte ( $V_s$ ) varía entre 200 a 300 m/s correspondiendo a suelos Tipo S2 según la Norma Sismorresistente Peruana. Para esta zona los periodos dominantes deben variar entre 0.25 a 0.4 segundos; sin embargo, en la ciudad de Nuevo Chimbote para algunas áreas se ha identificado periodos del orden de 1.0 segundo que no correlacionan bien con los resultados obtenidos con los estudios geofísicos. En tal sentido, se ha visto por conveniente considerar a los suelos de la ciudad de Nuevo Chimbote como Tipo S2. Desde el punto de vista sísmico, los suelos son muy heterogéneos, por ello requiere de estudios complementarios. Según los estudios de geotecnia, los suelos de la ciudad de Nuevo Chimbote presentan baja capacidad portante.



# MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE CHIMBOTE



- **ZONA III:** Esta zona corresponde a suelos Tipo S3, los mismos que no han sido identificados en este estudio
- **ZONA IV:** Esta zona está conformada por depósitos fluviales y/o suelos pantanosos, por ello su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo Tipo S4 de la norma sismorresistente peruana (Según la Norma E 030, es un caso especial y/o condiciones excepcionales). Asimismo, en esta zonificación se incluye a los rellenos sanitarios que en el pasado se encontraban fuera del área urbana y que, en la actualidad, han sido urbanizados. El comportamiento dinámico de estos rellenos es incierto por lo que requieren un estudio específico. En la ciudad de Nuevo Chimbote, los suelos pertenecientes a esta zonificación se encuentra ubicada en el extremo NO de la ciudad, en el margen izquierdo del río Lacramarca. Los suelos presentan un nivel freático muy alto, observándose en algunas zonas afloramiento de agua y zonas de pantanos. En el subsuelo predominan arenas saturadas cubiertas por capas delgadas de limo orgánico

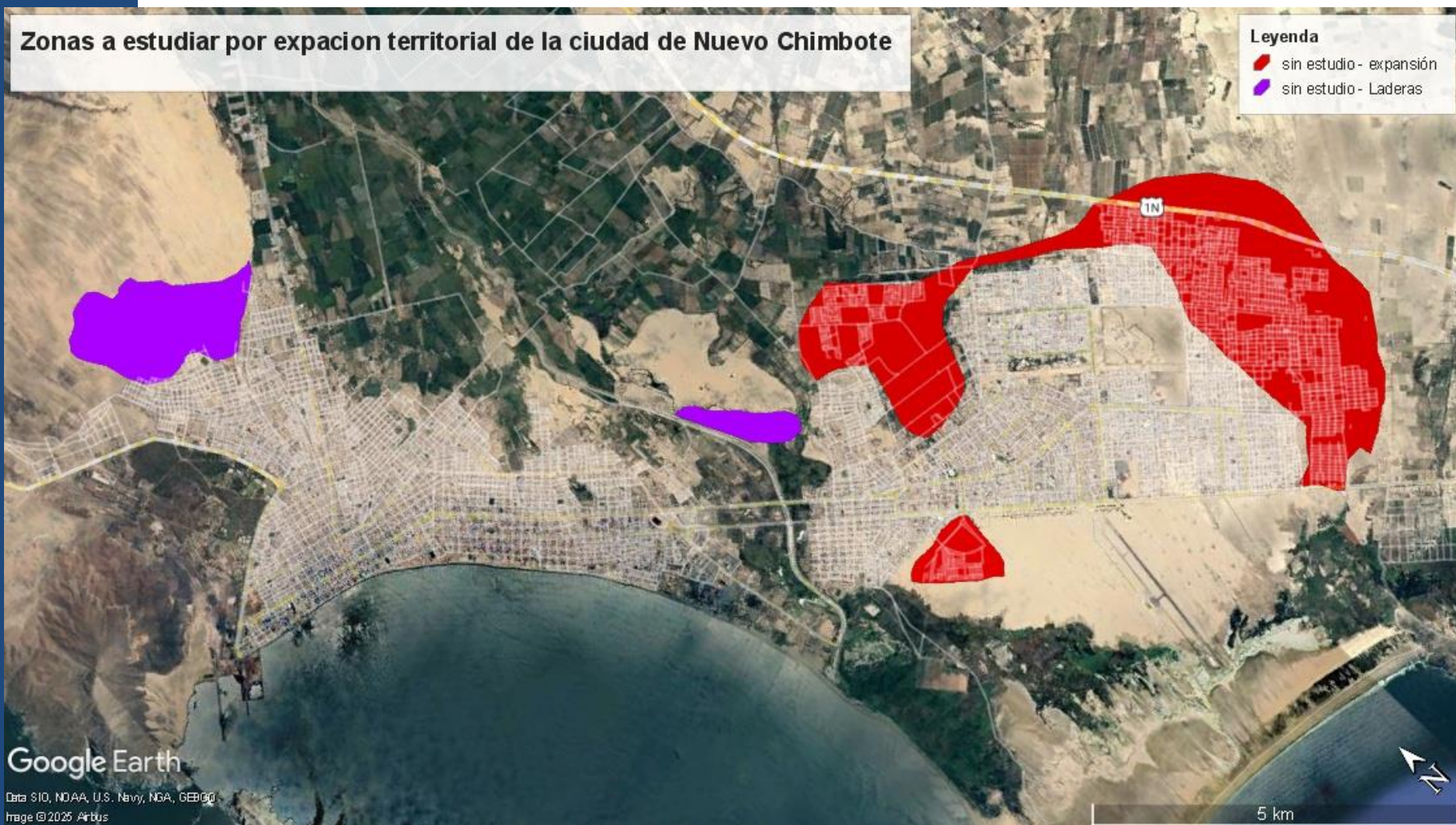


Fig.20. Áreas por estudiar por la expansión poblacional



# COMENTARIO REFERENTE A ESTOS RESULTADOS



Según los estudios realizados en Chimbote y Nuevo Chimbote, podemos concluir que la Vulnerabilidad a un sismo de magnitud mayor a 7.5 Mw, es de media a alta; y en algunos lugares muy alta.

Frente a ello se presentan a continuación algunas propuestas, las cuales ya han sido expuestas anteriormente, en eventos similares.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



Antes que nos sorprenda un evento similar, debemos revertir esta situación. A continuación, indicaremos ciertas acciones a corto, mediano y largo plazo que se podrían ejecutar con la finalidad de mitigar los efectos de una situación parecida.

Se planten propuestas, sin embargo, depende de nuestras autoridades y de la población organizada de que puedan llevarse a cabo, con algunos cambios pertinentes por supuesto. La propuesta debe ser ampliada, discutida y consensuada en foros y mesas redondas que podrían ser liderada por el Colegio de Ingenieros Filial Chimbote u otros centros como las universidades, pero con la participación de autoridades con poder de decisión y con la población organizada.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



## 1. Acciones a corto plazo

Dentro de las acciones a corto plazo, planteamos lo siguiente:

1. Revisar lo ocurrido con la finalidad de generar conciencia a la población joven que no tiene idea de lo que ocurrió. Debe evaluarse el tipo de población que debe realizar este trabajo de concientización, me refiero a los niveles de educación. Por ejemplo, los efectos en la población muy joven podría ser traumática, sobre todo en los niveles educativos iniciales e inclusive en los niveles secundarios.
2. Revisar los trabajos relacionados a estudios de suelos, zonificación sísmica, planificación urbana, etc. Esto se debe realizar con la finalidad de rescatar aquello que no han perdido vigencia y/o aquello que puede utilizarse como información base.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



3. Actualizar el plano geológico-geodinámico de Chimbote, ya que está desactualizado. Paralela o inmediatamente después, se deben realizar estudios geotécnicos y de microzonificación sísmica.
4. Reevaluar el riesgo de tsunami, según las condiciones actuales.
5. Capacitar a la población de todo nivel sobre la prevención de desastres naturales a fin de que conozcan los peligros que se expone, especialmente en caso de sismos y tsunamis. Además, se debe capacitar en atención de emergencias a un nivel general.
6. Realizar un simulacro por sismo y tsunami con la participación de toda la población organizada. Este debe evaluarse y los resultados deben difundirse por los medios adecuados (prensa escrita, radio y televisión) con la finalidad de implementar su mejora.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



7. Identificar las viviendas con alto riesgo de colapso ante la ocurrencia de un fuerte sismo, por su antigüedad o por la precariedad de su construcción. Esto debe realizarse de una manera preliminar y profundizarse en las acciones a mediano plazo.
8. Crear un proyecto denominado Vivienda Segura para las nuevas viviendas que se construirán, y para los que aún están en construcción provisional (madera y calaminas). El principal objetivo es edificar viviendas resistentes ante sismos con el apoyo de la Municipalidad, el Gobierno Regional o entidades privadas. En esta primera fase, se identificarán grupos de interés y se realizarán los estudios iniciales, así como la definición de alianzas estratégicas para el desarrollo de este proyecto.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



9. Revisar la infraestructura hospitalaria de Chimbote y de la provincia en general a fin de conocer cómo estamos y saber cuál es nuestra capacidad de atención en caso de ocurrir un evento similar.
10. Realizar un seguimiento y evaluación de la efectividad de las acciones realizadas en este tiempo. Asimismo se debe preparar un informe al finalizar que detalle las acciones realizadas, la población beneficiada y los montos invertidos.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



## 2. Acciones a mediano plazo

A mediano plazo, se plantean las siguientes acciones:

1. Actualizar el Plan de Desarrollo Urbano de Chimbote en relación con la información lograda con las acciones a corto plazo.
2. Implementar el Sistema de Alerta Temprana (SAT) como se ha realizado en ciudades de México. A la fecha, existe un proyecto que va a desarrollar la Municipalidad Provincial del Santa, en convenio con el INDECI e IGP. Se desconocen los alcances de esta propuesta, tampoco la forma de operación ni la fecha de instalación.
3. Seleccionar y preparar a miembros de la población estudiantil de nivel secundario, técnico y universitario para que participen en las tareas de difusión de gestión de desastres, en la conformación de brigadas de emergencia y en la preparación y respuesta ante una emergencia.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



4. Con el apoyo de estudiantes de ingeniería civil y ramas afines (de los últimos ciclos), y con la asesoría de los profesores, realizar y ejecutar un programa de inspección de viviendas antiguas y de aquellas que tengan deficiencias en su construcción a fin de realizar recomendaciones de reforzamiento de viviendas u otras pertinentes. La meta debe ampliarse en relación a la actividad recomendada en acciones a corto plazo. Se debe recoger, por supuesto, las lecciones aprendidas para mejorar el proceso.
5. Consolidar y poner en ejecución el proyecto denominado Vivienda Segura.
6. Realizar estudios y ejecutar el proyecto de reforzamiento del enrocado existente en la ribera marítima. Esto es prioritario porque presenta un alto grado de deterioro.
7. Se debe de realizar la identificación de la profundidad de la capa freática, y deben de realizarse en la época de estiaje y de lluvias en la sierra (ya que el nivel puede variar). Con este estudio, se debe realizar la zonificación de terrenos por riesgo de licuefacción por sismos.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



8. Con el conocimiento de la infraestructura hospitalaria de Chimbote y de la provincia en general, realizar planes para reforzar la infraestructura dañada con riesgo de falla. Se deben plantear ampliaciones con implementación de equipos modernos.
9. Realizar dos simulacros por sismo y tsunami cada año. Estos deben evaluarse con rigurosidad y los resultados deben difundirse por los medios adecuados (prensa escrita, radio y televisión) con la finalidad de mejorar estos procedimientos.
10. Realizar un seguimiento y evaluación de la efectividad de las acciones realizadas a mediano plazo. Asimismo, se debe preparar un informe anual donde se detallen las acciones realizadas, la población beneficiada y los montos invertidos.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



## 3. Acciones a largo plazo

Como acciones a largo plazo, planteamos lo siguiente:

1. Crear dos almacenes para alimentos no perecibles, agua, materiales, y otros implementos necesarios para atender emergencias. Uno debe ubicarse en la parte norte, el otro en la parte sur. Estos deben estar destinados para atender emergencias por desastres originados por sismos y/o tsunamis.
2. Realizar estudios más detallados de mecánica de suelos que permitan establecer la profundidad del basamento rocoso, así como conocer las características estratigráficas de los suelos en diferentes ubicaciones, similar a lo que realizó México después del terremoto de 1985. La interpretación de estos resultados y su correcta utilización, nos va a permitir construir edificaciones de mayor altura y, en algunos casos, la construcción de sótanos.
3. Mejorar y modernizar el aeropuerto para que funcione como puente aéreo ante emergencias.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO



4. Preparar a un personal experto para la atención de emergencias, en especial en la logística. Se debe promover la creación de la facultad de Ingeniería Geológica a nivel de pregrado, y la maestría en Prevención de Desastres.
5. Evaluar y rehabilitar la infraestructura portuaria, en especial los muelles a fin de garantizar su operatividad y permitir que las embarcaciones realicen adecuadamente sus labores logísticas (descarga de alimentos, materiales, combustibles, etc.), transporte de personal de apoyo, médicos, especialistas en rescate, etc.; también heridos y enfermos.
6. Revisar el estado de las carreteras. Se deben tener vías alternas ante la ocurrencia de una emergencia que implique la destrucción de vías.
7. Desarrollar el programa para formación de expertos en control y fiscalización de fondos destinados a la prevención y atención de desastres.
8. Consolidar y ejecutar el proyecto denominado Vivienda Segura a un sector más amplio de la población.



# PROPUESTA DE ACCIONES A REALIZAR EN CHIMBOTE



9. Construir un nuevo hospital moderno con una construcción resistente al sismo y con buen equipo para la atención de un buen número de población afectada por eventos similares.
10. Realizar un seguimiento y evaluación de la efectividad de las acciones realizadas a largo plazo. Asimismo, se debe preparar un informe anual que detalle las acciones realizadas, la población beneficiada y los montos invertidos.

En caso de que, al finalizar cada fase, no se haya culminado una actividad, por diferentes razones, esta debe continuarse en la fase siguiente. Al final de estos seis años de trabajo, se debe evaluar el trabajo realizado y continuar con su implementación con las mejoras pertinentes.



# CONCLUSIONES



- Según los estudios realizados en Chimbote y Nuevo Chimbote, podemos concluir que la Vulnerabilidad a un sismo de magnitud mayor a 7.5 Mw, es de media a alta; y en algunos lugares muy alta.
- Los efectos del sismo de 1970 fueron desastrosos. Hubieron pérdidas humanas y materiales cuantiosas.
- La reconstrucción tomó cerca de 10 años, de 1970 a 1980, años que gobernó la Junta Militar. La Comisión de la Reconstrucción y Rehabilitación de las Zonas Afectadas (Cryrza), y otros organismos como el Organismo Regional para el Desarrollo de la Zona Afectada (Ordeza) y el Organismo de Desarrollo del Norte Centro (Ordenor - Centro) fueron los encargados de la reconstrucción. Estos organismos, a través del gobierno, recibieron un gran apoyo provenientes del erario nacional, así como de fuentes internacionales. Se recibieron numerosas donaciones de diferente tipo: el gobierno militar también solicitó préstamos a la banca internacional para atender la emergencia y la reconstrucción principalmente. Estos montos fueron considerables.



# CONCLUSIONES

Es bastante difícil calcular la cantidad de dinero que se recibió y gastó equivalente al tipo de cambio actual; sin embargo, dichas cifras podrían llegar a los mil millones de dólares. Sin embargo, quedaron muchas cosas por hacer; por ejemplo, la línea férrea que venía de Huallanca quedó inoperativa, nunca se rehabilitó; se han retirado los rieles y es casi probable que esta estructura nunca vuelva a operar.

- A pesar de todos los esfuerzos iniciales post sismo, tanto en los estudios y trabajos de rehabilitación, la población y las autoridades olvidaron casi por completo el efecto negativo del sismo, e invadió y/o utilizó terrenos, la mayor parte no aptos para la construcción de viviendas. Tampoco las autoridades realizaron acciones concretas con fines de prevención. La población de Chimbote no está preparada para hacer frente a un fenómeno similar si llega a ocurrir en este momento.
- Se debe resaltar la nobleza y emprendimiento del poblador chimbotano, huaracino, yungaino y de otras ciudades. Pese a las precarias condiciones que se presentaron, salió adelante, superando los obstáculos y vicisitudes.

- Según las actuales condiciones, Chimbote es vulnerable a un sismo y/o tsunami de gran magnitud por las siguientes condiciones: posición geográfica en la que se encuentra (en el Círculo de Fuego del Pacífico), por las condiciones geológicas-geotécnicas de sus terrenos, por la ubicación de viviendas en laderas de alta pendiente o zonas inundables, por la antigüedad de las mismas y también por la precariedad de la construcción de gran parte de ellas (especialmente en los lugares donde ha predominado la autoconstrucción). Todo ello suma la falta de capacitación de la población en prevención y comportamiento frente a desastres por sismos y tsunamis que ratifica esta condición de vulnerabilidad.
- Debemos aprovechar esta experiencia vivida para que la población reflexione y realice lo que esté a su alcance. Con el apoyo de sus autoridades se disminuirán estos niveles de vulnerabilidad.



# RECOMENDACIONES



Señalamos las siguientes recomendaciones:

- Debemos desarrollar las acciones planteadas a corto, mediano y largo plazo. El orden de su ejecución puede variar; sin embargo, las propuestas deben ser revisadas y analizadas por las autoridades, los peritos en la materia y la población organizada.
- Los estudios realizados de planificación o de desarrollo urbano deben ser actualizados y revisados por un equipo técnico con la participación del colegio de ingenieros, de las universidades y de la población organizada.
- Los resultados finales de cualquier estudio relacionado deben ser difundidos y sociabilizados en fórums o talleres con la participación de todos los involucrados.



# BIBLIOGRAFÍA



- *Capuñay J. (2021), El terremoto de 1970, Lecciones no Aprendidas. Fondo Editorial de la UCV.*
- *Zonificación Sísmica - Geotécnica de la ciudad de Chimbote, (2014) del Instituto Geofísico del Perú (IGP).*  
<https://repositorio.igp.gob.pe/items/ba791419-57f8-4563-bd5f-d4856f30d0ee>
- *Estudio Mapas de Peligros y Plan de Usos del Suelo de la Ciudad de Chimbote, (2000) del Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (INADUR).*  
[https://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Ancash/santa/chimbote.pdf](https://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Ancash/santa/chimbote.pdf)
- *Proyecto: Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Chimbote, (2012), desarrollado por la Municipalidad Provincial del Santa, en convenio con el Ministerio de Vivienda; entre otros.*  
[https://www.muninuevochimbote.gob.pe/DOC2023/PDU%20Chimbote\\_T2\\_PROPUESTAS.pdf](https://www.muninuevochimbote.gob.pe/DOC2023/PDU%20Chimbote_T2_PROPUESTAS.pdf)

