



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Proponer una metodología que permita la determinación de escenarios de riesgo de sismo, mediante el uso del sistema de información geográfica en la ciudad de Moyobamba, 2015

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Erick Hugo Flores Villacorta

ASESOR:

Ing. Ángel Tuesta Casique

Código N°6057215

Moyobamba - Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Proponer una metodología que permita la determinación de escenarios de riesgo de sismo, mediante el uso del sistema de información geográfica en la ciudad de Moyobamba, 2015

AUTOR:

Erick Hugo Flores Villacorta


Sustentada y aprobada el día 01 de setiembre del 2017, ante el honorable jurado:


.....
Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Presidente


.....
Ing. Marcos Aquiles Ayala Díaz

Secretario


.....
Lic. M. Sc. Roydichan Olano Arévalo

Miembro


.....
Ing. Ángel Tuesta Casique

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Erick Hugo Flores Villacorta, con DNI N° 44929119, egresado de la Facultad de Ecología, Escuela Profesional de Ingeniería de Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, con la tesis titulada: **Proponer una metodología que permita la determinación de escenarios de riesgo de sismo, mediante el uso del sistema de información geográfica en la ciudad de Moyobamba, 2015**

Declaro bajo Juramento:

1. La Tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción se ha realizado, teniendo en cuenta las citas y referencias bibliográficas para las fuentes de consulta.
3. La información plasmada en esta tesis, no fue autoplagiada.
4. Los datos en los resultados son reales, no fueron alterados, ni copiados; por lo tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo la responsabilidad y las posibles consecuencias de mi accionar deriven, sometiéndome a las normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 01 de setiembre del 2017.



.....
Bch. Erick Hugo Flores Villacorta

DNI N° 44929119

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Flores Villacorte Erick Hujo		
Código de alumno :	08J118	Teléfono:	969309424
Correo electrónico :	ergofu@gmail.com	DNI:	44929119

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Geología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Proponer una metodología que permita la determinación de escenarios de riesgo de sismo mediante el uso del sistema de información geográfica, en la ciudad de Mayabamba, 2015
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	()	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”**.



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

05 / 09 / 2019




.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación le dedico a mi familia, quienes fueron mi fuerza en todo momento. Les dedico por su apoyo incondicional, por ser parte de este gran reto en mi vida profesional.

Le dedico a mis padres por desearme siempre lo mejor, por su apoyo y empuje constante.

Que Dios les bendiga.

Agradecimiento

A Dios por la oportunidad que me brinda de seguir viviendo y hacer mis anhelos realidad.

A mis padres, por su paciencia, confianza, por el esmero y apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi vida, a ellos porque siempre están allí cuando más los necesito, los cuales son la razón de mi existir.

A la Universidad Nacional de San Martín – T – Facultad de Ecología, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y asimilar los conocimientos para mi formación académica y profesional.

A mi asesor el Ing. Ángel Tuesta Casique por todo el apoyo y asesoramiento brindado para poder realizar el trabajo de investigación.

Índice

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	3
1.2. Bases Teóricas	5
1.2.1. Escenarios de desarrollo sostenible	5
1.2.2. Vulnerabilidad.....	7
1.3. Definición de términos básicos	17
CAPÍTULO II	23
MATERIAL Y MÉTODOS	23
2.1. Materiales.....	23
2.2. Métodos	23
CAPÍTULO III RESULTADOS	28
3.1. Elaboración de una base de datos	28
3.2. Características de los sismos e identificación de posibles amenazas.	32
3.3. Escenario de riesgo de sismo en función del peligro y vulnerabilidad.....	38
3.4. Discusión de resultados.....	44
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

ANEXOS	53
Anexo A: Fichas de registro	54
Anexo B: Regionalización sísmica	55
Anexo C: Ubicación de calicatas	56
Anexo D: Clasificación de suelos	57
Anexo E: Peligros geotécnicos	58
Anexo F: Efectos de los sismos en el terreno de Moyobamba	59
Anexo G: Panel fotográfico	60

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Los 11 componentes de la institucionalidad del enfoque de la gestión del riesgo de desastres	17
Tabla 2. Cantidad de viviendas	23
Tabla 3. Porcentaje de viviendas según el material de construcción	28
Tabla 4. Escala de Saaty	40
Tabla 5. Matriz de riesgo sísmico	43
Tabla 6. Resultado finales – Nivel de riesgo	43
Tabla 7. niveles de riesgo	44

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Los desastres: problemas de desarrollo.....	10
Figura 2. Amenaza y vulnerabilidad configuran el riesgo de desastres.....	18
Figura 3. Factores que explican la vulnerabilidad.	20

Resumen

La investigación titulada: Proponer una metodología que permita la determinación de escenarios de riesgo de sismos, mediante el uso del sistema de información geográfica en la ciudad de Moyobamba, 2015, lo que busca el presente es obtener información sobre los diferentes escenarios de riesgo producido por sismos de gran magnitud en la ciudad de Moyobamba considerando. Es por ello que existe la necesidad de realizar un estudio de riesgo en la ciudad de Moyobamba. Logrando obtener las siguientes conclusiones: sobre la distribución de viviendas según el material de construcción, el mayor porcentaje en el tipo ladrillo / bloque de cemento (63.50%) y el menor de adobe / tapia (4.00%) siendo el material más vulnerable; sobre la antigüedad, el mayor porcentaje (63%) es el que tiene de 0 a 15 años de antigüedad y el menor de 38 a más años; con respecto al estado de conservación, se obtuvo que la gran mayoría (63%) de las viviendas que se encuentran en buen estado y un 18% de viviendas se encuentran en mal estado; los aspectos sísmicos fueron determinados por el mapa de peligro, en la que se identificó dos fallas; fallas longitudinales (Campana y Gera) y fallas transversales (Yanayacu). Se logró determinar el escenario de riesgo en función al peligro y la vulnerabilidad, siendo este el sector más vulnerable Azungue, Shango, parte del sector Tahuishco, que al ocurrir un sismo de gran magnitud ocasionaría pérdidas de viviendas y posibles vidas en un 20 % aproximadamente de la ciudad de Moyobamba.

Palabras clave: Riesgo, mitigación, vulnerabilidad, prevención.

Abstract

The research entitled: Propose a methodology that allows the determination of earthquake risk scenarios, through the use of the geographic information system in the city of Moyobamba, 2015, what this is looking for is to obtain information on the different risk scenarios produced by earthquakes of great magnitude in the city of Moyobamba considering. That is why there is a need to conduct a risk study in the city of Moyobamba. Achieving the following conclusions: on the distribution of housing according to the construction material, the highest percentage in the brick / cement block type (63.50%) and the lowest in adobe / tapia (4.00%) being the most vulnerable material; on seniority, the highest percentage (63%) is that which is 0 to 15 years old and the lowest is 38 to more years; with respect to the state of conservation, it was obtained that the great majority (63%) of the houses that are in good condition and 18% of houses are in bad condition; the seismic aspects were determined by the danger map, in which two faults were identified; longitudinal faults (Campana and Gera) and transverse faults (Yanayacu). It was possible to determine the risk scenario based on danger and vulnerability, this being the most vulnerable sector Azungue, Shango, part of the Tahuishco sector, which when an earthquake of great magnitude would result in loss of housing and possible lives in approximately 20% from the city of Moyobamba.

Keywords: Risk, mitigation, vulnerability, prevention.



Introducción

El Departamento de San Martín ha experimentado sismos en el año 1990 y 1991, en la zona noroeste del departamento, afectando de manera importante las estructuras físicas de las principales localidades ubicadas en el valle del Alto Mayo, entre ellos Moyobamba. (Plan de uso del suelo y medidas de mitigación ante desastres ciudad de Moyobamba – Proyecto INDECI – PNUD PER)

Si bien es cierto no podemos evitar que los fenómenos naturales ocurran, pero si es posible actuar sobre estos factores que hacen vulnerable a la sociedad frente a estos eventos. La recurrencia de estas inundaciones, ponen en riesgo los recursos naturales, la seguridad alimentaria y la salud humana, mayormente de la población de menores recursos económicos, retrasando el desarrollo local y regional. Las causas del peligro y de los desastres se encuentran en el proceso del desarrollo, en los modos de ocupación del suelo y explotación del territorio, en la construcción anárquica y las condiciones socioeconómicas y ambientales de las poblaciones; más que en la dinámica recurrente de la naturaleza. De tal manera, los desastres son problemas no resueltos del desarrollo, que se deben reducir y controlar para proteger la vida de las personas, las estructuras sociales y garantizar los mecanismos oportunos de alerta temprana, respuesta y rehabilitación.

Nuestra metodología fue, realizar un estudio de riesgo en la ciudad de Moyobamba considerando, la calidad del suelo, tipo y calidad de las viviendas, distribución espacial de los servicios básicos, etc., la estimación del peligro natural y la vulnerabilidad de los elementos expuestos en conjunto para llegar a estimar un riesgo probable.

Con la ayuda de las nuevas tecnologías de información como son los sistemas de información geográfica, se propuso un escenario de riesgo ante terremotos para la ciudad de Moyobamba proponiendo una metodología rápida y de fácil comprensión, que toma en cuenta los efectos en la calidad del suelo, las estructuras y la distribución de los servicios básicos.

En tal sentido fue necesario hacer un estudio de riesgo en la ciudad de Moyobamba debido a su importante crecimiento poblacional, económico y social, etc.

Se propuso un método de estudios de riesgo de manera holística, donde los tomadores de decisiones tengan la base necesaria para dar respuestas tempranas en caso de producirse algún desastre.

El objetivo principal de la presente investigación fue proponer una metodología que permita identificar zonas en riesgo por sismos en áreas urbanas de la Ciudad de Moyobamba, mediante el uso del sistema de información geográfica., lo cual se logró mediante los objetivos específicos que son los siguientes: Elaboración de una base de datos con variables que permitan establecer escenarios de vulnerabilidad, analizar y dar a conocer las características de los sismos y posibles amenazas, determinar los principales escenarios de riesgo para la Ciudad de Moyobamba, estos en función del peligro y la vulnerabilidad.

La estructura de la investigación se realizó a través de los siguientes capítulos: capítulo I, revisión bibliográfica; II, materiales y métodos; III, resultados y discusión, en los cuales se detalla los procedimientos para proponer una metodología que permita la determinación de escenarios de riesgo de sismos, mediante el uso del sistema de información geográfica en la Ciudad de Moyobamba, para luego adoptar las medidas necesarias a y de esta manera poder mitigar posibles impactos negativos que se pueda generar y así cuidar la integridad poblacional.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la Investigación

(Morales et. al, 2016), sintetizan la información disponible sobre construcciones de adobe en formas de normas de diseño que permitan proyectar con este material, satisfaciendo los objetivos expuestos, en la mejor forma posible. Estudiaron, primeramente, el comportamiento sísmico de las construcciones de adobe con énfasis principal en la detección de los mecanismos de falla, lo que permitió identificar los tipos de esfuerzos que era necesario estudiar principalmente. Se estudió luego experimentalmente, algunas de las propiedades mecánicas de la albañilería de adobe, especialmente su resistencia, bajo diferentes solicitaciones. En base a esos estudios se estableció los esfuerzos admisibles para el diseño. Finalmente, usando información de diversas fuentes y cálculos adicionales prepararon una propuesta de normas para el diseño de estas construcciones. Es en ese contexto, que la Tesis aportará un método analítico, que servirá de modelo en la aplicación de cálculos antisísmicos en el diseño de una vivienda de adobe.

(Kuroiwa et. al, 1973), señalan que, la gran actividad sísmica en nuestro territorio ha cobrado siempre sus mayores víctimas en las construcciones de adobe. “...Más del 90 por ciento de los edificios dañados eran de adobe y su colapso causó más de 40,000.00 muertes”. Por otro lado, sin embargo, algunas construcciones de adobe resistieron sorprendentemente, los embates del sismo. “En Coishco, a 40 kilómetros del epicentro y sobre terreno rocoso, el daño fue mínimo y muchas de las construcciones de adobe sobrevivieron y están habitadas”. Debe aceptarse, entonces, que existen ciertas condiciones bajo las cuales este tipo de construcción puede ofrecer un comportamiento “satisfactorio” ante sismos severos.

Ochoa (2013), en la investigación: Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana; El tema central de la investigación está relacionado a la reducción de la vulnerabilidad física, considerando una intervención integral y holística para enfrentar la vulnerabilidad desde diferentes ángulos. Como parte de esta estrategia se propuso direccionar proyectos de intervención desde la dimensión social económica, la dimensión física – urbano ambiental

como ejes temáticos de intervención y ejes transversales como el del fortalecimiento de capacidades, la equidad de género y generacional para la gestión del desarrollo. Este estudio generalizó la posible ocurrencia de peligros como sismo y/o geológicos y el cómo minimizar los efectos de estos en la margen izquierda del Río Rímac. Se realizó el análisis de las viviendas, suelos, a fin de encontrar zonas de mayor riesgo y con este, tomar medidas para evitar efectos secundarios. Este estudio provee información importante debido a la gran cantidad de personas que habitan en la margen izquierda del río Rímac.

(Allende 2016). En la tesis: “Preparación de desastre sísmico o tsunami y recuperación temprana en Lima y Callao”; Este proyecto fue desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Nacional de Defensa Civil, con apoyo financiero de la Comisión Europea de Ayuda Humanitaria (ECHO) a fin de reducir los riesgos de desastre por sismo y/o tsunami en Lima y Callao, a través del fortalecimiento de capacidades de preparación ante desastres y recuperación temprana a nivel regional. El Proyecto presenta cuatro componentes:

- i. Conocimiento de los riesgos de sismo y tsunami, y manejo de información en relación a la preparación, respuesta y recuperación. Se realizó el estudio de riesgo ante sismos en el Centro Histórico del Rímac.
- ii. Procesos de planificación de operaciones de emergencia y organización de la preparación, respuesta y recuperación fortalecidos. Se formuló un Plan de Respuesta ante sismos para el Centro Histórico del Rímac, acciones de preparación de la comunidad, simulacros, señalización de zonas seguras y rutas de evacuación. Equipamiento del Centro de Operaciones de Emergencia del Rímac.
- iii. Concientización e información en preparación y respuesta a sismos a los Comités de Defensa Civil y población.
- iv. Fortalecimiento de las capacidades de coordinación entre la Municipalidad Metropolitana de Lima y el Gobierno Regional del Callao para la organización y planificación de la respuesta y recuperación post impacto por sismo y tsunami.

Municipalidad de Lima Metropolitana (2016), “Estudio de identificación de zonas de peligro y vulnerabilidad en los Distritos de Cercado de Lima y El Agustino, Lima Metropolitana” Este estudio tiene por finalidad conocer las condiciones de exposición a peligros por parte de la población en algunas áreas de los distritos de Lima y el Agustino a

fin de contar con la información adecuada para la preparación ante desastres. La idea es conocer el manejo de crisis (gestión de emergencias) y entregar a los dos Municipios la documentación técnica necesaria para ser menos vulnerables. Entre los objetivos específicos se tiene la identificación de peligros y vulnerabilidad, así como ubicar área más segura al interior y/o al exterior de las zonas indicadas, así como el manejo de una emergencia y en particular, la evacuación de las familias. El enfoque de desarrollo en el que se sustenta la presente investigación es el del desarrollo sostenible. A continuación, una breve presentación del modelo de desarrollo sostenible, del cual la gestión del riesgo tiene que ser parte inherente.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Escenarios de desarrollo sostenible

El término desarrollo sostenible fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas como “un desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades” (Naciones Unidas, 1987). Cinco años después, en la cumbre de Río de Janeiro, se acordó emprender un esfuerzo de cooperación mundial en pro de un desarrollo que fuese económicamente factible, socialmente equitativo y ecológicamente compatible, no solo en el presente sino también en el futuro. A pesar de la vasta aprobación de este modelo y los múltiples esfuerzos en este sentido, el desarrollo sostenible sigue siendo un gran desafío para todas las fuerzas sociales (GTZ, 2005).

El desarrollo sostenible se divide conceptualmente en tres partes, que dependen entre sí y se refuerzan mutuamente:

1. La protección del medio ambiente: preservación de la biodiversidad, los ecosistemas, genes, organismos y especies. Disminuyendo los residuos y el uso de recursos no renovables, usando de modo responsable los recursos renovables
2. El desarrollo económico: incluye lo relacionado a los mercados y su funcionamiento financiero clásico.
3. El desarrollo social: busca el bienestar social en todos los ámbitos de una sociedad.

El desarrollo sostenible implica “buscar la eficiencia económica para permitir un mayor bienestar; distribuir las oportunidades en forma equitativa - entre pobres y ricos, entre el Norte y el Sur y entre hombres y mujeres; aprovechar los recursos naturales con miras al bienestar de las personas en el presente, pero de modo tal que se conserven para las generaciones futuras” (GTZ, 2005).

De esta manera, el modelo de desarrollo sostenible ofrece un marco normativo para negociaciones que permiten a las partes llegar a una solución amistosa sin injerencia ajena, con respecto a los intereses de naturaleza económica, social y ecológica. Los temas relacionados con el ejercicio del poder y la defensa de los intereses juegan un papel decisivo en los esfuerzos por lograr un desarrollo sostenible a nivel local, regional, nacional e internacional. Por lo tanto, el desarrollo sostenible es un proceso permanente de negociación. Para que todas las partes puedan participar en forma autónoma y responsable en los procesos de negociación del desarrollo sostenible, es importante el desarrollo de capacidades a nivel individual y organizacional (GTZ, 2005).

La sostenibilidad no es un estado que se alcanza en algún momento por siempre, sino implica realizar cambios continuamente. Una y otra vez será necesario reiniciar la búsqueda de soluciones para problemas económicos, sociales y ecológicos en distintos contextos socioculturales e históricos. Además, el desarrollo sostenible es un concepto integral, que abarca todos los campos de la política y todos los aspectos relacionados con la sociedad. Conciernen a todos los sectores - Estado, sector privado y sociedad civil – y todos deben participar (GTZ, 2005).

Estos cambios en los ecosistemas, producto de procesos políticos, sociales y económicos, han incrementado la vulnerabilidad de las unidades sociales y por ende los riesgos de desastre. Como ejemplo se pueden mencionar los procesos de transformación y crecimiento de la sociedad - que no garantizan una adecuada relación con el ambiente natural y construido que le da sustento. La conducción inadecuada de estos procesos genera un círculo vicioso. En caso de la ocurrencia de un desastre, por ejemplo, se realiza un proceso de reconstrucción que, al no tomar en cuenta las causas que lo originaron, desencadena o potencia nuevos desastres. El riesgo, en este sentido, no sólo influencia a procesos de desarrollo - una vez que se haya manifestado como desastre- sino también es producto de ellos (Aquino, Bruer, García, 2010).

En razón a lo expuesto, las políticas públicas tienen un papel determinante en estos procesos de generación de riesgo para el desarrollo, por ejemplo, en la configuración de territorios con procesos de degradación ambiental y con poblaciones en condiciones de pobreza asentadas en ellos, contribuyendo a esa degradación. Por ello, para implementar procesos de desarrollo sostenibles, es indispensable romper este círculo vicioso y evitar la generación de nuevos riesgos. Eso implica intervenir en los procesos de planeamiento del desarrollo, incorporando criterios de gestión del riesgo de manera multisectorial y transversal y en distintas escalas temporales y espaciales. La gestión del riesgo, por lo tanto, no es separable de la gestión del desarrollo, sino forma parte de ella como un proceso de adopción de políticas, estrategias y prácticas orientadas a reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos (Aquino, Bruer, García, 2010).

En la práctica, esto significa tanto evitar la degradación del medio ambiente y llegar al manejo sostenible de los recursos naturales, como también una gestión integrada del territorio bajo criterios de sostenibilidad, y contar con una normatividad que requiere el análisis del riesgo para efectuar inversiones públicas.

A continuación, una propuesta concreta para reducir el riesgo de desastres y promover un desarrollo sostenible. En esta propuesta se incorpora la gestión del riesgo en cada una de las tres dimensiones de la sostenibilidad (Aquino, 2003).

1.2.2. Vulnerabilidad

Relación entre desarrollo y vulnerabilidad y pobreza.

Los desastres afectan e impactan sobre los procesos de desarrollo, tanto a nivel microeconómico como macroeconómico, recayendo sus efectos más severos en la población en situación de pobreza. Los procesos de desarrollo a su vez generan vulnerabilidades que a corto o largo plazo pueden desencadenar desastres ante eventos peligrosos.

Según Lavell (2008), cada vez es mayor el reconocimiento de que el riesgo es “una construcción social, producto de las formas particulares en que la sociedad y el ambiente se acoplan o se interrelacionan”. De esta forma, el riesgo de desastre es en gran parte explicable por la incidencia de distintas prácticas, condiciones y características de los procesos sociales, que derivan del estilo de crecimiento económico, desarrollo o transformación. (Lavell,

2008). En este sentido vemos que un gran número de eventos físicos - como inundaciones, sequías o deslizamientos son producidos o intensificados por prácticas humanas, como la construcción de ciudades sin sistemas constructivos adecuados, la deforestación, el monocultivo en ecosistemas frágiles, etc. En el Perú existe poca planificación del ordenamiento territorial ni regulaciones en el uso de suelos y recursos (MEF-DGPM, 2006).

La naturaleza se convierte en peligro cuando la sociedad ubica sus asentamientos en condiciones de baja resiliencia y altos grados de vulnerabilidad (peligro natural). Así, el recurso ambiente o bien público se convierte en mal público, por las modalidades erróneas y las formas de desarrollo de los elementos de la estructura social y económica (MEF-DGPM, 2006).

La tecnología es una construcción humana. La construcción social del riesgo asociada al ambiente deriva de sus características particulares y por la forma en que potencia el peligro como tal (peligro antropogénico) (MEF-DGPM, 2006).

Las vulnerabilidades representan características internas de los elementos expuestos al peligro – población, asentamientos, producción, infraestructura, etc. – que los hacen susceptibles a sufrir daños al ser impactados por eventos físicos. Las vulnerabilidades representan una falta de resiliencia y condiciones que dificultan la recuperación y reconstrucción autónoma de los elementos afectados (unidad social) (MEF-DGPM, 2006).

Los niveles de vulnerabilidad se dan con referencia a peligros específicos, en las esferas económica, social, organizacional., educacional, institucional, cultural, etc. Su interacción crea condiciones de vulnerabilidad global. (MEF-DGPM, 2006)

Vulnerabilidad y pobreza

La población pobre vive en un contexto de riesgo que se manifiesta en condiciones inseguras de vida como problemas de desempleo, analfabetismo, desnutrición, violencia familiar y social, enfermedades, alcoholismo y otros factores. Estas condiciones determinan que la población pobre invierta todos sus esfuerzos en la tarea de sobrevivencia, dejando de lado el problema del riesgo (MEF-DGPM, 2006).

Estas poblaciones no cuentan con recursos económicos de reserva, están excluidos de los sistemas de protección social, están ubicados en terrenos inseguros con construcciones de mala calidad e inadecuadas al medio, lo cual es reflejo de su baja resiliencia frente al riesgo (MEF-DGPM, 2006)

Para aclarar los conceptos vulnerabilidad y pobreza: no son sinónimos, pero sí estrechamente relacionados. (MEF-DGPM, 2006). Vulnerabilidad es una combinación de características de una persona o grupo, expresadas en relación con la exposición a la amenaza que se deriva de la condición social y económica del individuo o comunidad. La vulnerabilidad es una noción dinámica. Está asociada a la noción de activos y recursos que las personas y hogares disponen para su desempeño social. (Filgueira y Peri, 2004).

La pobreza, por otro lado, es una medida descriptiva mucho menos compleja de la carencia o necesidad de la gente.

El uso de la noción de pobreza para reconocer situaciones sociales perjudiciales, así como para orientar políticas públicas que mitiguen sus consecuencias, ha sido el estímulo para el desarrollo de los enfoques de la vulnerabilidad. Las estimaciones de pobreza proporcionan una imagen estática de un fenómeno dinámico, porque muchos hogares entran y salen de esta condición constantemente.

La vulnerabilidad es compleja y está formada por varias dimensiones que están vinculadas con el hábitat (medio ambiente y vivienda), el capital humano (salud y educación), la dimensión económica (empleo e ingresos) y el capital social y las redes de protección formal. La vulnerabilidad, es decir, la exposición a los riesgos y la capacidad de prevención y respuesta, varía según se trate de hogares pobres y no pobres (Foschiatti, 2005).

Es importante en este contexto señalar que el crecimiento económico trae consigo un aumento de riesgos, que incrementan cuando hay exclusión y pobreza. Aumenta la vulnerabilidad y los riesgos de las sociedades. Para atacar este problema se pueden implementar programas, teniendo en cuenta que un programa de reducción de pobreza no automáticamente reducirá la vulnerabilidad, aunque pueda tener efectos sobre ella. Los programas anti-pobreza se conciben para elevar ingresos o consumo, mientras que los

programas anti-vulnerabilidad aspiran a reducir las posibilidades de que una amenaza tenga efectos serios y para aumentar la “seguridad” (MEF-DGPM, 2006).

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el proceso de desarrollo promueve actividades que afectan la base de recursos naturales o los procesos naturales. La degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad, la deforestación, la escasez de agua potable, etc. afectan negativamente los medios de vida de la población rural, haciéndola más vulnerable a las amenazas ambientales (MEF-DGPM, 2006).



Figura 1. Los desastres: problemas de desarrollo no resuelto. (Fuente: GIZ (2011)).

El Enfoque de la Gestión del Riesgo de Desastres

El enfoque de la gestión del riesgo es relativamente joven. Hasta fines del siglo XX el concepto que dominaba en los campos del pensamiento y de la acción en las políticas públicas y de los planificadores del desarrollo, era el de desastres. El desastre era percibido como inevitable y natural, ante el cual solo es posible anticiparse, preparándose para enfrentarlo y mitigarlo (= reducir los efectos de un desastre), antes, durante y después. En otras palabras: se gestionaba el desastre (GIZ, 2011).

En la década de los 90 se comenzó a cuestionar el enfoque de gestión de desastres por colocar al fenómeno natural peligroso como factor causal del desastre y sin considerar los

procesos sociales, económicos y ambientales que llevan a su desencadenamiento. Aparecen los conceptos de vulnerabilidad e imprevisión humana en la explicación de la generación del desastre. Se constató que la gestión del desastre conduce a la reconstrucción de las condiciones de vulnerabilidad existentes al ocurrir el desastre (GIZ, 2011).

Estas reflexiones y lecciones llevaron a un acercamiento al concepto del riesgo y la gestión del riesgo. A nivel internacional se establecen en el Marco de Acción de Hyogo los lineamientos para la búsqueda de ciudades menos vulnerables. En este contexto, se define la gestión del riesgo, como “El enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales...es decir...abarca la evaluación y análisis del riesgo, al igual que la ejecución de estrategias y acciones específicas para controlar, reducir y transferir el riesgo” (EIRD, 2009). De manera específica la “gestión del riesgo de desastres”, es definida por la EIRD (2009) como “el proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre.

Esta definición contiene dos ideas fundamentales: por un lado, la gestión como proceso y por el otro, la gestión para reducir vulnerabilidad y para evitar la generación de nuevas. Toma como base la noción social del riesgo, que requiere del análisis de las causas y consecuencias de los desastres, con el fin de promover acciones que repercutan en los procesos sociales, de tal manera que la gestión del riesgo se incluya como parte de la planificación del desarrollo (Lavell, 2008).

Al respecto, existen tres tipos de acciones dentro de la gestión del riesgo. También son llamados los componentes de la gestión del riesgo:

- a. **Gestión correctiva del riesgo:** Se trata de actuar sobre el riesgo ya existente, que puede afectar a la población y sus medios de vida (incluida la infraestructura). La idea de las intervenciones es reducir o mitigar los distintos niveles de riesgo existentes (EIRD, 2009). Este tipo de intervenciones se manifiestan en la búsqueda de soluciones para las manifestaciones externas de los desastres: ubicaciones inseguras, zonas de pendientes inseguras por deforestación, edificios inseguros, desconocimiento de las

características del entorno, entre otros. Para solucionar estos problemas se utilizan medidas estructurales como reubicación de viviendas, la reconstrucción o adaptación de edificaciones vulnerables, recuperación del medio ambiente degradado, la construcción de diques, la limpieza de canales y la provisión de planes de emergencia. No obstante, aunque se disminuye el riesgo, este tipo de intervenciones no dan solución a las causas originales del problema.

Debe mencionarse que la provisión de planes de emergencia a veces también es incluida en lo que se denomina la gestión de emergencias (gestión reactiva, gestión para la respuesta ante desastres), que es un tercer tipo de intervención (GIZ, 2011).

- b. **Gestión prospectiva del riesgo:** Se trata de incorporar los factores para reducir el riesgo en la planificación del desarrollo (lo cual se traduce en proyectos). La idea es anticiparse al riesgo futuro (Lavell, 2008). Según la EIRD (2009), la gestión prospectiva puede entenderse como: las “actividades de gestión que abordan y buscan evitar el aumento o el desarrollo de nuevos riesgos de desastres”.

En el caso de la gestión prospectiva del riesgo, sus efectos no se pueden medir de manera directa en términos de la reducción “real” o concreta del riesgo, sino más bien como los riesgos evitados (que en términos de proyectos se puede traducir como la medición de los “costos evitados”).

Condiciones básicas para controlar y evitar el riesgo futuro son la voluntad política, un alto nivel de conciencia y de compromiso de todos los actores sociales. El problema de las acciones “prospectivas” sin embargo es que tienen menor impacto de corto plazo y, por tanto, son menos utilizadas por los decisores de política (GIZ, 2011).

Existe una serie de mecanismos para ejercer control sobre el riesgo futuro que involucra el desarrollo de políticas, herramientas y capacidades en la sociedad civil. A continuación, se mencionan algunos: (MEF-DGPM, 2006).

- Introducción de normatividad que garantice que en todo proyecto de inversión se analicen sus implicaciones en términos de riesgos nuevos.
- Creación de normatividad sobre el uso del suelo urbano y rural que garantice la seguridad de las inversiones y las personas. Son claves los planes de ordenamiento territorial.

- Búsqueda de usos productivos alternativos para terrenos peligrosos.
- Impulso a la normativa sobre el uso de materiales y métodos de construcción que sean accesibles para la población de bajos recursos y seguros.
- Fortalecimiento de los gobiernos locales en el análisis de condiciones de vulnerabilidad e implementación de soluciones viables.
- Procesos continuos de capacitación de sectores de la población que inciden en la creación del riesgo y en la sensibilización sobre los mismos: pobladores, municipios, sector privado, educadores, prensa, instituciones del gobierno, ONG, organismos de cooperación internacional, etc.
- Instrumentación de esquemas de uso de los ecosistemas y recursos naturales, que garanticen la productividad y la generación de ingresos en condiciones de sostenibilidad ambiental.
- Reforma de currículos escolares y universitarios para que consideren de forma holística la problemática del riesgo en la sociedad, sus causas y posibles mecanismos de control, y no solamente cómo prepararse y responder en casos de desastre.
- Fomento de una cultura global de seguridad o de gestión continúa de riesgo que promueva “ascensores” entre las iniciativas y necesidades sentidas a nivel local y los formuladores de políticas en el nivel regional y nacional.

Gestión reactiva del riesgo o gestión de emergencias: Se trata de “La organización y la gestión de los recursos y las responsabilidades para abordar todos los aspectos de las emergencias, especialmente la preparación, la respuesta y los pasos iniciales de la rehabilitación (EIRD, 2009). Las acciones para la gestión reactiva incluyen la elaboración de planes y de sistemas de alertas tempranas y disposiciones institucionales para comprometer y guiar los esfuerzos del gobierno, de las organizaciones no gubernamentales, de las entidades voluntarias y de las agencias privadas de forma coordinada e integral para responder a todas las necesidades relativas a una emergencia. (EIRD, 2009).

El enfoque de la gestión del riesgo incluye entonces una mirada desde y acciones en el marco de estos tres componentes. El enfoque combate el sesgo que generalmente se tiene hacia la parte de emergencias. En la literatura se le encuentra por tanto también como enfoque de gestión integral del riesgo (EIRD, 2009).

El objetivo de la gestión del riesgo es reducir y controlar el riesgo, para lo cual hay que desarrollar un conjunto de acciones que afecten los factores que explican la vulnerabilidad, es decir se busca reducir la exposición, la fragilidad y/o incrementar la resiliencia. Estas acciones se denominan medidas de gestión del riesgo y que la EIRD (2009) define como “aquellas medidas tomadas para contrarrestar y/o reducir el riesgo de desastres. Frecuentemente comprenden medidas de ingeniería (estructurales) pero pueden también incluir medidas no estructurales” (EIRD, 2009).

- i. Medidas estructurales: Cualquier construcción física para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas.
- ii. Medidas no estructurales: Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación.

A la luz de lo expuesto, se resume que la vulnerabilidad es un elemento constitutivo del riesgo de desastre y que la gestión del riesgo es la estrategia operativa para minimizar los daños y las pérdidas potenciales.

Conceptos: Institucionalidad e Institucionalización.

El presente trabajo analizó a fondo el nivel de institucionalización de la gestión del riesgo a nivel local.

A fin de crear una base de entendimiento común, la institucionalidad se define como el conjunto de normas que regulan el comportamiento de los actores, las organizaciones, la calidad de las mismas, los modelos de organización y gestión, los arreglos institucionales (Filgueira, 2004). Cabe precisar que aquí se distingue entre instituciones (las “reglas de juego”) y organizaciones (los “jugadores”).

En gran parte del mundo en desarrollo existe una gran debilidad institucional y eso, porque las instituciones de todo tipo han fallado consistentemente en echar raíces. Las implicancias son de gran alcance. En ausencia de reglas de juego estables y efectivas, tanto la democracia como el crecimiento económico son difíciles de sostener (EIRD, 2009).

Levitsky y Murillo (2010) conceptualizan la fortaleza institucional a lo largo de dos dimensiones: imposición, entendida como el grado en que las reglas son cumplidas en la práctica, y estabilidad, refiriéndose a la durabilidad de la institución en el tiempo. Mientras más altas son la imposición y la estabilidad, mayor la fortaleza institucional.

Razones por las cuales las instituciones débiles están particularmente extendidas en los países de desarrollo son: a) la posición que tienen los países en el sistema internacional los hace más propensos a que se establezcan instituciones decorativas a fin de obtener p.ej. préstamos de entidades internacionales; b) la disyunción entre los redactores de la ley y los detentadores reales del poder; c) muchas veces son Estados con capacidad burocrática y alcance territorial limitado; d) y a menudo con altos niveles de desigualdad social y económica.

Las consecuencias de la debilidad institucional es que no se puede asumir que se cumplan las reglas, es decir no se pueden formar expectativas estables acerca del comportamiento de otros. Esto genera un aumento de la incertidumbre. Además, socava la credibilidad institucional y estrecha los horizontes de tiempo de los actores, lo que limita su capacidad para sostener acuerdos inter temporales. El resultado son políticas volátiles y muchas veces de baja calidad (Levitsky y Murillo, 2010).

Según Torres, para que las políticas públicas gocen de continuidad y coherencia, es fundamental consolidar procesos de institucionalización del espacio público de la región. Esta institucionalización supone tanto un esfuerzo normativo, para diseñar estructuras de administración y debate público, como un proceso de consolidación de las organizaciones de la sociedad. (Torres, 2010).

La institucionalidad exige a un individuo o a una organización a participar y a tomar riesgos que marcan una diferencia cualitativa con respecto a la actitud del simple actor, que por definición desempeña un papel o juega el rol de un personaje: elegido, productor, profesional, poblador, entre otros. La institucionalidad local consiste en la conformación de una red de relaciones y de solidaridad en un territorio, con el fin de valorizar al máximo su potencial y enriquecer las acciones sectoriales con reflexiones y aportes transversales e intersectoriales. Representa también la voluntad de construir un vínculo social, es decir la identidad con su sociedad: socio.

La institucionalidad, además de facilitar el diálogo y la concertación, facilita una mejor comprensión del territorio, de sus fuerzas vivas y de las modalidades de jerarquías y distribución de funciones. Así mismo es una condición de cambio, una innovación y un motor de innovación (Torres, 2010).

A nivel local sin embargo hay una gran debilidad de estructuras institucionales. A fin de poder analizar y determinar el grado de institucionalización de una política social – en este caso, la política de la gestión del riesgo -, el primer paso consiste en operacionalizar el concepto de “institucionalización”. Székely elaboró para el PNUD una propuesta en este sentido que plantea diez elementos que caracterizan a una política social institucionalizada.

Antes de definir estos elementos, sin embargo, cabe definir el concepto que usa el PNUD, apoyándose en la definición de Eisenstadt (1979), sobre instituciones sociales: “Son los núcleos básicos de la organización social... Se pone de relieve tres aspectos principales de toda institución. Primero las pautas de conducta que son reguladas por medio de las instituciones se refieren a problemas perennes y esenciales a toda sociedad. Segundo, las instituciones suponen la regulación de la conducta de los individuos en una sociedad según pautas definidas, continuas y organizadas. Finalmente, estas pautas entrañan una ordenación y regulación normativa definida; es decir, la regulación es mantenida por medio de normas y de sanciones que están legitimadas por tales normas.”

Tabla 1

Los 11 componentes de la institucionalidad del enfoque de la gestión del riesgo de desastres

	Existencia de una <i>unidad</i> en el Gobierno local a cargo explícitamente de la gestión del riesgo de desastres (GRD).
1	Establecimiento de <i>objetivos</i> concretos de GRD en un Plan de Desarrollo local/ Programa en materia de GRD.
2	Existencia de <i>indicadores</i> de evaluación del cumplimiento de los objetivos de GRD.
3	Existencia de un <i>marco jurídico</i> que establece las obligaciones y facultades de todos los actores de los tres órdenes del Gobierno, involucrados en materia de GRD.
4	<i>Suficiencia de la partida presupuestal</i> asignada a la GRD en el Gobierno local.
5	<i>Estabilidad del presupuesto</i> asignado a la GRD a lo largo del tiempo.
6	Existencia de <i>mecanismos de coordinación</i> para ejecutar la política de GRD a nivel local.
7	Existencia de <i>instancias de participación</i> y atención ciudadana en materia de GRD.
8	Existencia de <i>reglas de operación</i> para las acciones de GRD.
9	Claridad sobre las <i>condiciones de vulnerabilidad</i> de la población.
10	Existencia de <i>reglas de comportamiento</i> de los funcionarios involucrados en la GRD.

Fuente: (Torres, 2010).

1.3 Definición de términos básicos

Riesgo, amenaza y vulnerabilidad

Un grupo importante de instituciones, (ej. La Estrategia Internacional para la reducción de desastres de las Naciones Unidas -EIRD, la GIZ) explica el riesgo de desastres por dos factores: la amenaza (= peligro) y la vulnerabilidad (EIRD, 2009).

Riesgo de desastre

En cuanto al concepto de **desastre**, la EIRD (2009), lo define como “Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden

la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos” (EIRD, 2009).

De manera específica, la EIRD (2009b) señala que el desastre es “el resultado de la combinación de la exposición a una amenaza, las condiciones de vulnerabilidad presentes, y capacidades o medidas insuficientes para reducir o hacer frente a las posibles consecuencias negativas” (EIRD, 2009).

En este contexto Lavell (2008) señala que los desastres son riesgos no manejados, por lo que constituyen una condición latente. De manera particular, Lavell (2008) define al **riesgo de desastre** como “...un contexto o entorno social cuyas características y condicionantes anuncian o presagian daños y pérdidas en el futuro, cuya magnitud, intensidad e impacto serían de un nivel tal que interrumpen el funcionamiento rutinario o normal de la sociedad afectada como un todo y pongan en peligro la sobrevivencia de la unidad afectada, requiriendo apoyo y ayuda externa para su recuperación y reconstrucción”.

El riesgo se define, en otras palabras, como “la probabilidad de daños o pérdidas ocasionados en vidas humanas (muertos, heridos), medios económicos (propiedades, actividad económica) y el ambiente, como resultado de la interacción entre amenazas de origen natural, socio natural o antropogénico y condiciones de vulnerabilidad (EIRD, 2006).

El riesgo depende entonces, por un lado, de la intensidad o magnitud de la ocurrencia de las amenazas y, por otro lado, de las condiciones de vulnerabilidad existentes en la población. GIZ (2011).

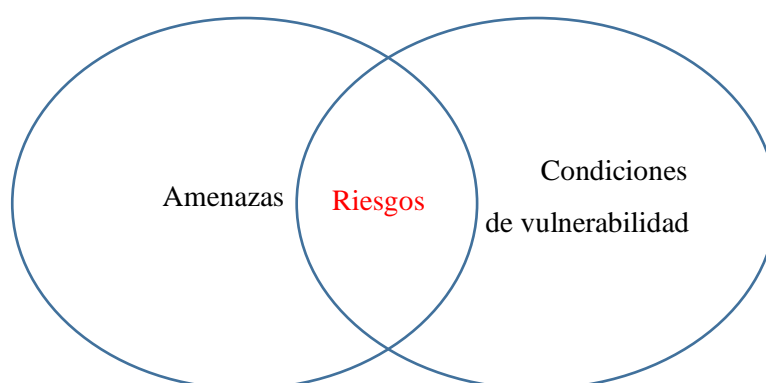


Figura 2. Amenaza y vulnerabilidad configuran el riesgo de desastres. Fuente: GIZ (2011).

De este modo, en la medida en que existen mayores amenazas y/o mayores condiciones de vulnerabilidad, el riesgo de desastre será mayor. En sentido inverso, para reducir el riesgo de desastres, se requiere reducir la presencia de las amenazas y/o condiciones de vulnerabilidad. A través del conocimiento de las amenazas y las condiciones de vulnerabilidad, el riesgo de desastre incluso puede ser anticipado, es decir, la sociedad puede intervenir para evitar o reducirlo GIZ (2011).

- Amenaza/ peligro

De acuerdo con EIRD (2009), las amenazas se definen como “Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales”. En esta línea, la EIRD (2009) y Lavell (2008) clasifican a las amenazas en tres tipos:

- i. De origen natural, asociadas a la dinámica geológica, geomorfológica, atmosférica, hidrometeorológica, oceanográfica, entre otras;
- ii. Socio naturales, que se generan como resultado de la interrelación de las prácticas sociales en un ambiente natural,
- iii. Antropogénicas/tecnológicas, que son producto directo y unilateral de la actividad humana.

El Instituto Nacional de Defensa Civil peruano - INDECI clasifica el peligro según su origen - natural o generados por la acción del hombre- en los siguientes cinco tipos (INDECI, 2005):

- De geodinámica interna: procesos dinámicos en el interior de la tierra como la actividad volcánica, sismos, maremotos (tsunamis).
- De geodinámica externa: procesos dinámicos en la superficie de la tierra como aludes, aluviones, avalanchas, colapso de viviendas, derrumbes, deslizamientos, huaycos, etc.
- Meteorológicos o hidrológicos, como las lluvias, granizadas, nevadas, heladas, inundaciones, maretazos, la sequía, tormentas eléctricas, vendavales, cambios climáticos (como p. ej. el Fenómeno El Niño)
- Biológicos, como plagas, epidemias, etc.
- Tecnológicos, tales como incendios – forestales, industriales y urbanos, explosiones, derrames de sustancias nocivas, atentados (terrorismo), guerras y la contaminación ambiental tanto del agua, del aire y del suelo.

- Vulnerabilidad

Tal como señalado líneas arriba, la determinación del riesgo de desastre requiere de la conjunción de amenazas y vulnerabilidad.

La vulnerabilidad es el resultado de procesos de desarrollo no sostenibles. Es una condición social, producto de los procesos y formas de cambio y transformación de la sociedad. Se expresa en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población, en sus niveles de organización social, educación, en sus características culturales e ideológicas; pero también en términos de localización en el territorio, en el manejo del ambiente, en las características y capacidades propias de recuperarse y de su adecuación al medio y a los peligros que este mismo presenta (MEF-DGPM, 2006).

Según la EIRD (2006), la vulnerabilidad se define como “las condiciones físicas, sociales, económicas y ambientales, que incrementan la susceptibilidad (de pérdidas) de una comunidad o sociedad frente a los peligros”. Otra manera de entender la vulnerabilidad es como una “situación de incapacidad de una unidad social para anticiparse, resistir y recuperarse de los efectos adversos de un peligro”.

La vulnerabilidad puede ser explicada por tres factores: exposición, fragilidad y resiliencia (Von Hesse, M. Kámiche, J., de la Torre. C. y Zhang, H., 2010).

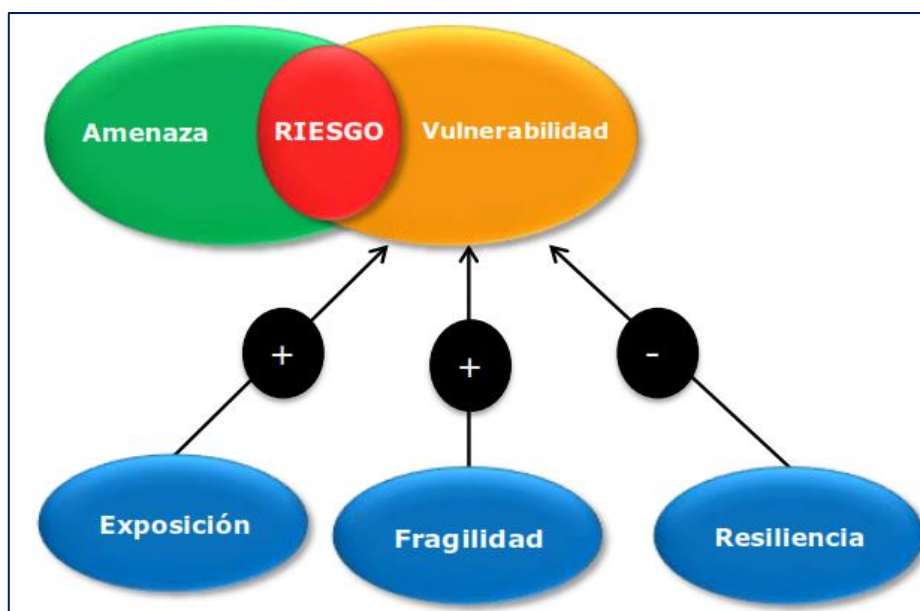


Figura 3. Factores que explican la vulnerabilidad. (Fuente: Von Hesse et. al, 2010).

- La exposición está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad (Von Hesse et al., 2010).

- La fragilidad está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.

- La resiliencia está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad (Von Hesse et al., 2010).

Esta composición de la vulnerabilidad tiene la ventaja que permite pensar en variables específicas para identificar la vulnerabilidad para cada uno de dichos factores. Es por ello que el modelo ha sido utilizado tanto a nivel internacional como nacional para explicar los mecanismos de reducción de vulnerabilidad para disminuir el impacto de los desastres. (Von Hesse et al., 2010). En el Marco de Acción de Hyogo p. ej. se utilizó el modelo para reportar el avance de las acciones del 2009 (EIRD, 2009); el Proyecto Prevención de Desastres en la Comunidad Andina –PREDECAN lo usa para proponer mecanismos a través de los cuales se puede tomar medidas para reducir la vulnerabilidad. A nivel nacional este modelo conceptual ha sido implementado en el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) como parte del proceso de identificación, formulación y evaluación de proyectos (Von Hesse et al., 2010).

Pero también existen otros modelos de vulnerabilidad. El INDECI trabaja con un modelo de vulnerabilidad denominado la “vulnerabilidad global”, desarrollado por Wilches-Chaux. Según este enfoque, una sociedad puede enfrentar distintas vulnerabilidades y las clasifica de la siguiente manera (Wilches-Chaux, 1993):

- Vulnerabilidad natural: vulnerabilidad de ecosistemas
- Vulnerabilidad física: localización de la población en zonas de riesgo físico
- Vulnerabilidad económica: relación entre ingresos y riesgos de desastre: la pobreza incrementa el riesgo
- Vulnerabilidad social: cuando el grado de organización en la sociedad es deficiente, la capacidad de prevenir, mitigar y responder ante situaciones de desastres es limitada.
- Vulnerabilidad política: concentración de la toma de decisiones, centralismo
- Vulnerabilidad técnica: inadecuadas técnicas de construcción
- Vulnerabilidad ideológica: Concepción del mundo y medio ambiente, ej. fatalismo, mitos, pasividad aumentan vulnerabilidad de la población
- Vulnerabilidad educativa: falta de información sobre el medio ambiente, formas adecuadas de comportamiento en caso de amenaza
- Vulnerabilidad cultural: influencia de medios de comunicación frente a riesgos
- Vulnerabilidad ecológica: convivencia con el medio ambiente
- Vulnerabilidad institucional: rigidez de instituciones, burocracia

El INDECI ha tratado de operativizar estos conceptos en el Manual Básico de Estimación de Riesgo (2006), definiendo mecanismos para intentar medir los distintos tipos de vulnerabilidad. Sin embargo, resulta difícil delimitar cada uno de los tipos de vulnerabilidad, lo cual constituye el problema principal de este modelo.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

- Laptop
- Cámara
- Cuaderno de apuntes
- Impresora
- GPS
- lapicero

2.2. Métodos

Método del muestreo

Se recopiló información de los funcionarios del gobierno distrital encargado de la gestión del riesgo, el alcalde de la localidad y su política de gestión del riesgo.

Las fuentes de información, es decir las personas y documentos que proporcionaran la información sobre las unidades de análisis, van ser sobre todo fuentes primarias: los funcionarios del gobierno local vinculados con el tema de gestión del riesgo, el alcalde, expertos en gestión del riesgo y documentos públicos del gobierno local (documentos de gestión e información presupuestal) como la normativa nacional en materia de gestión del riesgo. Esta información se complementó con la de fuentes secundarias, principalmente las páginas web de las localidades investigadas y del gobierno provincial de Moyobamba, así como el portal de transparencia del MEF.

Tabla 2

Cantidad de viviendas

Nº	Centro Poblado	Número de Viviendas
1	Moyobamba	10621

Fuente: Estudio tarifario EPS Moyobamba S.R.L. 2015 – 2020

De este universo se definió una muestra significativa. Para ello se aplicó el método de muestreo por conveniencia, ya que se tenía un conocimiento previo de las características de la ciudad de Moyobamba. La selección se realizó bajo el siguiente criterio: Alto nivel de exposición a fenómenos naturales extremos

Seleccionando como muestra un total de 200 viviendas los mismo que han sido distribuidos en los cuatro barrios y asentamientos humanos de la ciudad de Moyobamba.

La metodología a seguir en el desarrollo del presente estudio se basa en el análisis, diseño de un escenario sísmico en la Ciudad de Moyobamba.

El desarrollo del estudio puede ser clasificado de la siguiente manera:

- Construcción conceptual de un modelo de sistema urbano.
- Documentación sobre aspectos conceptuales de la vulnerabilidad en el sistema urbano frente a los fenómenos naturales.
- Revisión y análisis de los avances teóricos y conceptuales en la construcción de indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad en sistemas urbanos.
- Establecimiento de variables indispensables, desde los conceptos de expertos, para el análisis de la vulnerabilidad por medio de la lógica difusa.

Recopilación de la información

Para obtener la información necesaria para este estudio se realizó un levantamiento de tipo catastral a fin de obtener las principales características físicas y socioeconómicas de la Ciudad de Moyobamba. La recopilación de esta información se realizó mediante encuestas.

La ficha de recolección de datos fue construida siguiendo las experiencias de otros estudios. Es sabido que, de no disponer de información de tipo catastral detallada para realizar la evaluación de la vulnerabilidad de las viviendas, se debe realizar encuestas para conocer las principales características de las viviendas y para ello se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de material de construcción
- Número de pisos
- Antigüedad

- Estado actual
- Tipo de uso
- Tipo de techo
- Daños en sismos anteriores
- Número de habitantes
- Pendiente del terreno
- Tipo de suelo
- Presencia de alero o volado
- Sistema constructivo
- Ubicación del lote en la manzana
- Preguntas sobre la resiliencia en el hogar.
- Observaciones sobre malas prácticas de construcción

Luego de recaudar toda la información necesaria, esta debe ser debidamente organizada en una base de datos SIG llamada “GEODATA BASE”, lo cual facilitará su uso.

En estas fichas, se consideró también aspectos como el reconocimiento de los principales peligros antrópicos que afectan a la ciudad de Moyobamba como los puestos de ventas de gas, grifos, ferreterías, etc. También fue importante identificar la presencia y distribución de colegios, puestos de salud, comisarias, mercados y parques. Además, se tomó especial consideración de las principales vías de la Ciudad de Moyobamba que sirven de acceso y evacuación en caso de presentarse cualquier tipo de peligro.

La ficha permitió recolectar información base para realizar la clasificación por vulnerabilidad según la metodología planteada por Cardona (2003), con esta información es posible clasificar la vulnerabilidad de las viviendas según su fragilidad, nivel de exposición a peligros antrópicos y resiliencia de sus habitantes. Estas variables proporcionan una cantidad importante de información valiosa para estudios posteriores de gestión y ordenamiento territorial.

Los resultados obtenidos en este estudio dependen única y exclusivamente de los datos contenidos en esta ficha; sin embargo, está sujeta a posibles fallas de interpretación, observación, y técnicas realizadas en campo, todas ellas posteriormente corregidas mediante el uso de material fotográfico. Esta tarea permitió realizar una reevaluación del base de datos a fin de elevar la calidad de los Resultados.

Como resultado del trabajo de campo se obtuvo importante información que fue analizada y evaluada a fin de identificar y proceder a realizar una adecuada clasificación.

La información recogida en el marco de este estudio fue analizada siguiendo los siguientes pasos:

a) **Ordenamiento de la información:** primeramente, se identificó las partes de las entrevistas que respondían a las preguntas planteadas en la guía y se vació la información en una matriz estructurada por preguntas y variables, resaltando las ideas centrales de cada respuesta. Se elaboró una matriz para cada grupo de entrevistados: funcionarios, alcalde y expertos. En un segundo momento se identificaron elementos que dan luces sobre la pregunta central de la investigación, pero que no corresponden a ninguna de las variables del estudio. Se llevó a cabo una clasificación de estos elementos, llegando a un total de 9 factores negativos para la implementación de la gestión del riesgo y 2 factores favorables. Se elaboró una matriz por cada factor, a la cual se vaciaron las declaraciones relevantes de los entrevistados, resaltando siempre la idea central.

b) **Análisis de la información:** una vez ordenada la información y resaltadas las ideas centrales, se avanzó hacia la comprensión de la variable. En caso la variable haya sido investigada desde diferentes perspectivas, el análisis se realizó por grupo de entrevistados. Asimismo, se analizaron los documentos relevantes para complementar la información levantada en las entrevistas. El análisis de las variables se estructuró en torno a las preguntas de investigación.

Luego se procedió a mirar más a detalle a los factores clave. Primero se analizaron los que tenían más menciones y luego las sueltas, pero relevantes. El análisis en esta etapa no se realizó por actor, sino de manera global.

c) **Síntesis de la variable/ factor clave:** primero se colocó las ideas más importantes por variable, resaltando las diferencias y similitudes en las percepciones existentes entre los grupos de entrevistados y dentro de un mismo grupo. Luego se procedió a formular una breve afirmación por cada variable, tipo una síntesis global. Igualmente se colocaron las ideas más importantes por factor clave, realizando las diferencias de opiniones.

d) Definición de las dimensiones de los resultados de la investigación: en un primer momento se revisó los factores clave en cuanto a su aporte para responder alguna de las cuatro preguntas de investigación. Luego, en base del conjunto de variables estructurados en torno de las preguntas de investigación y los factores clave restantes, se realizó un análisis global para responder la pregunta central de la investigación: ¿por qué la gestión del riesgo es tan inefectiva a nivel local?

e) Conclusiones y recomendaciones: se formularon conclusiones sobre las causas de una pobre implementación de la gestión del riesgo a nivel local que difícilmente se pueden superar, así como sobre elementos que pueden ser atacados en el marco del SINAGERD.

En este sentido, se formuló las recomendaciones sobre los elementos que tienen potencial de mejora.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Elaboración de una base de datos

La base fundamental en cualquier estudio de riesgo sísmico, es sin duda contar con las características físicas, estructurales, sociales y económicas del lugar en estudio, indispensables para evaluar la vulnerabilidad sísmica, y con esto estimar el daño probable que pueden sufrir como consecuencia de un sismo. De esta misma forma, se requiere conocer las características del suelo en donde se encuentran localizados los elementos de estudio, debido a que los efectos locales pueden ser causantes de un mayor daño. Esto obliga a realizar un análisis de la información requerida por la metodología propuesta y de la información disponible para saber si es factible llevar a cabo el estudio.

De acuerdo a la información recolectada, se ha evaluado, un total de 200 viviendas.

a) Distribución de viviendas según el material de construcción

Las viviendas de la Ciudad de Moyobamba han sido construidas con materiales como madera, adobe / tapia, ladrillo / bloque de cemento, quincha, piedra y otros. Cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3

Porcentaje de viviendas según el material de construcción

Material	N° de viviendas	%
Ladrillo / bloque de cemento	127	63.50
Adobe / tapia	8	4.00
Madera	12	6.00
Quincha	45	22.50
Otros	8	4.00
Total M	200	100.00

- Ladrillo / bloque de cemento: El 63.50 % de las viviendas de la Ciudad de Moyobamba fueron construidas con ladrillo y se encuentran distribuidas en casi toda la zona urbana y periurbana de la ciudad. En muchos casos estas sirven de hoteles, restaurantes, bares, etc., en especial en los meses de fiestas costumbristas cuando la Ciudad de Moyobamba es visitado por gran cantidad de turistas.

- Adobe / tapia: El 4.00% de las viviendas de la Ciudad de Moyobamba fueron construidas con adobe / tapial. Actualmente, este tipo de material es muy poco usado por los pobladores debido a que existen otros mucho más resistentes y económicos. Muchas de estas viviendas son muy antiguas y representan un gran peligro en caso de sismo. Estas viviendas están distribuidas en toda la zona urbana y periurbana de la ciudad.

- Madera: El 6.00% de las viviendas de la ciudad de Moyobamba, los mismo son distribuidos en la ciudad, especialmente en los alrededores, en el Sector Azungue, Sector Coccocho y asentamientos humanos.

- Quincha. El 22.50% de las viviendas de la ciudad de Moyobamba tiene este material, ubicadas en los barrios y asentamientos humanos de la ciudad. Estas viviendas cuentan con techo de calamina.

- Otros (Considerados los construidos con material de ladrillo o material noble con ampliaciones de madera y fierro, con techo de teja y calamina, de piedra, estera, etc.). 4.00%. Estas viviendas han sido ubicadas dispersas en toda la ciudad. Unos de los casos es el FONAVI II.

b) Clasificación de las viviendas de Moyobamba según su antigüedad:

La información recolectada permitió realizar la clasificación de las viviendas según su antigüedad en viviendas con menos de 15 años, entre 16 y 37 años y más de 38 años.

De acuerdo a la información recolectada se ha evaluado un total de 200 viviendas y distribución porcentual de acuerdo a su antigüedad.

- 0 – 15 años: El 63 % de las viviendas de Moyobamba son de este tipo y gran parte de estas se ubican en la zona urbana y periurbana de la ciudad.

- 16 – 37 años: El 33 % de las viviendas de Moyobamba son de este tipo, y gran parte de estas se ubican en casi toda la ciudad. Estas viviendas han soportado sismos de gran magnitud como que se experimentó en el año 1990 y 1991; por lo tanto, se debe suponer que estas viviendas presentan daños en su estructura interna debido a estos sismos.
- 38 a más años: el 4% de las viviendas de Moyobamba son de este tipo y gran parte de estas se ubican en la parte céntrica y periurbana de la ciudad. Algunas viviendas con más de 50 años de antigüedad, en su mayoría son hospedajes y albergan gran cantidad de turistas en los meses de junio y fin de año.

c) Clasificación de viviendas según su estado de conservación:

La información recolectada permitió realizar la clasificación de las viviendas en función de su estado de conservación en viviendas en buen estado, viviendas en mal estado, viviendas en estado regular y viviendas en construcción.

- Viviendas en buen estado: el 63% de las viviendas de Moyobamba se encuentran en buen estado, estas han recibido mantenimiento o han sido recientemente construidas. Estas viviendas se encuentran principalmente en el barrio de Zaragoza y Lluyllucucha.
- Regular: el 19 % de las viviendas de Moyobamba se encuentran en estado regular, y muchas no han recibido mantenimiento en mucho tiempo, aunque no presentan daños visibles.
- Malo: el 18 % de las viviendas de la ciudad de Moyobamba están en mal estado debido a que no han recibido mantenimiento y por ello presentan rajaduras visibles, estas viviendas se encuentran dispuestas en las afueras de la ciudad.

d) Clasificación de viviendas según su estado de daño por sismos

Las viviendas de Moyobamba, según su nivel de daño producido por sismos anteriores, se clasifican de la siguiente manera:

- Con daños: El 16% de la Población de la ciudad de Moyobamba presentan daños en sus viviendas producto de la ocurrencia del sismo de 1990 y 1991. En Moyobamba muchas viviendas quedaron con serios daños, lo cual las hace inhabitables.
- Sin daños: El 84% de las viviendas de Moyobamba no presentan daños en sus viviendas, habiendo soportado sin problemas el sismo de 1990 y 1991, o han sido reemplazadas.

e) Clasificación de peligros antrópicos

En Moyobamba, existen varios peligros de los denominados antrópicos, estando muchos de ellos almacenados en el interior de las viviendas, lo cual incrementa su vulnerabilidad del distrito. Entre los principales peligros se ha identificado los siguientes:

- Grifos y depósitos de gasolina: El almacenamiento de gasolina, petróleo o algún tipo de aceite hacen de las viviendas lugares muy vulnerables debido a la exposición a incendios y explosiones. En Moyobamba existen grifos; que abastecen de combustible a transporte público y a automóviles en general, ubicados en el centro y periferie de la ciudad de Moyobamba.
- Ferreterías: El almacenamiento de pinturas en ferreterías hace de las viviendas lugares muy vulnerables debido a la exposición de estos a incendios.
- Puestos de venta de gas: El almacén de este tipo de combustibles hace de la vivienda y/o adyacentes lugares muy vulnerables debido a la exposición de estos a incendios y/o explosiones.
- Antenas de telefonía celular: Esta antena se ubica entre Jr. Alonso de Alvarado y Jr. Benavides. Esta antena hace de las viviendas adyacentes lugares vulnerables debido a la exposición de estos al desplome.
- Centro de acopio de basura: El almacenamiento de residuos inflamables como plásticos y papeles hace de las viviendas adyacentes lugares muy vulnerables debido a la exposición de estos a incendios. En Moyobamba se encontró que existen los recicladores informales que almacena este tipo de materiales.

f) Clasificación de viviendas de Moyobamba según el nivel de resiliencia de la población

Las viviendas de Moyobamba, según sus variables de resiliencia, fueron clasificados de la siguiente manera:

- Tipo de comercio: Se tomó la información proporcionada por la Gerencia de Desarrollo Económico de la Municipalidad Provincial de Moyobamba. Siendo estos de tipo vecinal y zonal. Esta información permitió determinar la capacidad adquisitiva de las familias y de esta manera, conocer si ellas están en capacidad de afrontar

económicamente un eventual sismo. Esta variable es conocida también por el INDECI como vulnerabilidad económica.

- Nivel de preparación: Esta variable se evaluó mediante encuestas tomadas en campo y tiene como objetivo determinar el nivel de preparación de los pobladores de Moyobamba ante la ocurrencia de sismos. Se observó que gran parte de las personas encuestadas, mostraban un bajo nivel de preparación ante sismos, debido a que no han participado en simulacros locales, aparte de los programados por Defensa Civil. En algunos colegios, en donde se realizó este ejercicio, se llegó a la conclusión que gran porcentaje de los colegios carecen de información y preparación. Esta variable es conocida por el INDECI como “vulnerabilidad cultural” y se evaluó en campo mediante la siguiente pregunta: ¿ha participado en algún simulacro?

- Trabajo de prevención: Esta variable se evaluó mediante las encuestas tomadas en campo para determinar el nivel de intervención en Moyobamba de instituciones como ONG'S o INDECI. Esta variable es de vital importancia debido a que, al no haber trabajos de mitigación, los efectos de los sismos serán mayores. De las personas encuestadas se pudo observar que Moyobamba no han sido beneficiado con ningún tipo de obra de preparación. Esta variable es conocida por el INDECI como vulnerabilidad institucional y se evaluó en campo mediante la siguiente pregunta: ¿Se han realizado obras de prevención en Moyobamba?

3.1.2. Características de los sismos e identificación de posibles amenazas.

La recopilación de datos para la realización del presente estudio, considera en este caso la información referente al comportamiento dinámico del suelo (CDS) disponible para la ciudad de Moyobamba. Esta información es parte del mapa de riesgos de la ciudad de Moyobamba (Proyecto INDECI -PNUD PER /02/051 Ciudades Sostenibles) y específicamente se trata del estudio de tipificación de suelos del distrito, considerando los aspectos sísmicos de la ciudad.

Condiciones locales de sitio

Las condiciones locales de sitio son uno de los principales factores responsables de los daños sufridos en las edificaciones durante la ocurrencia de sismos. La amplificación

sísmica es un efecto de las condiciones locales del sitio y es fuertemente dependiente de las condiciones sísmicas, geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de las zonas en estudio.

a) Información de mecánica de suelos. Los suelos de la ciudad de Moyobamba se distribuyen de la siguiente manera: En el sector noreste y noroeste que comprende los barrios de Zaragoza, Calvario, Belén y Lluylucucha que corresponde a la parte alta de mayor relieve, los suelos predominantes son arcillas de coloración rojiza amarillento y grisáceo por debajo de los 3 metros de profundidad, la litología cambia a arena limosa y arena arcillosa. En el sector Shango y el sector recodo la topografía disminuye, en cuya parte inferior predominan suelos arenosos con nivel de agua freática alta, con riesgo de licuefacción de arenas en caso de sismo; similar a la zona conocida como Tahuishco en la cercanía del río Mayo.

En el sector Sur Oeste y Sur Este, actual zona de expansión urbana, la parte superficial del suelo es una arcilla con similares características a las anteriores y en la parte inferior, el suelo cambia a arena arcillosa de color blanquecino, presentando en algunos casos cierto contenido orgánico. Ver anexo N° 04: Clasificación de suelos. Los mismos que han sido determinados a través de calicatas distribuidas en la ciudad de Moyobamba. Ver Anexo N° 03: Ubicación de calicatas.

b) Peligros geotécnicos. Los fenómenos de origen geotécnico que se han tomado en cuenta para el análisis de su ocurrencia en el área de estudio es:

Fenómenos de origen geotécnicos.

Falla por corte y asentamiento del suelo (Capacidad Portante). Se producen en el suelo de Cimentación que presenta una baja capacidad portante y en donde los esfuerzos actuantes inducidos por una estructura de cimentación de alguna obra específica, pueden ocasionar la falla por corte y asentamiento del suelo. Un suelo con una capacidad portante de 1.50 Kg. /cm². Como mínimo se le considera aceptable para una cimentación común y para valores menores se deberá tener un especial cuidado debido a la posibilidad de una drástica reducción de la capacidad portante en condiciones dinámicas y amplificación de ondas sísmicas.

Cambio de volumen por cambios en el contenido de humedad. Se producen en el suelo de cimentación con un alto contenido de humedad natural, un alto límite líquido y un alto índice plástico. En aquellos suelos en donde el índice plástico sea mayor al 15% es posible que se produzcan cambios moderados de volumen por cambios de contenido de humedad y que ocurren en las épocas más secas y calurosas del año.

Evaluación de peligros geotécnicos. Los peligros de origen geotécnico de mayor incidencia en la ciudad de Moyobamba se dan por las siguientes razones:

- Falla por corte y asentamiento del suelo (Capacidad portante).
- Cambios de volumen por cambios de contenido de humedad.

Zonificación de peligros geotécnicos. La zonificación de peligros de origen geotécnico para la ciudad de Moyobamba se presenta en el Plano N° 08 Ver anexo N° 05, para lo cual se han establecido 3 zonas:

Zona de peligro medio. Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente suave a moderada con nivel freático profundo, la capacidad portante es de 1.00 Kg. /cm² a 1.50 Kg. /cm²

Zona de peligro alto. Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente suave a fuerte, cauces de ríos, quebradas y áreas adyacentes donde se tiene nivel freático medio (de >4 m), la capacidad portante se encuentra entre 0.50 Kg. /cm² a 1.00 Kg. /cm²

Zona de peligro muy alto. Son aquellas áreas donde el terreno es de pendiente fuerte a muy fuerte, cauces de ríos y quebradas y áreas adyacentes, donde se tiene nivel freático superficial (de <0.50 m), la capacidad portante se encuentra es <0.50 Kg. /cm². En estos suelos la disminución de la capacidad portante por efecto sísmico es muy alta.

c) Evaluación del potencial de licuación en la ciudad de Moyobamba.

CISMID, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú. En el sondaje analizado realizado en el sector Tahuishco, el análisis de licuación indica la ocurrencia del fenómeno a partir del nivel freático hasta los 8 m de profundidad. En el sector Azungue y la Quebrada Shango, de similares características geotécnicas, el análisis indica la ocurrencia de licuación desde la superficie hasta los 8 a 10 m de

profundidad. En general, todos los casos analizados indican la ocurrencia de licuación de los estratos arenosos de estas zonas bajas de Moyobamba; ya sea por uno o más de los métodos aplicados, es decir para FRL menor que 1. Ver Anexo N° 06.

La comparación de los resultados de este estudio, con la documentación del fenómeno ocurrido en Moyobamba durante los sismos pasados, indica que existe correlación entre las zonas donde se reporta licuación y el análisis realizado en los sondajes efectuados en estos mismos lugares. En consecuencia, los métodos simplificados de evaluación del potencial de licuación han sido validados con las evidencias del fenómeno durante los sismos del Alto Mayo.

d) Aspectos sísmicos. En este caso se ha tomado como referencia la información del Mapa de Peligro de la ciudad de Moyobamba, Proyecto INDECI -PNUD PER /02 /051 Ciudades Sostenibles, del mismo que ha considerado lo siguiente:

El Territorio Peruano forma parte de una de las regiones de más alta actividad sísmica de la tierra, la cual pertenece al Cinturón del Circumpacífico, y por lo tanto está expuesto al peligro que ella representa.

Por esta razón es imprescindible para la planificación y diseño de obras de ingeniería efectuar estudios de sismicidad y riesgo sísmico en las obras proyectadas.

En esta parte se efectúa la revisión de la actividad sísmica ocurrida en el pasado, así como algunos resultados e interpretaciones de carácter preliminar, referentes a los valores máximos de aceleraciones y períodos de retornos para diferentes intensidades en la escala modificada de Mercalli, de sismos que pueden ocurrir en la región de estudio.

Fallas: Se pueden distinguir 2 sistemas importantes de fallas: Las fallas longitudinales concordantes con la estructura andina regional, y fallas transversales al rumbo andino, de recorrido corto.

Fallas longitudinales:

Falla Campana: Se encuentra en el franco oeste de las montañas Ayu Mayu limitando al anticlinal Campana- Caspizapa. Es una falla inversa de rumbo N 30° O, que tiene

40Km. De largo; que ha levantado el bloque oriental conformado por la formación Sarayaquillo y el grupo oriente contra la formación Chambira, hasta la altura de Roque. Luego sigue un rumbo N 30° E, a lo largo de 10 Km. Levantando el domo de campana contra el sinclinal Lahuarpia.

Falla Gera: Es una estructura asociada al esfuerzo tensional distensivo del anticlinal de Moyobamba, que se encuentra en el límite oriental. Levanta a las areniscas y lodositas rojas de la formación Sarayaquillo conjuntamente con el grupo oriente, en tanto que el bloque Este ha bajado la formación chonta. Se infiere que esta falla es la que marca en parte el cambio morfológico entre las montañas y la depresión del Alto mayo. Su dirección aproximada es de N 10° O, alcanzando una longitud aproximada de 20 Km.

Fallas transversales: Este tipo de estructura es frecuente en el cuadrángulo de Moyobamba, asociadas a los cambios de rumbo de las estructuras longitudinales. En general ocasionan inflexiones locales que deben necesariamente estar relacionadas a las estructuras mayores de extensión regional, ya que tienen orientación similar o conjugada. Por su cercanía y sus características se pueden relacionar con sistemas de fallamiento de la corteza en profundidad.

Falla Yanayacu: Tiene una orientación N 60° a 80° E, y una longitud aproximada de 40 Km. Estrechamente relacionada a los cuerpos salinos de Yanayacu y Gera. Existe un sistema de fallas paralelas, distribuidas ampliamente al Sureste del domo de Yanayacu, que tiene mayor densidad al Este del Valle del río Mayo. Otra falla de comportamiento similar es la falla Canaan, que sigue un rumbo E-O, se prolonga al cuadrángulo de Rioja afecta a rocas cretácicas y paleógenas y está asociada al domo Mayo. Tiene una longitud aproximada de 30 Km.

Sismotectónica de la Región de Estudio

El área en estudio se ubica en una zona subandina (selva alta), en donde afloran rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas de origen continental, tectonizadas por pliegues y fallas a fines del terciario y durante el cuaternario. Geodinámicamente, en esta zona subandina se concentró la deformación que libera los esfuerzos producidos por el acercamiento entre el bloque andino y el escudo brasileño. La depresión tectónica de mayo, donde se desarrolla el amplio valle del Río Mayo, está flaqueando por las cadenas

de cerros pertenecientes a levantamientos tectónicos: cordilleras Cahuapana y cordillera oriental.

La cordillera Cahuapana, que corresponde a un levantamiento tectónico conformada por la cadena de cerros que separa el valle de Río Mayo del llano Amazónico. Se extiende longitudinalmente como prolongación de la cordillera companquiz en el norte y continúa hacia el sur con la cordillera Angaiza y las fallas del mismo nombre, al NE de la ciudad de Moyobamba, al que se asocia el origen del sismo de Moyobamba 1968 y 1991. La cordillera oriental constituye un gran movimiento tectónico que en su borde nororiental limita con la depresión del mayo por una gran falla inercia tipo sobreescurreamiento que pone en contacto las rocas calcáreas jurásicas (Grupo Pucará) con areniscas más jóvenes (formación Aguas Calientes y Cuchabatay).

Asociado a esta unidad morfoestructural, existen fallas geológicas con orientación NW – SE que corren paralelas a la cadena de cerros Pucatambo, en las rocas calcáreas las cuales se asocian al sismo de 1990.

En esta zona los sismos son superficiales (25 – 60 Km.) e intermedios (hasta 300 Km.). La existencia de fallas antiguas que no muestran evidencias de activación reciente hacía pensar que el origen tectónico de los últimos sismos sea discutible, de manera que los sismos superficiales continentales a la fecha no pueden ser asociados a fallas activas. Castro Bastos, quien ha hecho estudios geológicos de la zona piensa que se trata de fallas de superficie de plegamientos hasta los planos profundos de los escurrimientos que son solamente causas de terremotos pequeños y locales.

En estudios futuros de riesgo sísmico que se efectúen en áreas con influencia sísmica de las fallas enunciadas, es recomendable evaluar éstas como una fuente sismogénica con caracteres propios de recurrencia y potencialidad, para de este modo reflejar con mayor realismo el peligro sísmico.

Historia sísmica de la Región.

La fuente de datos sobre las intensidades sísmicas proviene del trabajo de Silgado (1978). Los sísmicos más importantes que afectaron la región y cuya historia data de

los últimos años ha permitido conocer que la intensidad máxima, en la escala modificada de Mercalli (EMM) de los sismos que han ocurrido en esta zona es del orden de VI a VII grados (Mapa Geológico Sismotectónico), el último sismo ocurrido el 04 de abril de 1991 cuyo epicentro se localizó aproximadamente a 30 Km.

Al noreste de la ciudad de Moyobamba, en las cercanías del cerro Angaisa, conocido como morro de Angaisa. Las localidades más afectadas estuvieron ubicadas en las provincias de Moyobamba y Rioja. En Moyobamba aproximadamente el 90% de las edificaciones de tapial fueron destruidas.

La zona de Topografía baja de la planicie en la que se encuentra la ciudad de Moyobamba, sufrió fallas en el suelo por efecto de las vibraciones sísmicas en suelos arenosos y con nivel freático alto. Este fenómeno ha causado daños materiales y personales en los sectores de tahuishco, azungue y shango.

Otro problema hecho evidente, durante este sismo, lo ocurrido en la zona de taludes que rodean a la ciudad de Moyobamba, habiéndose detectado deslizamientos y grietas en el terreno. Los distritos de Yántalo y Calzada también fueron seriamente afectados, habiéndose destruido un gran porcentaje de edificación que en su mayoría eran de tapial.

3.1.3. Escenario de riesgo de sismo en función del peligro y vulnerabilidad

Considerando que muchas las ciudades que se ubican en el Perú han sido y serán afectadas por peligros naturales como los sismos. En este estudio se propone un escenario de riesgo de desastre para Moyobamba, tomando como base el análisis de sus componentes, todos clasificados según su nivel de influencia en la composición del riesgo y cuyos conceptos y características se desarrollan a continuación.

- Determinación de peligros naturales. Para la determinación de los peligros naturales se ha identificado la posible ocurrencia de los sismos, y para lograr disponer de una base de datos que identifique cuáles son esos peligros, es necesario verificar la información disponible. Para esto se consideró necesario definir la base de datos contenida en los mapas de regionalización sísmica. Ver Anexo N° 02.

- Determinación de la vulnerabilidad. Para determinar la vulnerabilidad es necesario considerar tres factores: la fragilidad, la exposición y la resiliencia. Esta clasificación corresponde a la propuesta de Cardona (2003), y que viene siendo usada en muchos estudios a nivel nacional e internacional, esta metodología permite dividir los problemas de riesgo por sismo en tres grandes bloques, y que en un futuro, un grupo multidisciplinario podrá resolver en una gestión preventiva para estimar el nivel de vulnerabilidad de Moyobamba, ha sido necesario determinar niveles de fragilidad, exposición y resiliencia de sus viviendas y habitantes, y para ello se ha utilizado un método de evaluación de vulnerabilidad empírico como es la metodología propuesta por Saaty (1980) denominada AHP.

La metodología AHP permite realizar un análisis multicriterio considerando la descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenando estos componentes o variables en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia y, finalmente los sintetiza para determinar qué variables tienen la más alta prioridad. Esta fundamentada sobre una base teórica simple pero sólida ya que propone una manera de ordenar el pensamiento analítico y de la cual destacan tres principios; construcción de las jerarquías, establecimiento de prioridades y principio de consistencia lógica.

- Construcción de las jerarquías: son aquellas que conducen un sistema hacia un objetivo deseado como la solución de conflictos, desempeño eficiente o la determinación de un escenario. El esquema jerárquico está compuesto por:
 - Objetivo o foco: Es lo que se espera resolver, el objetivo principal.
 - Criterios: son los elementos que definen el objetivo principal.
 - Subcriterios: son los elementos cuantificables que definen el criterio debajo del cual se encuentran.
 - Alternativas: son diferentes soluciones o cursos de acción.

- Establecimiento de prioridades: El cálculo de la prioridad se realiza en función de comparaciones a pares con respecto a un criterio dado.

Tipos de comparaciones apareadas:

- a) Importancia: Apropiado cuando se comparan criterios entre sí.

- b) Preferencia: Apropiado cuando se comparan alternativas.
- c) Más probable: Usado cuando se compara la probabilidad de los resultados, ya sea con criterios o alternativas

Las comparaciones permiten crear una matriz para cada criterio o subcriterio de la jerarquía y que permita determinar la prioridad, de los elementos de su nivel inmediatamente inferior; es decir, comparar por pares los elementos del nivel inferior, usando una escala de proporciones. (Tabla 4, Escala de Saaty).

Tabla 4

Escala de Saaty

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual Importancia	Actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada Importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	$a_{ij}=1/a_{ji}$	Hipótesis del método

a) Vulnerabilidad según su el tipo de material de construcción. Clasificación de la vulnerabilidad: Esta clasificación se basa en el estudio propuesto por Sauter, (2000) y considera las relaciones promedio de daños para diferentes materiales de construcción según la intensidad sísmica a la que es expuesta en la escala de Mercalli. Con esta clasificación se busca hacer la diferencia entre los diferentes tipos de materiales usados en la construcción y determinar su influencia en el escenario de sismo.

Resultado: Luego del análisis AHP, se presenta los valores de vulnerabilidad para las viviendas de Moyobamba. De acuerdo, a esto el mayor peso corresponde a las

construcciones de adobe / tapia y el menor valor corresponde a las viviendas de ladrillo / bloque de cemento. Esto significa que, en Moyobamba, las construcciones de adobe / tapia representan un gran problema para las personas que la habitan, y a las construcciones aledañas.

b) Vulnerabilidad estructural según su antigüedad. Clasificación de vulnerabilidad: Para clasificar el nivel de vulnerabilidad de las construcciones de Moyobamba según su antigüedad, se ha considerado tres periodos de tiempo:

- 0 – 15 años: El 63 % de las viviendas de Moyobamba son de este tipo y gran parte de estas se ubican en la zona urbana y periurbana de la ciudad.
- 16 – 37 años: El 33 % de las viviendas de Moyobamba son de este tipo, y gran parte de estas se ubican en casi toda la ciudad. Estas viviendas han soportado sismos de gran magnitud como que se experimentó en el año 1990 y 1991; por lo tanto, se debe suponer que estas viviendas presentan daños en su estructura interna debido a estos sismos.
- 38 a más años: el 4% de las viviendas de Moyobamba son de este tipo y gran parte de estas se ubican en la parte céntrica y periurbana de la ciudad. Algunas viviendas con más de 50 años de antigüedad, en su mayoría son hospedajes y albergan gran cantidad de turistas en los meses de junio y fin de año.

Resultado: luego del análisis AHP, los valores de vulnerabilidad para las viviendas de la ciudad de Moyobamba. De acuerdo, a esto el mayor peso corresponde a las construcciones de 38 años a más, seguido por las viviendas de antigüedad de 16 a 37 años, esto porque han soportado sismos de gran magnitud como que se experimentó en el año 1990 y 1991; por lo tanto, se debe suponer que estas viviendas presentan daños en su estructura interna debido a estos sismos.

c) Vulnerabilidad según el estado de daño de viviendas por sismo.

Clasificación de vulnerabilidad: Debido a la ocurrencia de sismos anteriores, muchas viviendas de Moyobamba han sufrido serios daños, en especial debido al sismo del año 1990 y 1991, que al poco tiempo se desplomaron, y otras quedaron en mal estado, evidenciándose estas fallas en las rajaduras que presentan las paredes, techos, pisos, etc.; se clasificó en tres tipos:

- Bueno: estas construcciones han sido construidas recientemente y se encuentran en aparente condición óptima para soportar un sismo de gran magnitud.
- Regular: construcciones que tienen varios años de construcción y por su falta de mantenimiento, son más vulnerables a un evento sísmico.
- Malo: estas construcciones se encuentran en estado ruinoso por ende son más vulnerables a un evento sísmico de gran magnitud.

Resultado: luego del análisis AHP, se presenta los valores de vulnerabilidad para las viviendas de Moyobamba. De acuerdo, a esto el mayor peso corresponde a las construcciones de estado malo y el menor valor corresponde a las viviendas que no tienen daños.

d) Vulnerabilidad sísmica por resiliencia. Se realizará la clasificación de las vulnerabilidades en función a la resiliencia teniendo en cuenta las variables desarrolladas anteriormente:

Resultado: luego del análisis AHP, se presenta los valores de vulnerabilidad para las viviendas de Moyobamba. De acuerdo, a su nivel de resiliencia, el mayor peso corresponde a la población de que realiza un comercio vecinal y el menor valor corresponde a la población que realiza un comercio zonal.

Cálculo de riesgo:

Según el INDECI, para el cálculo del riesgo se debe usar una matriz donde se pueda correlacionar las variables de peligro y vulnerabilidad a fin de llegar a un escenario común donde se pueda evaluar los daños.

El criterio analítico, llamado también matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la relación siguiente:

$$R = P \times V$$

El criterio descriptivo, se basa en el uso de una matriz de doble entrada “Matriz de peligro y vulnerabilidad” y para tal efecto, se requiere que previamente se haya determinado los niveles de probabilidad de ocurrencia del peligro identificado y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente. Con ambos porcentajes, se interrelaciona, por un lado (vertical) el valor y nivel estimado del peligro y por otro (horizontal) el nivel de vulnerabilidad promedio determinado la tabla siguiente:

Tabla 5

Matriz de riesgo sísmico

Peligro muy alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
Peligro alto	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo Alto	Riesgo muy alto
Peligro medio	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo Alto
Peligro bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Con intersección de los valores peligro vulnerabilidad se podrá estimar el nivel de riesgo esperado.

Por otro lado, una vez disponible la información sobre la vulnerabilidad y el peligro de cada vivienda, es necesario compáralos en una matriz de doble entrada para realizar el cálculo del riesgo de desastre en la ciudad de Moyobamba.

Tabla 6

Resultado finales – Nivel de riesgo

	N° de viviendas	N° de habitantes	%
Bajo	7479	37395	59.27
Medio	2586	12930	20.49
Alto	1035	5175	8.20
Muy alto	1519	7595	12.04
Total	12619	63095	100.00

Tabla 7*Niveles de riesgo*

Bajo	Las viviendas de menor antigüedad de 0 a 15 años, de material de construcción de ladrillo / bloque de cemento, las ubicadas en zona de peligro medio.
Medio	Las viviendas de antigüedad entre 15 a 37 años, de material de ladrillo / bloque de cemento, ubicadas en zona de peligro medio.
Alto	Las viviendas de mayor antigüedad mayores a 37 años, material de construcción precario, ubicadas en zonas peligro medio y alto.
Muy alto	Las viviendas de mayor antigüedad mayores a 37 años, material de construcción precario, ubicadas especialmente en zonas peligro muy alto.

En la tabla se observa los resultados finales del estudio, en la cual se tiene un 12.04 % y 8.20 % del riesgo muy alto y alto respectivamente, los mismo que deberían recibir atención de las autoridades gestadoras del riesgo del Distrito y Provincia de Moyobamba.

3.2. Discusión de resultados

(Kuroiwa et. al, 1973), señalan que, la gran actividad sísmica en nuestro territorio ha cobrado siempre sus mayores víctimas en las construcciones de adobe. “... Más del 90 por ciento de los edificios dañados eran de adobe y su colapso causó más de 40,000.00 muertes”. Por otro lado, sin embargo, algunas construcciones de adobe resistieron sorprendentemente, los embates del sismo.” En Coishco (Departamento de Ancash), a 40 kilómetros del epicentro y sobre terreno rocoso, el daño fue mínimo y muchas de las construcciones de adobe sobrevivieron y están habitadas”. Debe aceptarse, entonces, que existen ciertas condiciones bajo las cuales este tipo de construcción puede ofrecer un comportamiento “satisfactorio” ante sismos severos.

Al igual que fue establecido en el presente estudio, en la que las viviendas con material de construcción de adobe son las más vulnerables ante los sismos, ocasionado con ello las posibles pérdidas de vidas.

(Morales et. al, 2016), sintetizan la información disponible sobre construcciones de adobe en formas de normas de diseño que permitan proyectar con este material, satisfaciendo los objetivos expuestos, en la mejor forma posible.

Estudiaron, primeramente, el comportamiento sísmico de las construcciones de adobe con énfasis principal en la detección de los mecanismos de falla, lo que permitió identificar los tipos de esfuerzos que era necesario estudiar principalmente. Se estudió luego experimentalmente, algunas de las propiedades mecánicas de la albañilería de adobe, especialmente su resistencia, bajo diferentes solicitaciones. En base a esos estudios se estableció los esfuerzos admisibles para el diseño.

Finalmente, usando información de diversas fuentes y cálculos adicionales prepararon una propuesta de normas para el diseño de estas construcciones. Es en ese contexto, que la Tesis aportará un método analítico, que servirá de modelo en la aplicación de cálculos antisísmicos en el diseño de una vivienda de adobe.

La situación particular del territorio peruano en el contexto tectónico global, ha implicado una serie de medidas de parte de las instituciones públicas y privadas. A esto se suma el proceso de expansión urbana que conduce a la ocupación de los suelos inadecuados (Kuroiwa et. al, 1973).

La evolución del riesgo de desastres en el Perú está marcada por dos tipos de eventos que se suceden en el tiempo: los desastres naturales y las políticas frente a ellos. La tragedia de Yungay en mayo 1970 marca el inicio de las políticas de atención y gestión de crisis. Luego, el 28 de marzo de 1972, el Decreto Ley 19338 crea el Sistema de Defensa Civil (SIDECI, más tarde SINADECI). Este decreto, que promulga la Ley de Gestión de Desastres, considera el desastre como una situación natural en la que los actores se comportan de forma reactiva ante un desastre inminente. Este sistema, vigente hasta el año 2011, carecía de mecanismos para asegurar que las autoridades cumplan sus funciones dentro del marco regulador de la función pública, así como una tendencia al ignorar la delimitación de responsabilidades entre los niveles sectorial, regional, provincial y distrital (INDECI, 2005). Por ello en el presente estudio se determinó escenarios que consideran los factores como la calidad de suelo, tipo de estructura, distribución de peligros antrópicos y resiliencia.

“Caracterización de la vulnerabilidad integral en la margen izquierda del Río Rimac”.
PROYECTO: "Reducción de la vulnerabilidad en la Margen izquierda del Río Rímac- Cercado de Lima- Lima" MIRR. En esta investigación está relacionado a la reducción de la vulnerabilidad física, considerando una intervención integral y holística para enfrentar la vulnerabilidad desde diferentes ángulos. Como parte de esta estrategia se propuso direccionar proyectos de intervención desde la dimensión social económica, la dimensión física – urbano ambiental como ejes temáticos de intervención y ejes transversales como el del fortalecimiento de capacidades, la equidad de género y generacional para la gestión del desarrollo. Al igual en la investigación se pudo identificar que en el proceso de recuperación tiene que intervenir las áreas encargadas en gestión de riesgos de la Municipalidad,

Este estudio generalizó la posible ocurrencia de peligros como sismo y/o geológicos y el cómo minimizar los efectos de estos en la margen izquierda del Río Rímac. Se realizó el análisis de las viviendas, suelos, a fin de encontrar zonas de mayor riesgo y con este, tomar medidas para evitar efectos secundarios. Este estudio provee información importante debido a la gran cantidad de personas que habitan en la margen izquierda del río Rímac. En el estudio también se consideró el análisis de los tipos de viviendas el material con el que está construido.

CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio ha permitido obtener las siguientes conclusiones:

- Se logró elaborar la base de datos de la ciudad de Moyobamba, en la cual se consideró las siguientes variables: sobre la distribución de viviendas según el material de construcción, el mayor porcentaje es en el tipo ladrillo / bloque de cemento (63.50%) y el menor de adobe / tapia (4.00%) siendo el material más vulnerable; sobre la antigüedad, el mayor porcentaje (63%) es el que tiene de 0 a 15 años de antigüedad y el menor de 38 a más años; con respecto al estado de conservación, se obtuvo que la gran mayoría (63%) de las viviendas que se encuentran en buen estado y un 18% de viviendas se encuentran en mal estado; sobre su estado de daño por sismos, la gran mayoría de las viviendas han soportado o han sido reemplazadas; se observó peligros antrópicos, como la venta de combustible, presencia de antena, y otros que pueden causar daños ante un sismo y sobre la resiliencia de la población, se obtuvo que está dado por el comercio vecinal y zonal, así mismo que cuentan con preparación impartida por Defensa Civil del Gobierno Regional y Municipalidad Provincial de Moyobamba.
- La característica sísmica de la ciudad de Moyobamba está dada por el tipo de suelo, los fenómenos de origen geotécnico y la licuación en la ciudad. Los aspectos sísmicos fueron determinados por el mapa de peligro, en la que se identificó dos fallas; fallas longitudinales (Campana y Gera) y fallas transversales (Yanayacu). Siendo lo mismo por estar la ciudad de Moyobamba sobre estas fallas amenazas de posibles sismos. Otra posible amenaza está relacionada con la vulnerabilidad del material de construcciones de viviendas, su ubicación y su antigüedad.
- Se logró determinar el escenario de riesgo en función al peligro y la vulnerabilidad, siendo este el sector más vulnerable Azungue, Shango, parte del sector Tahuishco, que al ocurrir un sismo de gran magnitud ocasionaría pérdidas de viviendas y posibles vidas en un 20 % aproximadamente de la ciudad de Moyobamba.

RECOMENDACIONES

A fin de complementar los resultados obtenidos de este estudio y a la vez proponer mejoras en la gestión de riesgo en Moyobamba, es necesario realizar las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda reforzar la capacidad de resistencia de las construcciones con altos niveles de vulnerabilidad, que se encuentren en estado ruinoso, presenten daños estructurales por sismos anteriores, de gran antigüedad y las que son de adobe.
- De ocurrir un sismo de gran magnitud, y de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio en cuanto a la vulnerabilidad, se recomienda a los bomberos, policías y voluntarios, prestar mayor atención y servicios de rescate y búsqueda en las viviendas ubicadas en la zona céntrica y/o comercial de la ciudad, debido a que son zonas de alto riesgo, podrían necesitar mayor atención.
- Se recomienda a la Municipalidad de Moyobamba, realizar obras de prevención, talleres de educación y proporcionar ayuda técnica, para que la población construya viviendas más resistentes y sea de esta manera, más resiliente en caso de la ocurrencia de sismos de gran magnitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A. Hidalgo, A. y Izquierdo, M. “Empleo del AHP (proceso analítico jerárquico) incorporado en SIG para definir el emplazamiento óptimo de equipamientos universitarios. Aplicación a una biblioteca”. Facultad de informática (U.P.M.) Madrid. Págs. 579 – 593. 2005
- Aquino, A. Desarrollo Rural Regional (DRR) y Gestión del Riesgo de Desastres (GRD). Madrid: UCM. 2003
- Aquino, A., Bruer, V. y García, J. Inversión Pública para la Reducción del Riesgo de Desastres: una propuesta conceptual y metodológica. Ciudad de México: Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe. Recuperado de: <http://www.riesgoycambioclimatico.org/biblioteca/archivos/DC1084.pdf>
- Asenjo, S. Irrigaray, C. y Chacón, J. “Análisis del riesgo sísmico en zonas urbanas mediante sistemas de información geográfica. Aplicación a la ciudad de Granada”. Revista; cuadernos geográficos, numero 039. Universidad de Granada, España. Págs. 147 – 166. 2006
- Allende, T. “Estudio de Mapa de peligros de la ciudad de Barranca”. Proyecto PNUD PER/02/051 00014426 ciudades sostenibles – Primera etapa. Informe Final. Sistema Nacional de Defensa Civil. Informe final. Págs. 81-86. 2016
- Barbat, A. Pujades, L. y Lantada, N. “Seismic damage evaluation in urban areas using the capacity spectrum method: application to Barcelona”. Revista soil dynamics and earthquake engineering. Págs. 851-865. 2008
- Bosque, J. “Cartografía de riesgos naturales en américa central con datos obtenidos desde internet”. Revista. anales de Geografía. Págs. 41 – 70. 2003
- Batista, R. y Bustos, X. “Sistema de información geográfica y teledetección. Determinación de vulnerabilidad urbana. Caso estado Vargas- Venezuela”. Volumen 25. Págs. 167-190. 2009
- Campos, A. “Algunas consideraciones sobre los mapas de riesgo”. Elaboración de Mapas de Riesgo. Págs. 1 – 8. 2005

Cardona, O. Hurtado, J. Duque, G. Moreno, A. Chardon, A. Velásquez, L. y Prieto, D. “La Noción de Riesgo desde la Perspectiva de los Desastres: Marco Conceptual para su Gestión Integral”. IDB/IDEA Program of Indicators for Disaster Risk Management, National University of Colombia, Manizales. 2003

Cardona, O. Martha, C. Marulanda, M. y Barbat, A. “Evaluación del riesgo sísmico urbano: un enfoque holístico”. Revista internacional de ingeniería de estructuras. Vol. 11. Págs. 45 – 76. 2006

CENAPRED. “Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos”. Secretaria de la gobernación. Centro nacional de prevención de desastres. 1era edición México D. F. Págs. 30 - 140. 2006

CISMID. “Estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico de la Gran Lima y Callao”. APESEG/CISMID-EVR-LYC-Fase I. Asociación Peruana de Empresas de Seguros-APESEG. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres-CISMID. Lima - Perú. págs.37-44. 2016

Eustaquio, C. “Aplicación de sistemas de información geográfica en la determinación de áreas vulnerables a riesgos naturales”. Instituto Nacional de Defensa Civil. Proyecto: Sistema de Información Geográfica – GEODECI. Lima – Perú. Págs. 6 – 8. 1998

Eustaquio, C. y Quispe, J. “Sistema de información geográfica para la defensa civil y sus aplicaciones”. Instituto Nacional de Defensa Civil. Lima - Perú. Pág. 3-5. 1998

FEMA y EERI. “Guidelines for developing an earthquake scenario”. Funded by Endowment fund of the Earthquake engineering research institute and FEMA. Department of homeland security. California – USA. Págs. 10 – 20. 2006

Filgueira C. y Peri A. América Latina los rostros de la pobreza y sus causas determinantes. Serie población y desarrollo N° 54. Santiago CEPAL. 2004

Frau, C. Valenzuela, J. y Ormazábal, Y. “Spatial modeling by means of geomatic and multicriteria evaluation for territorial arrangement”. Revista. Facultad de ingeniería – Univ. Tarapacá. Vol. 14 N°1, Págs. 81 – 89. 2006

Foschiatti, A.M. La vulnerabilidad global y pobreza. Revista Geográfica. Universidad Nacional Formosa. UNNE. 2005

García, C. “Modelo basado en lógica difusa para la construcción de indicadores de vulnerabilidad urbana frente a fenómenos naturales”. Tesis M.sc. Universidad nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. Págs. 38 – 45. 2003

(GIZ). Memoria del Taller Internacional: Lecciones aprendidas de la gestión del riesgo en procesos de planificación e inversión para el desarrollo. Perú 19 al 22 de julio 2010. Conclusiones y recomendaciones. Lima: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE. 2003

GTZ Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GmbH. Desarrollo Sostenible. Modelo de orientación de la GTZ. Eschborn: GTZ. 2005

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). Gestión del INDECI en la prevención y atención de desastres. En: Pobreza y Desarrollo en el Perú: Informe anual 2003-2004. Lima: Oxfam. 2005

Kuroiwa J., Deza E. y Jaén H. “Investigation on the Peruvian Earthquake of May 31, 1,970”, 5th World Conference on Earthquake Engineering, Rome. 1973

Lavell, A. Relationships between Local and Community Disaster Risk Management & Poverty Reduction: A Preliminary Exploration. A Contribution to the 2009 ISDR Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. 2008

Levitsky, S. y Murillo, M. V. Variación en la fortaleza institucional. En: Revista de Sociología, N° 24. Recuperado de <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/RDS/article/viewPDFInterstitial/14399/1471-2010>

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), Dirección General de Programación Multianual, (DGPM). Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo. Serie Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión del Riesgo de Desastres. Lima: DGPM, MEF. 2006

Morales R., Yamashiro R. y Sánchez A. "Investigación Experimental de Construcciones de Adobe y Bloque Estabilizado". 2016

Municipalidad de Lima Metropolitana (2016). “Estudio de identificación de zonas de peligro y vulnerabilidad en los Distritos de Cercado de Lima y El Agustino, Lima Metropolitana”. Recuperado de: <http://www.munlima.gob.pe/images/planes->

contingencia/Plan%20de%20Prevencion%20y%20Reduccion%20de%20Riesgos%20de%20Desastres%20de%20Lima%20Metropolitana%202015-2018.pdf

Naciones Unidas. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. ONU. 1987

Ochoa A.J. “Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana” (Tesis para obtener el título). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. 2013

Torres, F. Línea de base de la institucionalidad de la gestión del riesgo de desastre y su incorporación en la planificación de desarrollo. Lima: PREVEN. 2010

Von Hesse, M., Kámiche, J., de la Torre, C. y Zhang, H. Diseño del “Programa Presupuestal Estratégico de la Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres en el marco del Presupuesto por Resultados”, Informe final. Lima: BID 2010

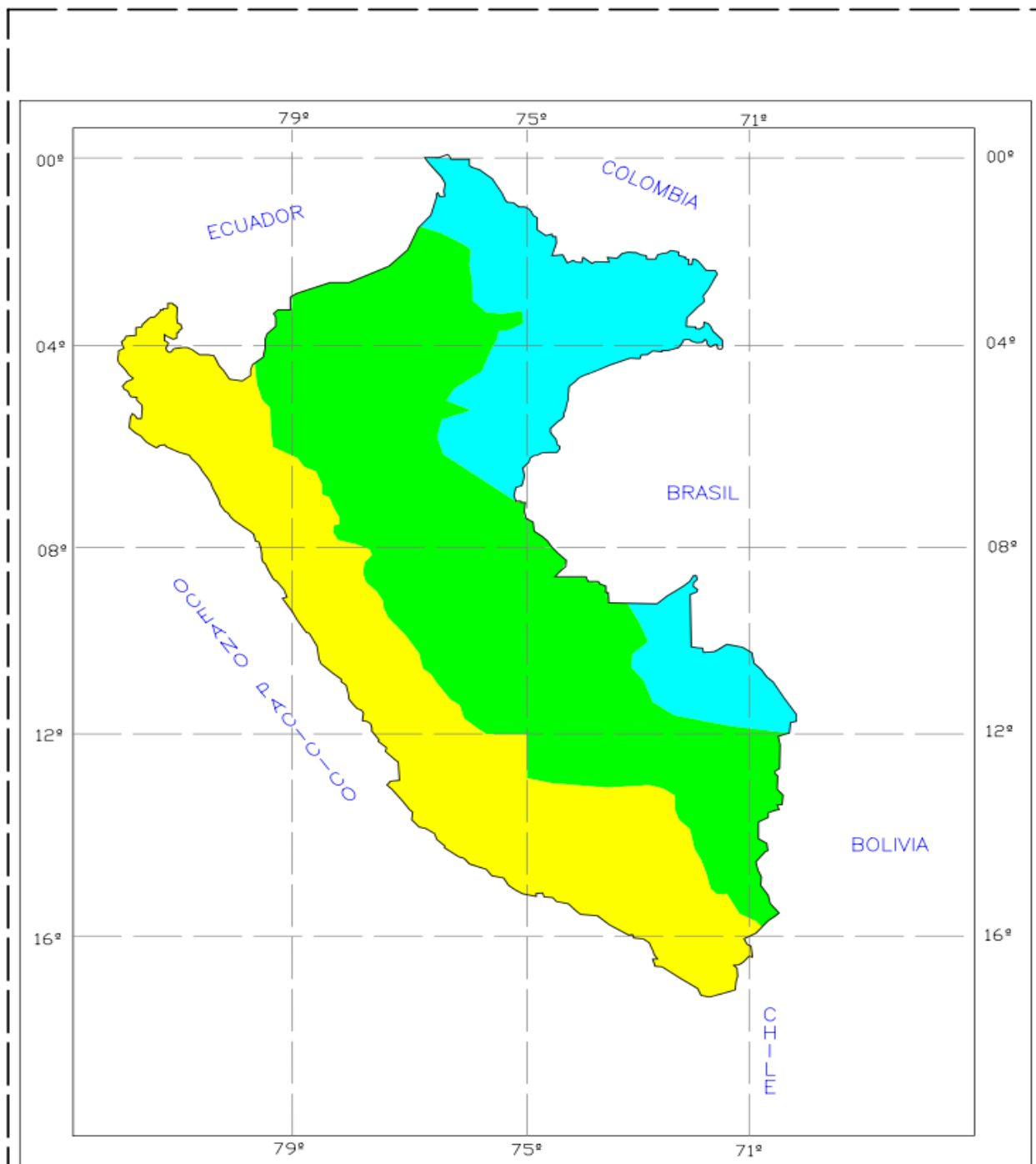
Wilches-Chaux, G. La vulnerabilidad global. En Maskrey, A. (ed.). Los desastres no son naturales. Bogotá:2013

ANEXOS

Anexo A: Fichas de registro

FECHA:		HORA:		URB./BARRIO:	
OPERADOR:			ALTITUD:		
LATITUD:			LONGITUD:		
CODIGO DE URBANIZACIÓN:		CODIGO DE MANZANA:		CODIGO DE LOTE:	
MATERIAL PREDOMINANTE:		NUMERO DE PISOS:		ALTURA POR PISO:	
TIPO DE USO:		ANTIGUEDAD:		ESTADO ACTUAL:	
TIPO DE TECHO:		HA SIDO DAÑADO EN SISMOS ANTERIORES:		N° DE HABITANTES:	
PENDIENTE DEL TERRENO		<input type="checkbox"/> BAJA (1 - 2%)		<input type="checkbox"/> MEDIO (5 - 10%)	
		<input type="checkbox"/> FUERTE (10-20%)		<input type="checkbox"/> MUY FUERTE 20 % +	
TIPO SUELO		<input type="checkbox"/> roca		<input type="checkbox"/> arcilla	
		<input type="checkbox"/> arena		<input type="checkbox"/> relleno sanitario	
		<input type="checkbox"/> otro			
TIENE ALERO		<input type="checkbox"/> no		<input type="checkbox"/> sí, tipo _____	
DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO		<input type="checkbox"/> adobe		<input type="checkbox"/> vigas y columna	
		<input type="checkbox"/> hormigón		Altura:	
		<input type="checkbox"/> madera		<input type="checkbox"/> albañilería	
		<input type="checkbox"/> vidrio, acero		Largo:	
		<input type="checkbox"/> otro		Ancho:	
nivel de preparación ante sismo		SI		NO	
Ud. y su familia sabe que hacer en caso de sismo?					
Tiene conocimiento de algun peligro que afecte su hogar?					
Estaría dispuesto a apoyar en caso de sismo?					
HA PARTICIPADO DE ALGUN SIMULACRO?					
Alguna institución a realizado obras de mitigación?					
Estas obras han sido eficientes?					
HA SIDO AFECTADA LA VIVIENDA POR HUMEDAD?					
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					
OBSERVACIONES:					

Anexo B: Regionalización sísmica



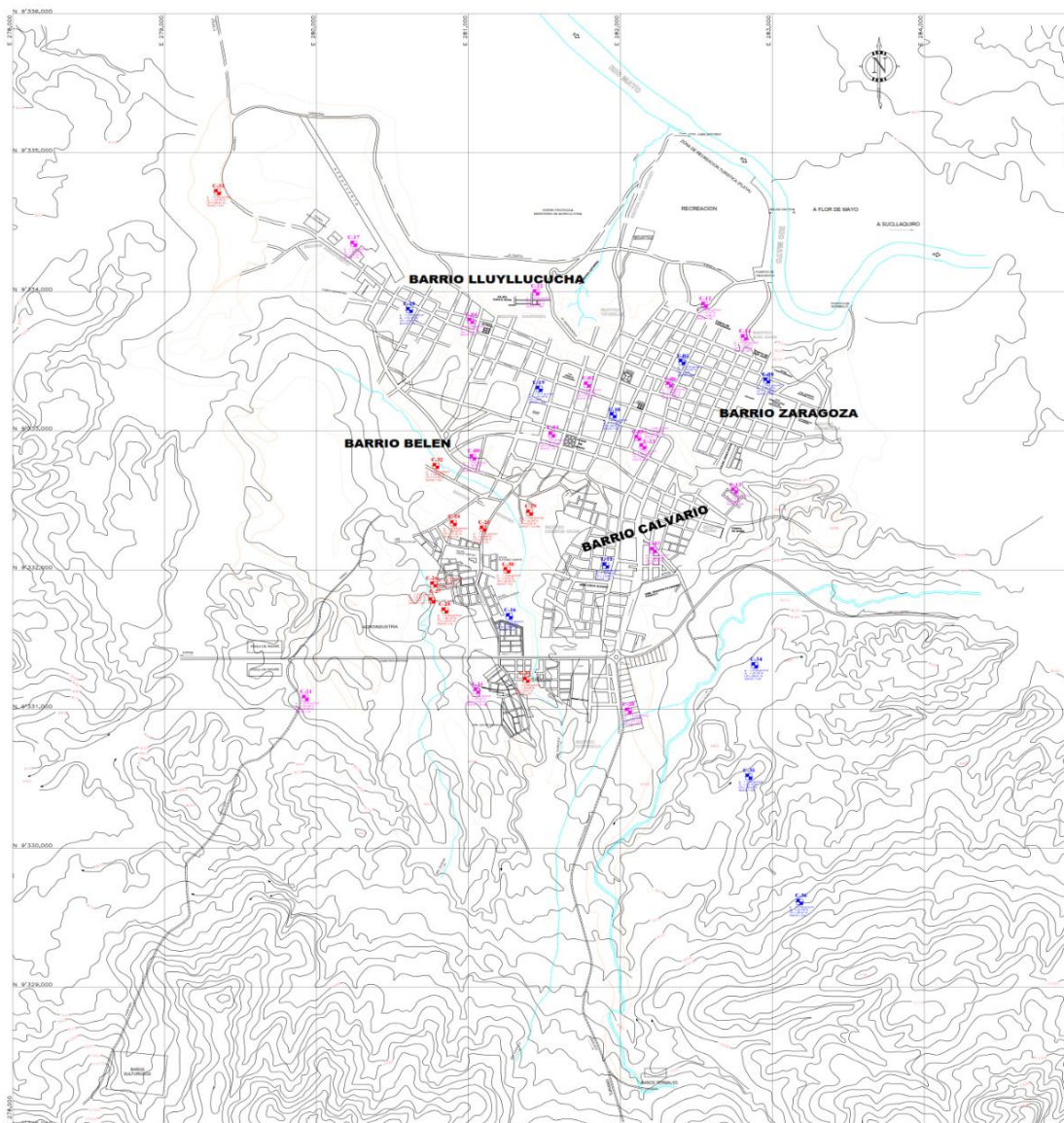
LEYENDA		
ZONA 1		Intensidad IV ó menos
ZONA 2		Intensidad V a VII
ZONA 3		Intensidad VIII ó más





INDECI - PNUD - PER / 02 / 051		
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO:
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA	03
MAPA:	REGIONALIZACION SISMICA	ESCALA:

Anexo C: Ubicación de calicatas

MOYOBAMBA



LEYENDA:

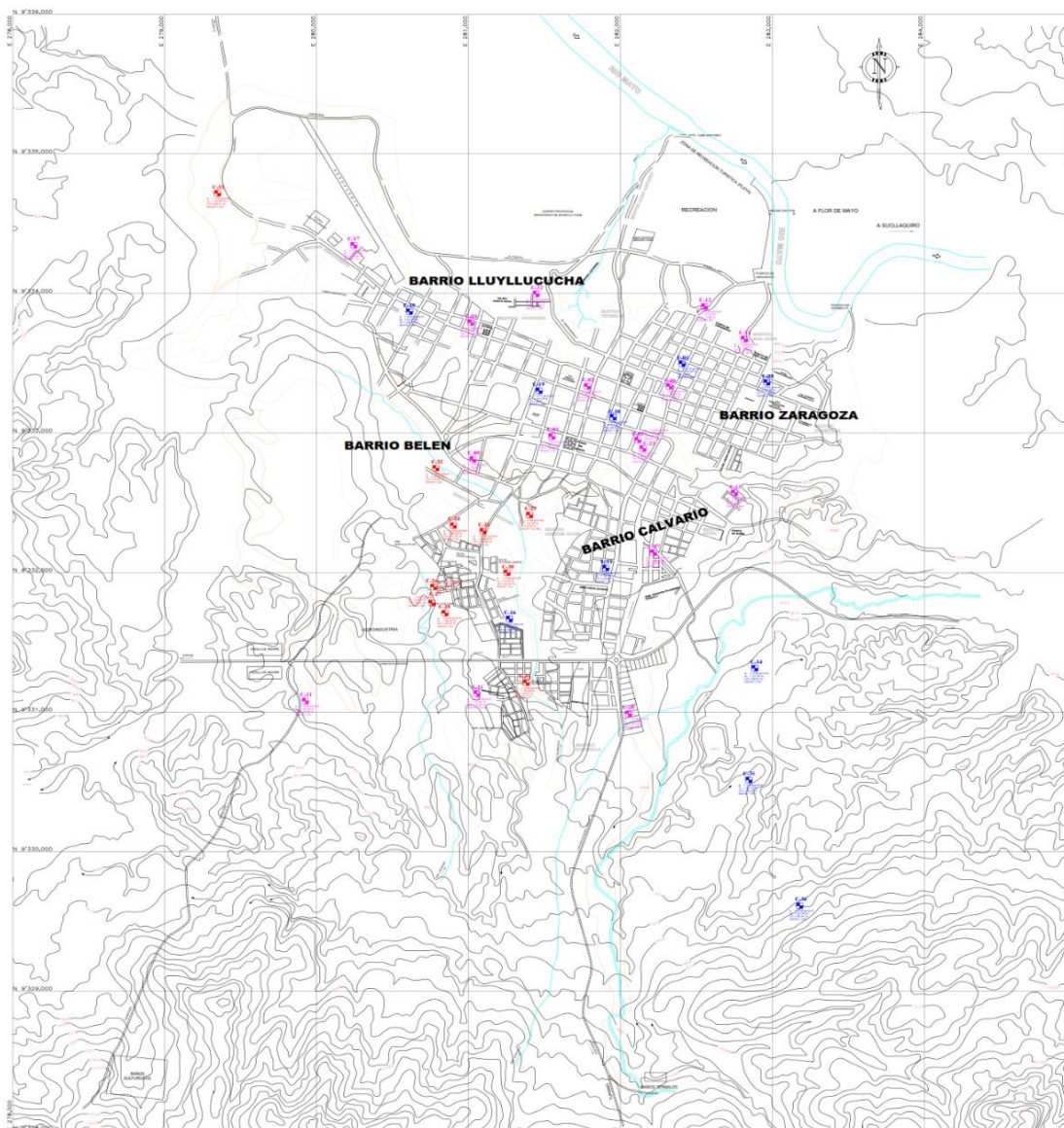
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
<p>C-29</p>  <p>g = 2.69 gr/cm³ w = 24.30 % I.P. = 4.22 % SUCS = CL-ML</p>	<p>CALICATA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MOYOBAMBA</p> <p>g = PESO ESPECÍFICO w = HUMEDAD NATURAL I.P. = ÍNDICE DE PLASTICIDAD CLASIFICACIÓN DEL SUELO</p>
<p>C-07</p>  <p>g = 2.74 gr/cm³ w = 22.38 % I.P. = 18.05 % SUCS = CL</p>	<p>CALICATA ESTUDIO DE TESIS (UNIV. PART. CESAR VALLEJO)</p> <p>g = PESO ESPECÍFICO w = HUMEDAD NATURAL I.P. = ÍNDICE DE PLASTICIDAD CLASIFICACIÓN DEL SUELO</p>
<p>C-36</p>  <p>g = 2.74 gr/cm³ w = 22.38 % I.P. = 18.05 % SUCS = CL</p>	<p>CALICATA ESTUDIO PROYECTO CIUDADES SOSTENIBLES</p> <p>g = PESO ESPECÍFICO w = HUMEDAD NATURAL I.P. = ÍNDICE DE PLASTICIDAD CLASIFICACIÓN DEL SUELO</p>



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDADES DE MOYOBAMBA
MAPA:	UBICACION DE CALICATAS
PLANO:	06
ESCALA:	1 : 15 000

Anexo D: Clasificación de suelos

MOYOBAMBA



LEYENDA:

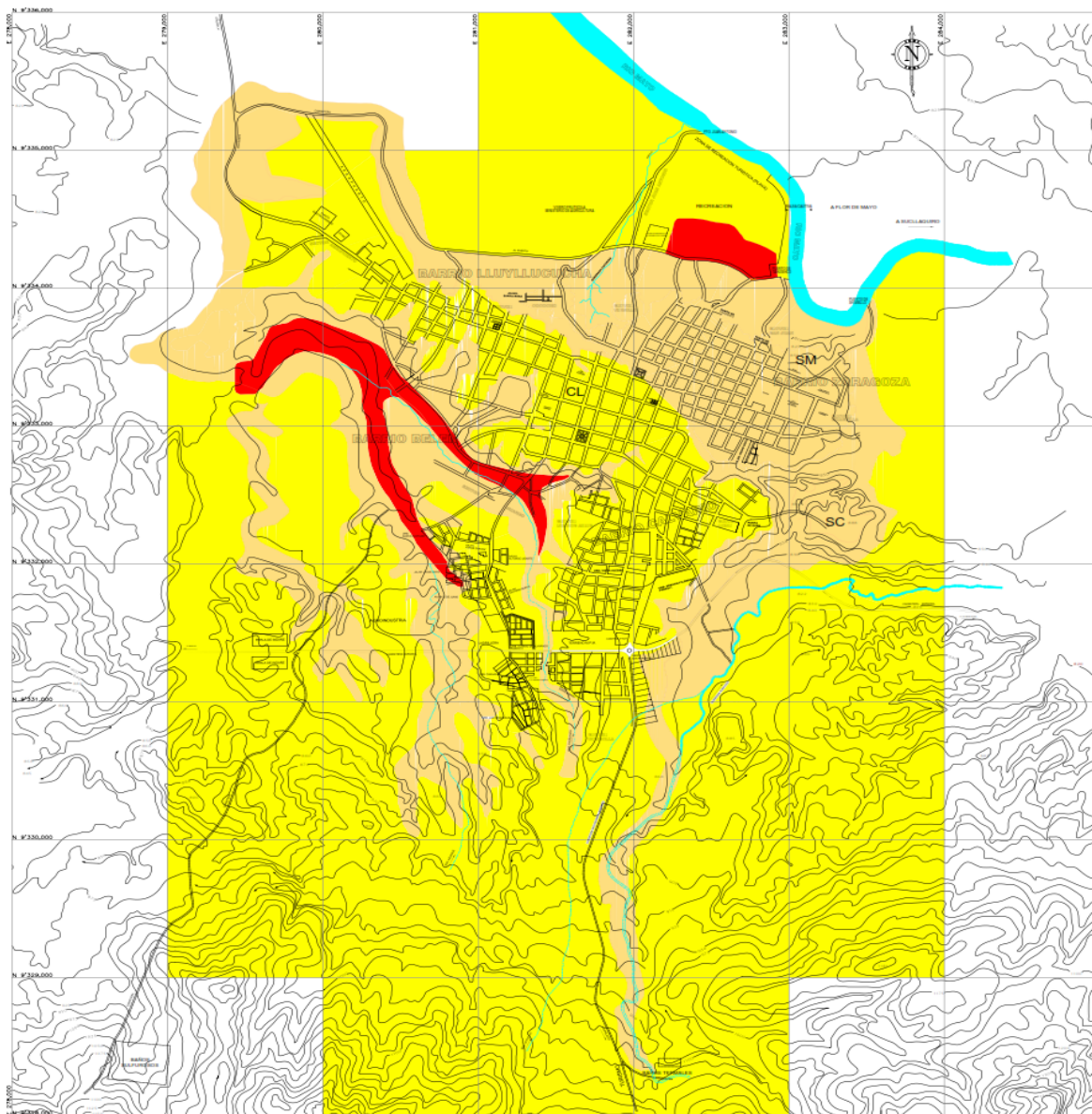
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
<p>C-29 g = 2.69 gr/cm³ w = 24.30 % I.P. = 4.25 % SUCS = CL-Mt.</p>	<p>CALICATA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MOYOBAMBA g = PESO ESPECÍFICO w = HUMEDAD NATURAL I.P. = ÍNDICE DE PLASTICIDAD CLASIFICACIÓN DEL SUELO</p>
<p>C-07 g = 2.74 gr/cm³ w = 22.39 % I.P. = 18.05 % SUCS = CL</p>	<p>CALICATA ESTUDIO DE TESIS (UNIV. PART. CESAR VALLEJO) g = PESO ESPECÍFICO w = HUMEDAD NATURAL I.P. = ÍNDICE DE PLASTICIDAD CLASIFICACIÓN DEL SUELO</p>
<p>C-36 g = 2.74 gr/cm³ w = 22.39 % I.P. = 18.05 % SUCS = CL</p>	<p>CALICATA ESTUDIO PROYECTO CIUDADES SOSTENIBLES g = PESO ESPECÍFICO w = HUMEDAD NATURAL I.P. = ÍNDICE DE PLASTICIDAD CLASIFICACIÓN DEL SUELO</p>



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051	
PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDADES DE MOYOBAMBA
MAPA:	06
UBICACION DE CALICATAS	
ESCALA:	1 : 15 000

Anexo E: Peligros geotécnicos

MOYOBAMBA



LEYENDA

SIMBOLO	ZONIFICACION	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION	N.F.	CAPACIDAD PORTANTE
	Peligro Muy Alto	SM	Arena limosa Suelo granular	< 0.50 m.	< 0.50 Kg/cm ²
	Peligro Alto	SM - SC	Arena limosa - Arena Arcillosa	> 4.00 m.	0.50 a 1.00 Kg/cm ²
	Peligro Medio	CL	Arcilla inorganica de baja plasticidad	> 6.00 m.	1.00 a 1.50 Kg/cm ²



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

PROYECTO:	CIUDADES SOSTENIBLES	PLANO:	08
ESTUDIO:	MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA	ESCALA:	
MAPA:	PELIGROS GEOTECNICOS		

Anexo F: Efectos de los sismos en el terreno de Moyobamba

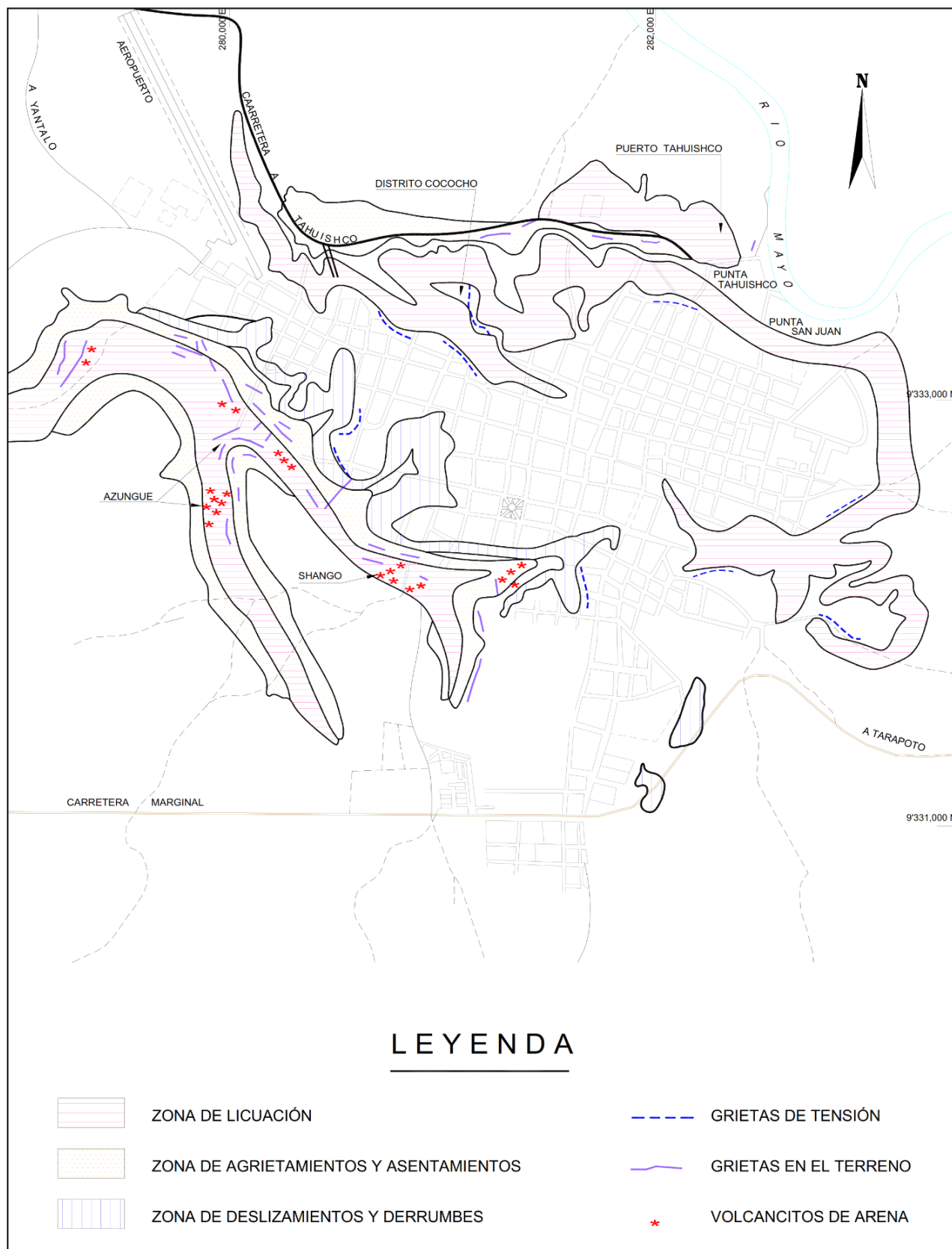


Figura 1.- Efectos Sísmicos en el Terreno en Moyobamba

Anexo G: Panel fotográfico



Anexo 1G: Vivienda con material de construcción de quincha, ubicada en la ladera del barranco Fachin Barrio de Lluyllucucha.



Anexo 2G: Vivienda con material de construcción de tapia, ubicada en el Jr. Bolivar cuadra 3 Barrio de Zaragoza.



Anexo 3G: Vivienda con material de construcción de tapia, ubicada en el Jr. San Martín con Jr. Serafín Filomeno, es estado de conservación malo. Centro de la ciudad de Moyobamba. - Barrio de Belén



Anexo 4G: Viviendas ubicadas en el sector Azungue, ubicadas en una zona de pendiente. Barrio de Belén



Anexo 5G: Viviendas ubicadas en el sector Punta de Doñe – Barranco Tumino. Construidas con material de ladrillo /bloque de cemento en la ladera del barranco, alta vulnerabilidad.
Barrio de Calvario.



Anexo 6G: Levantamiento de puntos GPS, del Barranco Tumino. Zona de deslizamiento.