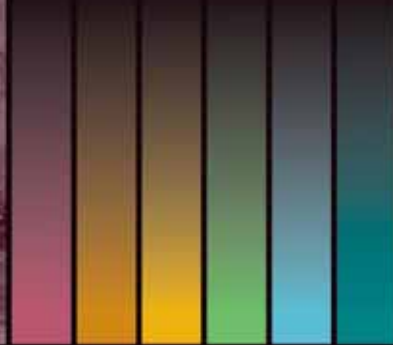




CONCURSO DE TESIS 2006 - 2007

ANÁLISIS DEL RIESGO EN PROCESOS DE DESARROLLO E INVERSIÓN



MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS

gtz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE



CONCURSO DE TESIS 2006-2007. ANÁLISIS DEL RIESGO EN PROCESOS
DE DESARROLLO E INVERSIÓN

Asesor de las tesis: Allan Lavell.

Editora: Marlene Castillo.

Universidad Nacional de Ingeniería – UNI
www.uni.edu.pe

Universidad Nacional de Piura – UNP
www.unp.edu.pe

Universidad Nacional San Agustín de Arequipa – UNSA
www.unsa.edu.pe

Ministerio de Economía y Finanzas – MEF
Dirección General de Programación Multianual – DGPM
www.mef.gob.pe

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
Programa Desarrollo Rural Sostenible – PDRS
www.gtz-rural.org.pe

La publicación de este documento ha sido posible gracias al apoyo de la Agencia Suiza
para el Desarrollo y la Cooperación – COSUDE.

Corrección y cuidado de edición: Rosa Díaz.
Diseño y diagramación: Fabiola Pérez-Albela.

Impreso en Forma e Imagen de Billy Víctor Odiaga Franco
1ra. edición
Lima – Perú, junio de 2009

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2009-07370.

Cooperación Alemana al Desarrollo – GTZ
Prol. Arenales 801, Miraflores

Colaboraron con esta publicación:

ALLAN LAVELL

EMILIO MEDRANO

Y los autores de las investigaciones:

JAIME PUICÓN

VIVIANA SAAVEDRA

LUIS GRANDA

VLADIMIR FERRO

RICARDO CRUZ

MÓNICA TOLEDO y JAVIER TICONA

La innovación, la réplica, el conocimiento, en fin, el progreso solamente pueden generarse con el apoyo a la investigación básica y aplicada.

Allan Lavell

Presentación

Sin duda, la gestión del riesgo de desastre es un tema apasionante y moviliza enormes recursos humanos y económicos que, en la mayoría de los casos, se concentran en acciones posteriores a los eventos desastrosos como los ocurridos en la Región Ica el 15 de agosto de 2007; sin embargo, no se comprende que las acciones realizadas en Ica y en otros eventos del pasado representan un porcentaje mínimo de lo que realmente se pudo haber hecho. Esa forma de actuar perdurará ante eventos futuros si no se cambia la óptica de reaccionar y atender el desastre por aquella de realizar acciones prospectivas y correctivas que se orienten a resolver los problemas que el llamado desarrollo ha dejado. Es con el propósito de generar cambios en esta forma de actuar que tres universidades peruanas de prestigio se unieron con socios estratégicos nacionales y la cooperación internacional para formar el Centro de Creación de Conocimiento y el Grupo Gestor, el cual genera iniciativas que llevan a productos tangibles y de valor como los que se encuentran en el presente libro.

En el tema de «Gestión del Riesgo de Desastre», la mayoría sabe *qué se quiere*, pero falta pasar de la palabra a la acción. Así, se sabe *que se tiene hacer explícita la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación*, pero aún no se hace porque no se conoce «el cómo». En ese sentido, la universidad, asumiendo el rol protagónico que le corresponde ante la sociedad, propone acciones desde la academia al apoyar a investigadores del nivel de Maestría para que generen conocimientos que permitan dar respuesta al tan ansiado «cómo».

Los que estuvimos y seguiremos formando parte del Grupo Gestor sabemos que con este documento se marca la pauta en dos ejes principales: el primero, referido a las lecciones identificadas que se aplicarán en la gestión de las nuevas versiones de la iniciativa Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo (ARPID) y, el segundo, en la generación del conocimiento inédito expuesto en el presente documento.

Los candidatos a maestro que desarrollaron las investigaciones que aquí se presentan han marcado definitivamente la ruta a seguir, la cual no debe cesar porque la sociedad necesita de sus productos debido a que representan investigaciones que pueden y deberían ser aplicadas en programas y proyectos de desarrollo. Por esta razón, el presente documento debe ser visto como el

inicio de un sinnúmero de documentos resultantes de investigaciones en las diferentes versiones de la iniciativa ARPID, la cual nació un día como fruto de una mesa de trabajo con metas ambiciosas y ve cristalizada solo su primera etapa con este libro, el cual se recomienda leer y aplicar porque es producto de un generoso esfuerzo a favor de ustedes y para ustedes... la sociedad.

Emilio J. Medrano Sánchez

Contenido

Introducción <i>Allan Lavell</i>	8
SECCIÓN PRIMERA EL CONCURSO ARPID 2006	10
1. Concurso de Investigaciones orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo	11
2. Marco conceptual del Concurso ARPID 2006	18
SECCIÓN SEGUNDA TESIS DEL CONCURSO DE INVESTIGACIONES ORIENTADO AL ANÁLISIS DEL RIESGO EN PLANIFICACIÓN E INVERSIONES DEL DESARROLLO	36
A. TESIS SOBRE INCORPORACIÓN DEL ANÁLISIS DEL RIESGO EN PLANIFICACIÓN E INVERSIÓN	36
1. Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica <i>Jaime Puicón</i>	37
Resumen	38
1. La investigación: conceptos, planteamiento y metodología	40
2. Los procesos de planificación y la gestión del riesgo en el distrito de Morropón	43
3. La actividad agrícola distrital: aporte a la competitividad territorial y vulnerabilidad	45
4. Vulnerabilidad y riesgo de los elementos esenciales de la actividad agrícola	51
5. Vulnerabilidad territorial, estrategias y medidas para su reducción	58
Conclusiones y recomendaciones	64
Bibliografía	66

2. Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara	69
<i>Viviana Saavedra</i>	
Resumen	70
1. Infraestructura vial urbana vulnerable en contextos del FEN en la ciudad de El Alto, Talara	72
2. Análisis del riesgo en la etapa de identificación del proyecto	82
3. Verificación de la reducción del riesgo y selección de la alternativa del proyecto	88
Conclusiones y recomendaciones	98
Bibliografía	102
3. Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo	105
<i>Luis Granda</i>	
Resumen	106
1. Infraestructura vulnerable de la institución educativa Ignacio Escudero, Chulucanas, Piura	108
2. Análisis del riesgo en la etapa de identificación del proyecto	119
3. Verificación de la reducción del riesgo y selección de la alternativa del proyecto	130
Conclusiones y recomendaciones	140
Bibliografía	143
B. TESIS SOBRE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE EN PROCESOS DE DESARROLLO	144
4. La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo de la ciudad de Huaraz, Áncash	145
<i>Vladimir Ferro</i>	
Resumen	146
1. Desarrollo urbano y desastres en la historia de la ciudad de Huaraz	148
2. El medio físico de la ciudad de Huaraz: escenario de peligros	154
3. La población y el desarrollo urbano en el medio racionalizado de la ciudad de Huaraz	164
4. Vulnerabilidad y construcción del riesgo de desastre en la ciudad de Huaraz	175
Conclusiones y recomendaciones	186
Bibliografía	189

5. Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares, distrito de Mariano Melgar, Arequipa	193
<i>Ricardo Cruz Cuentas</i>	
Resumen	194
1. Culturas y gestión del territorio en la historia del Perú y de la ciudad de Arequipa	196
2. Desastres y amenazas de inundaciones en la microcuenca de la torrentera El Guarangal	202
3. Factores de vulnerabilidad en los asentamientos humanos ubicados al borde de la torrentera El Guarangal	209
4. Modelo de gestión del riesgo aplicable a los asentamientos populares de la ciudad de Arequipa	221
Bibliografía	229
	233
6. Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa	
<i>Mónica Toledo y Javier Ticona</i>	
Resumen	234
1. Irrigación de Majes y peligros en el valle de Sigvas	236
2. Evaluación y zonificación de los peligros socionaturales	244
3. Vulnerabilidad y escenarios de riesgo en Sigvas-Irrigación Majes	254
Conclusiones y recomendaciones	264
Bibliografía	268



Introducción

La investigación, el desarrollo y la aplicación de conceptos nuevos o establecidos, la prueba y el desarrollo de nuevas y novedosas metodologías, son todos imprescindibles para la promoción de avances y logros en cualquier área de la ciencia y la práctica. El tema de la gestión del riesgo no es una excepción, más bien es un caso en el cual la demanda de investigación es clara y, sin embargo, las opciones y las oportunidades no son tan amplias como deberían ser. En este sentido, la iniciativa promovida en el Perú por la GTZ, a través del Programa Desarrollo Rural Sostenible (PDRS) y sus aliados estratégicos: Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la Dirección General de Programación Multianual (DGPM), la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), la Universidad Nacional de Piura (UNP) y la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA), y próximamente en un ámbito mayor, con los resultados que se resumen y presentan en este libro es digna de elogio y réplica.

Históricamente se puede percibir la relación entre la investigación sistemática y el avance en la práctica del tema de riesgo y desastre. Así, la creación y el impulso de las ideas en torno a la sociología de los desastres en los Estados Unidos desde la década de 1960 en adelante, bajo el impulso de Enrico Quarantelli y Russell Dynes, al principio cuajados en el Centro de Investigaciones sobre Desastres (DRC) de la Universidad de Ohio y después en la Universidad de Delaware; el trabajo de los geógrafos de la escuela de pensamiento sobre ecología humana dirigida por Gilbert White y sus colegas; la innovación en la investigación impulsada por la escuela de economía política de los desastres liderada por tan brillantes expositores como Ken Hewitt y Ben Wisner; y el trabajo sistemático promovido por La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red), a partir de la década de 1990 hasta la actualidad, son todos ejemplos de corrientes de pensamiento cuajadas en la investigación y la publicación que influyeron de manera decisiva sobre el concepto y la práctica.

Hoy en día cuando el tema de los riesgos y los desastres es más álgido que nunca, alimentado por el incremento continuo de las pérdidas económicas asociadas al calor de la comprensión y las consecuencias del cambio climático, la investigación y el debate, las metodologías y el intercambio de experiencias son aún más importantes. Las demandas asociadas al nuevo Marco de Hyogo para la reducción de desastres; las necesidades de conocimiento e información para alimentar las propuestas de reducción que surgen de instituciones nacionales e internacionales; el desafío de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo y

de la relación entre desarrollo y riesgo; y las formas de garantizar un desarrollo sostenible en el marco de la seguridad de las personas, los medios de vida y el territorio, son todos ámbitos que exigen mayores conocimientos, capacidad de síntesis y sistematización. El PDRS, orientado a la promoción de la investigación en los niveles de pre y posgrado, apoya estos objetivos y constituye un esfuerzo innovador en un mundo todavía marcado por grandes lagunas en la investigación y en el apoyo a esta.

Las investigaciones cuyos resultados fundamentales se sintetizan aquí son producto de una primera promoción en esta iniciativa del PDRS. Resultado de investigaciones llevadas a cabo en el marco de tres maestrías sobre el tema promovidas en universidades de Lima, Piura y Arequipa, los temas tratados varían tanto en cobertura geográfica como en problema y método, desde lo micro hasta lo macro. En suma, ofrecen aportes al desarrollo del conocimiento y en cuanto a métodos y metodologías particulares. Temas de seguridad territorial, análisis del riesgo, ordenamiento urbano, inversión pública en facilidades sociales y estratégicas, vivienda y comunidades en riesgo son desarrollados con acceso a conceptos modernos y con una oferta de posibles métodos de análisis y aplicación replicables en otras realidades.

Es de esperarse una ampliación de la promoción de la investigación iniciada por la GTZ y sus aliados en esta ocasión; además del impulso a la coordinación y las sinergias entre este esfuerzo y otros innovadores en la región hoy en día. Esto incluye el programa de becas del consorcio Provention para jóvenes investigadores; las opciones de promoción a través de programas regionales tales como Predecan, en la Región Andina, y Prevda, en los países de Centroamérica, financiados por la Unión Europea; y el programa de investigación en proceso de formación a través del Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSCUCA) con fondos ASDI-SAREC.

La innovación, la réplica, el conocimiento, en fin, el progreso solamente puede generarse con el apoyo a la investigación básica y aplicada. Nuestras felicitaciones a la GTZ y las universidades que forman parte del programa y a los tesisistas cuyos trabajos aquí se reúnen, por esta iniciativa y la presente publicación.

Allan Lavell

SECCIÓN PRIMERA

EL CONCURSO **ARPID 2006**

1. CONCURSO DE INVESTIGACIONES ORIENTADO AL ANÁLISIS DEL RIESGO EN PLANIFICACIÓN E INVERSIONES DEL DESARROLLO

1.1. Antecedentes

A lo largo de las últimas tres décadas ha existido un constante y acelerado incremento en los daños y las pérdidas asociados con los desastres, los que a su vez se vinculan con diversos tipos de amenaza. Esta tendencia se ha sumado a las dificultades que enfrentan los países afectados, especialmente aquellos que concentran mayor pobreza, en sus esfuerzos para lograr niveles adecuados de crecimiento económico y desarrollo social sostenible.

El Perú es un caso típico de afectación del crecimiento urbano y económico con graves impactos en la acentuación de la pobreza de las poblaciones afectadas como consecuencia de los desastres acontecidos en ese periodo. Desastres que han evidenciado la existencia de sociedades y territorios vulnerables al impacto de distintos peligros o amenazas asociados a fenómenos naturales como el Fenómeno El Niño (FEN) y los sismos, que son los más severos. Esta vulnerabilidad considera una construcción social y peligros que, si bien provienen de fenómenos naturales, en muchos casos son potenciados como tales por obras de acondicionamiento territorial inadecuadas. Por estas razones, en la actualidad no se conciben los desastres como una situación natural sino social, y el proceso social de su creación se denomina proceso de creación del riesgo de desastre.

Las formas y las modalidades de construcción del riesgo en la sociedad, la especificidad de amenazas y vulnerabilidades y sus expresiones particulares en contextos determinados son diversas y cambiantes. Las nuevas formas de desarrollo asociadas con la globalización y la economía neoliberal tienden a complicarlas y diversificarlas todavía más. Asimismo, en el Perú están aumentando las inversiones públicas en los tres niveles de gobierno —central, regional y local— en el marco del proceso de descentralización y planificación del desarrollo y, con ello, las demandas de que estas inversiones no solo correspondan a las prioridades de los planes de desarrollo sino que también sean seguras, no vulnerables a las amenazas ni generen nuevas condiciones de riesgo.

Frente a esta situación aumenta la demanda para una mejor y más difundida comprensión de las formas de construcción social del riesgo. Tanto de aquellos procesos que han devenido en desastres en la historia del desarrollo territorial o sectorial de las sociedades afectadas como de los procesos en curso, los cuales al mismo tiempo generan crecimiento y desarrollo en algunos aspectos y espacios, y crean nuevas vulnerabilidades y/o amenazas que podrían derivar en riesgo de desastre.

Aumenta también la demanda para el desarrollo de ideas, nociones, métodos y metodologías, marcos normativos y legales orientados a incorporar criterios y parámetros para la previsión y el control del riesgo en la formulación y la evaluación de los programas y los proyectos de inversión.

En correspondencia con lo anterior, recientemente tanto las investigaciones como los debates sobre el riesgo asociado a las acciones de desarrollo sostenible no solo apuntan al impacto de los desastres en el desarrollo, sino a la necesidad de reducir los riesgos y prevenir y mitigar los desastres en los procesos y los mecanismos de planificación, monitoreo y evaluación, con el fin de que efectivamente sean sostenibles los avances impulsados por las decisiones y las acciones para el desarrollo. Esta emergente tendencia mundial también está en marcha en el Perú, pero requiere ser fortalecida para que incorpore en sus alcances a las diversas realidades nacionales, regionales y locales, desde la perspectiva de investigaciones que aporten conocimientos sobre los procesos de configuración del riesgo de desastres y propuestas para su reducción.

Este conjunto de reflexiones y razones compartidas por instituciones vinculadas al desarrollo en el Perú fue la motivación principal para organizar el Concurso de Investigaciones orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo (Concurso ARPID 2006) objeto de la presente publicación.

En el año 2006, la iniciativa fue compartida por la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) que tiene a su cargo el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), representado por Milton von Hesse; la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), a través de la sección de Post Grado de la Facultad de Ingeniería Civil (FIC), representada por Emilio Medrano; la Oficina Central de Post Grado de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA), representada por Armando Minaya; la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Piura (UNP), representada por Luis Morán; y la GTZ (cooperación técnica alemana) a través del Programa Desarrollo Rural Sostenible en el Perú (PDRS), representada por Alberto Aquino.

Este conjunto de instituciones se definieron en los siguientes términos:

Somos un equipo de instituciones con visión altruista, dedicado al fortalecimiento de capacidades profesionales e institucionales con fines de generar proyectos de inversión de desarrollo que incorporen como eje transversal la Gestión del Riesgo, para lo cual hemos firmado una alianza estratégica con miras a incentivar la investigación / acción / investigación aplicada al nivel de maestría en las universidades peruanas.

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

De igual manera, estas instituciones se han propuesto como misión:

Contribuir con la sociedad científica motivando el desarrollo de investigaciones en el tema de Gestión del Riesgo de Desastres a nivel de maestría, con el propósito de que el aprendizaje logrado pueda ser aplicado en los proyectos de inversión donde se respete la vocación del territorio en armonía con la naturaleza y la población.

En esa orientación se propusieron lograr: «Proyectos de Inversión y Desarrollo multidisciplinarios, generados por profesionales capacitados como consecuencia de la investigación-acción promovida por la alianza estratégica». Por tanto, el Concurso ARPID fue diseñado, organizado y desarrollado como mecanismo para hacer realidad ese objetivo. Esta iniciativa ha contado además con los auspicios de Cosude y los gobiernos regionales de Piura y Arequipa.

Los principales componentes de los términos de la convocatoria del Concurso ARPID 2006, publicados en marzo del año 2006 (ver capítulo 2), precisan la naturaleza y los requisitos del concurso y fueron los siguientes:

- Invitación a la presentación de propuestas de investigación-aplicación que contribuyan a esclarecer las formas y los procesos en los que programas, proyectos o acciones de inversión y desarrollo han contribuido a la construcción de nuevas condiciones de vulnerabilidad y riesgo de desastre en la sociedad y por tanto a retrasar el desarrollo sostenible. A su vez, estos trabajos deberán contribuir al desarrollo, la adecuación y la implementación de instrumentos, métodos y metodologías que permitan, promuevan o faciliten la introducción de las variables o los parámetros de reducción, previsión o control del riesgo en nuevos proyectos de inversión y desarrollo. La aplicación de los métodos y los instrumentos pueden fundamentarse en las adecuaciones o las modificaciones de metodologías ya existentes y probadas, tales como las listas de chequeo y el análisis de costo-beneficio, y también proponer nuevas herramientas y metodologías.
- Tanto la investigación sobre procesos como el desarrollo de métodos e instrumentos pueden tomar como punto de referencia distintos ambientes del desarrollo sectorial o territorial y considerar desde entornos de desarrollo «moderno» hasta aquellos de la economía de pequeña escala o informal. Así, se considera que los procesos podrían ser diferentes en entornos distintos y, en consecuencia, los instrumentos y los métodos de análisis y control también.
- El objetivo final de la investigación será promover la incorporación del análisis del riesgo en procesos, programas, proyectos y acciones de inversión y desarrollo. De esta manera, se espera lograr que las pérdidas y los daños económicos y sociales se reduzcan y aumenten la sostenibilidad de las inversiones y el desarrollo como tal.

En cuanto a los aspectos formales de la participación en el concurso se deberá tomar en consideración lo siguiente:

- Presentar una propuesta de investigación aprobada oficialmente por la Escuela de Post Grado de la universidad correspondiente que deberá contar con un asesor nacional que pertenezca a la misma universidad del beneficiario, quien será corresponsable de la formulación, el desarrollo y la culminación de la investigación.
- El perfil de la investigación se presentará al Comité de Evaluación (CE) y deberá incluir: a) Título, b) Resumen ejecutivo, c) Antecedentes, d) Justificación, e) Marco teórico, f) Objetivos y metas, g) Hipótesis, h) Potenciales beneficiarios, i) Aportes esperados, j) Descripción técnica, k) Programación de actividades, y l) Presupuesto.

Después de la presentación de un conjunto de perfiles de investigación, ocho tesis resultaron ganadoras del Concurso ARPID, lo que fue anunciado el 6 de septiembre de 2006. El Comité de Evaluación tuvo una ardua labor en la definición y la aplicación de los criterios de evaluación de los perfiles de investigación. Su tarea contó con el apoyo destacado del experto en la materia Allan Lavell, consultor internacional y miembro de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso) especialmente seleccionado para los fines del concurso. Lavell es reconocido como uno de los principales contribuyentes a la generación de la teoría de la Gestión del Riesgo desde la perspectiva del fomento del desarrollo sostenible.

De las ocho investigaciones ganadoras, siete llegaron a la fase de presentación del planteamiento y los resultados de la investigación en un taller realizado el 23 de junio, en la sede del Consejo Departamental Lima del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), y recibieron las apreciaciones y las recomendaciones del consultor internacional y los miembros del Comité de Evaluación del Concurso ARPID 2006, así como de reconocidos especialistas en este tema. La memoria del taller fue enviada a cada uno de los investigadores para que perfeccionasen la versión final de las tesis con los aportes alcanzados.

La evaluación de las investigaciones por parte del comité respectivo concluyó con la definición del orden de mérito alcanzado por cada una, la selección de seis tesis para la difusión electrónica de las versiones finales que se presentan en el CD adjunto y la publicación de las versiones resumidas que se ofrecen a continuación.

1.2. Las contribuciones de las investigaciones finales

La principal característica común de las investigaciones publicadas en este documento es que son pioneras en la aplicación del análisis del riesgo al estudio de realidades regionales, locales y sectoriales del Perú en investigaciones de posgrado. Esta característica pone de relieve las principales contribuciones que en su calidad de pioneras han realizado a la sociedad científica y a todos aquellos que participan en el Perú en la gestión pública o privada vinculada a la promoción de procesos de desarrollo.

Para destacar las contribuciones principales de las tesis del primer Concurso ARPID, estas se presentan divididas en tres grupos temáticos.

El primer grupo versa sobre el análisis del riesgo de desastres asociado a los episodios extraordinarios del Fenómeno El Niño en los últimos diez años y es desarrollado por las tres investigaciones ganadoras del Programa de Maestría en Planificación del Desarrollo Regional con mención en Gestión de Riesgo, de la Sección de Post Grado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura. Estas son:

- «Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica» (Jaime Puicón, 2007). Aporta especialmente al conocimiento de la vulnerabilidad de elementos esenciales para el desarrollo agrícola —infraestructura de riego y vial— y a la aplicación de metodologías participativas para la evaluación del riesgo ante inundaciones y la definición de estrategias y políticas que incorporen medidas preventivas y de mitigación.
- «Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara» (Viviana Saavedra, 2007). Aporta al conocimiento del aumento de la vulnerabilidad de las principales vías de la ciudad en el periodo posterior al desastre (FEN 1997-1998) y aplica la metodología de incorporación del AdR a inundaciones en la elaboración del perfil de preinversión de proyectos de infraestructura vial.
- «Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo» (Luis Granda, 2007). Contribuye al conocimiento de la acentuación de la vulnerabilidad de las condiciones físicas de la institución educativa Ignacio Escudero y sus consecuencias para los servicios educativos en el periodo posterior al desastre (FEN 1997-1998). Asimismo, aplica la metodología de incorporación del AdR a inundaciones en la elaboración del perfil de preinversión para proyectos educativos.

El segundo grupo trata del estudio de la construcción histórica del riesgo de desastre asociado a los procesos de expansión y desarrollo urbano altamente expuestos a

amenazas naturales. Es un componente común de dos investigaciones ganadoras de la Sección de Post Grado de la Universidad Nacional de Ingeniería y de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Son las siguientes investigaciones:

- «La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo de la ciudad de Huaraz, Áncash» (Vladimir Ferro, 2007). Contribuye al conocimiento del proceso de reproducción y agravamiento del riesgo de desastre en sismos y aluviones de la ciudad de Huaraz, incorpora tanto el estudio de los antecedentes de desastre en la subcuenca donde se originan y expresan las amenazas naturales como la estimación del escenario de riesgo de desastre implicado en el proceso de desarrollo urbano en curso.
- «Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares, distrito de Mariano Melgar, Arequipa» (Ricardo Cruz, 2007). Aporta al conocimiento del proceso de creación del riesgo de desastre de inundaciones y deslizamientos en contextos de alta precipitación pluvial que ha acompañado la creación y la expansión urbano-marginal en el ámbito de la torrentera El Guarangal, y bosqueja una propuesta de modelo institucional para la gestión local del riesgo que incorpora los principios culturales de la población migrante andina.

Estas cinco investigaciones tratan del riesgo de desastre asociado a fenómenos naturales —FEN, sismos y aluviones, precipitaciones pluviales intensas— que se convierten en peligros naturales (acción directa de la naturaleza) o que desencadenan amenazas al impactar en estructuras creadas o modificadas por el hombre, causando peligros socionaturales tales como inundaciones y deslizamientos.

A diferencia de los dos grupos anteriores, el tercero está formado por una de las seis investigaciones, realizada por dos profesionales de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, que estudia el riesgo de desastre asociado directamente al peligro de deslizamientos por filtración de aguas (complementariamente, trata también de la salinización de las aguas debido a esa filtración) provenientes del riego en la frontera agrícola ampliada por un proyecto de desarrollo en la costa del departamento de Arequipa; es decir, el riesgo de desastre asociado a un peligro de origen socionatural que es activado y al que contribuye un hecho técnico.

- «Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación en los terrenos de la Irrigación Majes, Arequipa» (Javier Ticona y Mónica Toledo, 2007). Contribuye al conocimiento de los efectos y los impactos de un proceso de desarrollo agrícola que no incorpora un análisis prospectivo del riesgo, con énfasis en el estudio del territorio aguas abajo del área de irrigación. A partir del análisis del riesgo y la delimitación de ocho escenarios de riesgo de desastre, se bosquejan los proyectos y las medidas claves que debe contemplar un plan de mitigación.

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

Como se puede apreciar, las investigaciones publicadas muestran una diversidad de posibilidades de estudio del riesgo de desastre en la realidad peruana y de recomendaciones para contribuir a la incorporación de la gestión del riesgo en las estrategias, las políticas y los proyectos en el marco del proceso de planificación y gestión del desarrollo local y sectorial. Por ejemplo:

- *Diversidad de escalas territoriales.* Ciudad capital departamental (Huaraz), ciudad capital de distrito (El Alto), ámbito urbanomarginal de la ciudad (torretera El Guarangal, Arequipa), ámbito agrario de la capital distrital (Morropón), ámbito periférico rural (valle de Sigüas), y unidad física de uso público en un ámbito rural (local educativo de secundaria).
- *Diversidad según el tipo de componentes del riesgo.* Desde los peligros según su origen: naturales (precipitación pluvial extraordinaria, sismos, aluviones), socio-naturales (inundación, deslizamiento) y tecnológicos (filtración de aguas de riego). Desde el tipo de componentes de vulnerabilidad destacados: exposición y fragilidad, especialmente en los estudios de preinversión; y resiliencia, en particular en los estudios que concluyen en propuestas de prevención o mitigación para la gestión del riesgo. Desde la delimitación del territorio de riesgo según el componente dominante en las siguientes tres situaciones identificadas: territorio determinado por la delimitación del peligro (territorio que incluye el área de vulnerabilidad de menor extensión); territorio determinado por la delimitación de la vulnerabilidad (territorio que incluye el área de peligro de menor extensión, sucede cuando el peligro desencadena otras amenazas extendiéndose el área de lo vulnerable); y territorio del riesgo que coincide con el del peligro y la vulnerabilidad.
- *Diversidad de procesos sociales asociados al riesgo.* Expansión y desarrollo urbano asociado al fenómeno de inmigración de pobladores del entorno periférico marginal; expansión y desarrollo agrícola centrado en la innovación tecnológica sin gestión del riesgo en la cuenca; marginalidad del sector educativo en las prioridades de los tres niveles de gobierno y débil incidencia política de las asociaciones de padres de familia; gestión e inversión pública reactiva al desastre y centrada en la gestión correctiva del riesgo (básicamente rehabilitación después del desastre) con desperdicio de recursos y acentuación de la pobreza; debilitamiento de la cultura y las capacidades colectivas de conocimiento y adaptación amigable a la naturaleza; y patrones de desarrollo que concentran oportunidades en las ciudades y pobreza en los territorios periféricos, entre otros.
- *Diversidad de recomendaciones según la naturaleza de la gestión del riesgo de desastre.* Mitigación, medidas de contingencia y perfiles de preinversión para disminuir la fragilidad (gestión correctiva); estrategias, políticas y modelos para fortalecer significativamente la resiliencia (gestión prospectiva).

2. MARCO CONCEPTUAL DEL CONCURSO ARPID 2006

2.1. Desarrollo sostenible, riesgo de desastre e incorporación del análisis del riesgo en opciones, acciones y decisiones de desarrollo¹

El *desarrollo sostenible* es una aspiración cada vez más asumida por las sociedades contemporáneas y es definido como:

...el proceso de transformaciones naturales, económico-sociales, culturales e institucionales, que tienen por objeto un aumento acumulativo y durable en la cantidad y calidad de bienes, servicios y recursos, unidos a cambios sociales tendientes a mejorar de forma equitativa la seguridad y la calidad de la vida humana, sin deteriorar el ambiente natural ni comprometer las bases de un desarrollo similar para las futuras generaciones.

Este proceso de transformaciones involucra cambios en la ocupación, el uso y la conservación del territorio; territorio que tiene una base natural regida por sus propias leyes que es modificada por la sociedad para los fines de su sobrevivencia y desarrollo; modificaciones que forman parte del territorio y que le asignan roles económicos, sociales, culturales e institucionales. Por tanto, el propio proceso de desarrollo puede, y de hecho implica cuando involucra cambios significativos del territorio, la creación o la activación o la potenciación de manifestaciones peligrosas de los fenómenos naturales, peligrosa para la sociedad que se localiza en el territorio donde actúan e impactan. Así, la aspiración a un desarrollo sostenible implica necesariamente la incorporación de la gestión del riesgo asociado a estos peligros físicos, con el fin de afirmar la seguridad de lo avanzado, disminuir el riesgo y no crear nuevos riesgos.

El *desastre* asociado a peligros físicos y sociedades afectadas brutalmente por su impacto es la expresión extrema de un proceso de desarrollo no sostenible y se define como:

...una situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópico que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población y en su estructura productiva e infraestructura, causa

1. Las definiciones de los conceptos citados han sido tomados del Glosario del texto *La gestión local del riesgo. Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica* de Allan Lavell, que contó con la colaboración de Elizabeth Mansilla y David Smith, y la participación de Alice Brenes, Luis Romano, Horacio Somarriba, Luis Gamarra y Federico Armien. Publicado por el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (Cepredenac) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Disponible en Internet: <www.gestiondelriesgo.org.pe>.

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento del país, región, zona, o comunidad afectada, las cuales no pueden ser enfrentadas o resueltas de manera autónoma utilizando los recursos disponibles a la unidad social directamente afectada. Estas alteraciones están representadas de forma diversa y diferenciada, entre otras cosas, por la pérdida de vida y salud de la población; la destrucción, pérdida o inutilización total o parcial de bienes de la colectividad y de los individuos, así como daños severos en el ambiente, requiriendo de una respuesta inmediata de las autoridades y de la población para atender a los afectados y reestablecer umbrales aceptables de bienestar y oportunidades de vida.

El desastre no es natural, es social. En este marco, *el riesgo de desastre*:

...es la probabilidad de que se presente un nivel de consecuencias económicas y sociales adversas en un sitio particular y durante un tiempo definido que exceden niveles aceptables a tal grado que la sociedad o un componente de la sociedad afectada encuentre severamente interrumpido su funcionamiento rutinario y no pueda recuperarse de forma autónoma, requiriendo de ayuda y asistencia externa.

No obstante, es necesario tomar en cuenta el *riesgo cotidiano o social* el cual, sin ser un riesgo de desastre, puede contribuir a su configuración, como de hecho sucede en realidades marcadas por situaciones estructurales que se convierten en factores importantes de vulnerabilidad social. El concepto de riesgo cotidiano o social:

...hace referencia a un conjunto de condiciones sociales de vida de la población que a la vez que constituyen facetas o características (aunque no exclusivas) de la pobreza, el subdesarrollo y la inseguridad humana estructural, limitan o ponen en peligro el desarrollo humano sostenible. Ejemplos de esto se encuentran en la insalubridad y morbilidad, la desnutrición, la falta de empleo e ingresos, la violencia social y familiar y la drogadicción y el alcoholismo, entre otros.

Asimismo, se debe considerar lo que se denomina como *riesgo aceptable*:

...[las] posibles consecuencias sociales y económicas que, implícita o explícitamente, una sociedad o un segmento de la misma asume o tolera en forma consciente por considerar innecesaria, inoportuna o imposible una intervención para su reducción dado el contexto económico, social, político, cultural y técnico existente. La noción es de pertinencia formal y técnica en condiciones donde la información existe y cierta racionalización en el proceso de toma de decisiones puede ejercerse, y sirve para determinar las mínimas exigencias o requisitos de seguridad, con fines de protección y planificación, ante posibles fenómenos peligrosos.

Todo lo expuesto conduce a destacar la importancia de la propuesta del *análisis del riesgo*, el que es una interpretación de implicancia metodológica para la evaluación del riesgo de una sociedad en contextos existentes o futuros de fenómenos naturales potencialmente peligrosos:

...en su forma más simple, es el postulado de que el riesgo resulta de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos en un territorio y con referencia a grupos o unidades sociales y económicas particulares. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. Análisis de amenazas y de vulnerabilidades componen facetas del análisis de riesgo y deben estar articulados con este propósito y no comprender actividades separadas e independientes. Un análisis de vulnerabilidad es imposible sin un análisis de amenazas, y viceversa.

En ese marco, se entiende que la *amenaza* es:

...[un] peligro latente que representa la probable manifestación de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico, que se anticipa puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura y los bienes y servicios. Es un factor de riesgo físico externo a un elemento o grupo de elementos sociales expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un fenómeno se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo definido. A diferencia de la *amenaza natural* que es un peligro latente asociado con la posible manifestación de un fenómeno de origen natural, la *amenaza socio-natural* es un peligro latente asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación ambiental o de intervención humana en los ecosistemas naturales por lo que representan un proceso de conversión de recursos en amenazas.

Y, a diferencia de esta, la *amenaza antrópica* es el «peligro latente generado por la actividad humana en la producción, distribución, transporte, consumo de bienes y servicios y la construcción y uso de infraestructura y edificios».

Con frecuencia no se diferencia el concepto de amenaza de aquel de peligro. Una precisión que distingue amenaza de *fenómeno o evento peligroso*, es que este «es la materialización en el tiempo y el espacio de una amenaza. Es importante diferenciar entre un fenómeno potencial o latente que constituye una amenaza, y el fenómeno mismo, una vez que éste se presenta».

En la realidad, la sociedad suele estar expuesta a una cadena de amenazas, en este caso se trata de *amenazas concatenadas o complejas*, caracterización que:

...hace referencia a la probable ocurrencia en serie o secuencia de dos o más fenómenos físicos peligrosos donde uno desencadena el otro y así sucesivamente. Un ejemplo se encuentra en la forma en que un sismo puede causar la ruptura de presas y diques, generando inundaciones que rompen líneas de transmisión de productos volátiles o contaminantes con repercusiones directas en los seres humanos u otras especies de fauna o flora.

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

Como se ha indicado, no hay amenaza sin vulnerabilidad y viceversa. Vulnerabilidad se entiende como:

...[el] factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio-natural o antrópico. Representa también las condiciones que imposibilitan o dificultan la recuperación autónoma posterior. Las diferencias de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determinan el carácter selectivo de la severidad de sus efectos.

Al interior de la vulnerabilidad se distinguen dos aspectos, especialmente en el análisis de su relación con la amenaza. Uno es el que se denomina como *los elementos expuestos*, dado por el «contexto social y material representado por las personas y por los recursos, producción, infraestructura, bienes y servicios, que pueden ser afectados directamente por un fenómeno físico». Otro es el de *la resiliencia*, definida como la «capacidad de un ecosistema, sociedad o comunidad de absorber un impacto negativo o de recuperarse una vez haya sido afectada por un fenómeno físico».

De allí que el análisis del riesgo abarque la evaluación de las amenazas y de la vulnerabilidad. Entendiéndose como *evaluación de la amenaza* «el proceso mediante el cual se determina la posibilidad de que un fenómeno físico se manifieste, con un determinado grado de severidad, durante un período de tiempo definido y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables». Asimismo, se entiende como *evaluación de la vulnerabilidad* «el proceso mediante el cual se determina el grado de susceptibilidad y predisposición al daño o pérdida de un elemento o grupo de elementos económicos, sociales y humanos expuestos ante una amenaza particular, y los factores y contextos que pueden impedir o dificultar de manera importante la recuperación, rehabilitación y reconstrucción con los recursos disponibles en la unidad social afectada».

A su vez, la evaluación del riesgo involucra la determinación de los *escenarios de riesgo*, que se realiza mediante:

...un análisis, presentado en forma escrita, cartográfica o diagramada, utilizando técnicas cuantitativas y cualitativas, y basado en métodos participativos, de las dimensiones del riesgo que afecta a territorios y grupos sociales determinados. Significa una consideración pormenorizada de las amenazas y vulnerabilidades, y como metodología ofrece una base para la toma de decisiones sobre la intervención en reducción, previsión y control de riesgo. En su acepción más reciente implica también un paralelo entendimiento de los procesos sociales causales del riesgo y de los actores sociales que contribuyen a las condiciones de riesgo existentes. Con esto se supera la simple estimación de diferentes escenarios de consecuencias o efectos potenciales en un área geográfica que tipifica la noción más tradicional de escenarios en que los efectos o impactos económicos se registran sin noción de causalidades.

En la estimación del riesgo de desastre hay que tomar en cuenta efectos o impactos directos e indirectos. Son *directos*: «Aquellos que mantienen relación de causalidad directa e inmediata con la ocurrencia de un fenómeno físico, representados usualmente por el impacto en las infraestructuras, sistemas productivos, bienes y acervos, servicios y ambiente, o por el impacto inmediato en las actividades sociales y económicas». Son *indirectos*:

Aquellos que mantienen relación de causalidad con los efectos directos, representados usualmente por impactos concatenados sobre las actividades económicas y sociales o sobre el ambiente. Normalmente los impactos indirectos cuantificados son los que tienen efectos adversos en términos sociales y económicos, por ejemplo, pérdidas de oportunidades productivas, de ingresos futuros, aumentos en los niveles de pobreza, aumentos en costos de transporte debido a la pérdida de caminos y puentes, etc. Sin embargo, también habrá casos de impactos positivos desde la perspectiva de individuos y empresas privadas quienes pueden beneficiarse de los impactos negativos en otros.

2.2. Riesgo de desastre y gestión local del riesgo² en los procesos y los instrumentos de planificación y gestión del desarrollo

Una de las principales consecuencias para la comprensión del riesgo como proceso social es la concepción de la gestión del riesgo relativa al riesgo de desastre. Así, se concibe el *riesgo de desastre* como:

Expresión de la naturaleza dinámica y cambiante del riesgo a lo largo del tiempo, en circunscripciones territoriales y sociales determinadas. Admite distintas fases o estadios del riesgo, incluyendo: el riesgo producto de los procesos normales de cambio, desarrollo y evolución de la sociedad; del impacto de las crisis económicas y estructurales, y de los cambios rápidos en las condiciones territoriales y tecnológicas de la producción; y el riesgo resultado de la transformación rápida de los escenarios de riesgo existentes a raíz del impacto de un fenómeno físico externo, la cual se expresa en condiciones de agudizada inseguridad alimenticia, de albergue, de salud y nutrición, de seguridad pública y privada, de acceso a agua potable, etc. La Gestión del Riesgo opera en el contexto de este proceso o continuo del riesgo, a veces buscando reducirlo y en otros momentos preverlo, manejarlo o evitar su construcción. Distintas formas de intervención corresponden grosso modo a las fases del llamado ciclo de los desastres: la prevención, la mitigación, los preparativos, la respuesta humanitaria, la rehabilitación y la reconstrucción.

Por lo que la *gestión de riesgos* o, de forma más explícita, *la gestión de la reducción, la previsión y el control del riesgo de desastre*, es:

2. La fuente de esta sección es la misma que la de la sección anterior.

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

...[un] proceso social complejo cuyo fin último es la reducción o la previsión y control permanente del riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles. En principio, admite distintos niveles de intervención que van desde lo global, integral, lo sectorial y lo macro-territorial hasta lo local, lo comunitario y lo familiar. Además, requiere de la existencia de sistemas o estructuras organizacionales e institucionales que representan estos niveles y que reúnen bajo modalidades de coordinación establecidas y con roles diferenciados acordados, aquellas instancias colectivas de representación social de los diferentes actores e intereses que juegan un papel en la construcción de riesgo y en su reducción, previsión y control.

En procesos de descentralización política-territorial y de participación ciudadana en la planificación del desarrollo local, como el que recientemente está en marcha en el Perú, cobra especial importancia la *gestión local del riesgo*. Este concepto hace «referencia al proceso de reducción o previsión y control de riesgos manifiestos en los niveles locales. Tal proceso puede conducirse o lograrse con la participación de actores sociales de distintas jurisdicciones territoriales —internacionales, nacionales, regionales o locales».

Es necesario subrayar el término «riesgos manifiestos en los niveles locales», pues el territorio de la causalidad del riesgo no necesariamente coincide con el territorio de la manifestación del riesgo. En ese sentido, la evaluación del riesgo para su gestión local debe considerar el conjunto del territorio de configuración e impacto del riesgo, en particular el riesgo asociado a lo que se denominan *líneas o redes vitales*:

Infraestructura básica o esencial. Energía: presas, subestaciones, líneas de fluido eléctrico, plantas de almacenamiento de combustibles, oleoductos, gasoductos. Transporte: redes viales, puentes, terminales de transporte, aeropuertos, puertos fluviales y marítimos. Agua: plantas de tratamiento, acueductos, alcantarillados, canales de irrigación y conducción. Comunicaciones: redes y plantas telefónicas, estaciones de radio y televisión, oficinas de correo e información pública.

Asimismo, se debe precisar dentro de la definición de *gestión local del riesgo* el término *local*:

...[en] sentido estricto se refiere a un territorio de dimensiones sub-nacionales y subregionales en que existe cierta homogeneidad en las modalidades y formas de desarrollo y en las características ambientales, y tiene presencia de diversos actores sociales con sentido de pertenencia al territorio y con relaciones estrechas de identidad, cooperación o conflicto. En el sentido administrativo-político, lo local suele asociarse con el municipio. Sin embargo, esto desvirtúa la noción científica de lo local, ya que éste puede ser menor en extensión que una municipalidad, cruzar diferentes límites municipales o en algunos casos acotarse a un municipio particular.

Un instrumento evidente de la *gestión del riesgo* es el Plan de Gestión de Riesgos. Este plan es definido como:

Conjunto coherente y ordenado de estrategias, programas y proyectos, que se formula para orientar las actividades de reducción o mitigación, previsión y control de riesgos, y la recuperación en caso de desastre. Al garantizar condiciones apropiadas de seguridad frente a los diversos riesgos existentes y disminuir las pérdidas materiales y consecuencias sociales que se derivan de los desastres, se mantiene la calidad de vida de la población y se aumenta la sostenibilidad.

En correspondencia con la naturaleza de este plan, dichas estrategias, programas o proyectos para la gestión del riesgo pueden ser de tipo correctivo o prospectivo frente a este, en tanto no solo toma en cuenta la situación actual de riesgo sino también los probables contextos futuros de su configuración.

La *gestión correctiva del riesgo* se refiere a:

...[un] proceso que pretende reducir los niveles de riesgo existentes en la sociedad o en un subcomponente de la sociedad, producto de procesos históricos de ocupación del territorio, de fomento a la producción y la construcción de infraestructuras y edificaciones entre otras cosas. Reacciona a, y compensa un riesgo ya construido en la sociedad. Ejemplos de acciones o instrumentos de la gestión correctiva incluyen la construcción de diques para proteger poblaciones ubicadas en las zonas de inundación, la reestructuración de edificios para dotarlos de niveles adecuados de protección sismo-resistente o contra huracanes, cambios en el patrón de cultivos para adecuarse a condiciones ambientales adversas, reforestación o recuperación de cuencas para disminuir procesos de erosión, deslizamiento e inundación.

En esa perspectiva se ubica la *mitigación (reducción) de riesgos de desastres*:

Ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente. La mitigación asume que en muchas circunstancias no es posible ni factible controlar totalmente el riesgo existente; es decir, que en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y sus consecuencias, sino más bien reducirlos a niveles aceptables y factibles. La mitigación de riesgos de desastre puede operar en el contexto de la reducción o eliminación de riesgos existentes, o aceptar estos riesgos y, a través de los preparativos, los sistemas de alerta, etc. buscar disminuir las pérdidas y daños que ocurrirían con la incidencia de un fenómeno peligroso. Así, las medidas de mitigación o reducción que se adoptan en forma anticipada a la manifestación de un fenómeno físico tienen el fin de: a) evitar que se presente un fenómeno peligroso, reducir su peligrosidad o evitar la exposición de los elementos ante el mismo; b) disminuir sus efectos sobre la población, la infraestructura, los bienes y servicios, reduciendo la vulnerabilidad que exhiben.

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

A su vez, la *gestión prospectiva del riesgo* es:

...[un] proceso a través del cual se prevé un riesgo que podría construirse asociado con nuevos procesos de desarrollo e inversión, tomando las medidas para garantizar que nuevas condiciones de riesgo no surjan con las iniciativas de construcción, producción, circulación, comercialización, etc. La gestión prospectiva debe verse como un componente integral de la planificación del desarrollo y del ciclo de planificación de nuevos proyectos, sean estos desarrollados por gobierno, sector privado o sociedad civil. El objetivo último de este tipo de gestión es evitar nuevos riesgos, garantizar adecuados niveles de sostenibilidad de las inversiones y, con esto, evitar tener que aplicar medidas costosas de gestión correctiva en el futuro.

En esa perspectiva es de especial importancia incorporar en los diseños y la evaluación de los proyectos de inversión el concepto de *degradación (deterioro) ambiental*:

Procesos inducidos por acciones y actividades humanas que dañan la base de recursos naturales o que afectan de manera adversa procesos naturales y ecosistemas, reduciendo su calidad y productividad. Los efectos potenciales son variados e incluyen la transformación de recursos en amenazas de tipo socio-natural. La degradación ambiental puede ser la causa de una pérdida de resiliencia de los ecosistemas y del ambiente, la cual los hace más propensos a sufrir impactos y transformaciones con la ocurrencia de un fenómeno físico peligroso. La pérdida de resiliencia puede generar nuevas amenazas de tipo socio-natural.

Asimismo, se entiende pronóstico como:

Determinación de la probabilidad de que un fenómeno físico se manifieste con base en: el estudio de su mecanismo físico generador, el monitoreo del sistema perturbador y/o el registro de eventos en el tiempo. Un pronóstico puede ser a corto plazo, generalmente basado en la búsqueda e interpretación de señales o eventos precursores del fenómeno peligroso; a mediano plazo, basado en la información estadística de parámetros indicadores de la potencialidad del fenómeno, y a largo plazo, basado en la determinación del evento máximo probable o creíble dentro de un período de tiempo que pueda relacionarse con la planificación del área afectable.

Las estrategias y las acciones de *prevención de riesgos* corresponden a la gestión prospectiva, la prevención de riesgos está constituida por:

Medidas y acciones dispuestas con anticipación que buscan prevenir nuevos riesgos o impedir que aparezcan. Significa trabajar en torno a amenazas y vulnerabilidades probables. Vista de esta manera, la prevención de riesgos se refiere a la Gestión Prospectiva del Riesgo, mientras que la mitigación o reducción de riesgos se refiere a la Gestión Correctiva. Dado que la prevención absoluta rara vez es posible, la prevención tiene una connotación semi-utópica y debe ser vista a la luz de consideraciones sobre el riesgo aceptable, el cual es socialmente determinado en sus niveles.

2.3. Bases del concurso

COMITÉ DE GESTIÓN		
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS	SECCIÓN DE POSTGRADO DE LA FIC UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	PROGRAMA DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE PDRS-GTZ
Milton von Hesse Director de Programación Multianual	Dr. Ing. Jorge Alva Hurtado Jefe de la Sección de Postgrado	Dr. Helmut Eger Director de Programa

JUSTIFICACIÓN

Este concurso invita a la presentación de propuestas de investigación-aplicación que contribuyan a esclarecer las formas y los procesos en los que programas, proyectos o acciones de inversión y desarrollo han participado en la construcción de nuevas condiciones de vulnerabilidad y riesgo de desastre en la sociedad, retrasando así el desarrollo sostenible. A su vez, estos trabajos deberán contribuir al desarrollo, la adecuación y la implementación de instrumentos, métodos y metodologías que permitan, promuevan o faciliten la introducción de las variables o los parámetros de reducción, previsión o control del riesgo en nuevos proyectos de inversión y desarrollo. La aplicación de los métodos y los instrumentos puede fundamentarse en adecuaciones o modificaciones de metodologías ya existentes y probadas, tales como las listas de chequeo y el análisis costo-beneficio, y también proponer nuevas herramientas y metodologías.

Tanto la investigación sobre procesos como el desarrollo de métodos e instrumentos pueden tomar como punto de referencia distintos ambientes del desarrollo sectorial o territorial y considerar desde entornos de desarrollo «moderno» hasta entornos de la economía de pequeña escala o informal. Aquí se considera que los procesos podrían ser diferentes en entornos distintos y, en consecuencia, los instrumentos y los métodos de análisis y control también.

El objetivo final de la investigación será promover la incorporación del análisis del riesgo en procesos, programas, proyectos y acciones de inversión y desarrollo. De esta manera se considera que las pérdidas y los daños económicos y sociales se reduzcan, aumentando así la sostenibilidad de las inversiones y el desarrollo como tal.

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

BASE LEGAL

El presente Reglamento se sustenta en las siguientes bases legales:

- Ley Universitaria 23733
- Estatuto de la Universidad Nacional de Ingeniería
- Ley de Gestión Presupuestaria del Estado 26703
- Ley 26706
- Directivas vigentes del Ministerio de Economía y Finanzas

CAPÍTULO I**DEL OBJETO Y LA TEMÁTICA****ARTÍCULO PRIMERO**

El presente reglamento tiene como objeto establecer los procedimientos y disposiciones para promover el desarrollo de tesis de investigación que conlleven a obtener el grado de Maestro.

ARTÍCULO SEGUNDO

Los proyectos de investigación deberán estar enfocados al tema: Incorporación del Análisis del Riesgo en la Planificación e Inversiones de Desarrollo.

CAPÍTULO II**DE LOS INCENTIVOS****ARTÍCULO TERCERO**

Las investigaciones recibirán incentivos de las siguientes instituciones y/o proyectos:

a) GTZ

- Proporcionará financiamiento al experto internacional Allan Lavell quien asesorará las investigaciones seleccionadas por espacio de 30 días. El tiempo de asesoramiento del experto internacional podrá ser ampliado dependiendo de las necesidades generadas durante el desarrollo de las investigaciones. Las responsabilidades del experto se detallan en el Anexo.
- Proporcionará a cada una de las investigaciones seleccionadas una *lap top*. Esta se convertirá en propiedad privada de los beneficiarios al finalizar dicha investigación. Sin embargo, los equipos se entregarán a los ganadores al inicio de las investigaciones.
- Financiará la publicación de las investigaciones con el 40% del costo de 1.000 ejemplares.

b) UNIVERSIDADES PARTICIPANTES

- Las universidades financiarán la publicación de las investigaciones en un 60% del costo de 1.000 ejemplares.³
- Las universidades otorgarán un diploma a cada uno de los investigadores ganadores indicando el orden de mérito obtenido.
- Las universidades presentarán oficialmente a los alumnos participantes y garantizan la devolución de la *lap top* asignada al inicio de las investigaciones en caso de no concluir la investigación.
- Las universidades designarán docentes para asesorar las investigaciones.⁴

c) MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (MEF)

- Otorgará diplomas para cada uno de los investigadores ganadores indicando el orden de mérito obtenido.

CAPÍTULO III
DE LA GESTIÓN

ARTÍCULO CUARTO

Para el desarrollo del concurso se contará con los siguientes órganos de gestión:

a) COMITÉ DE GESTIÓN (CG)

Es el responsable de la organización general del concurso. Está integrado por un delegado de las siguientes instituciones: MEF, UNI y GTZ. Sus principales funciones son:

- Proponer mecanismos para el desarrollo eficiente del concurso.
- Convocar cuando estime necesario a reuniones con el Comité de Gestión Ampliado.
- Realizar las comunicaciones oficiales del concurso.
- Mantener comunicación permanente con el consultor internacional.
- Mantener comunicación permanente con el Comité de Gestión Ampliado.

Para cumplir sus funciones el CG contará con una Secretaría, la cual será ocupada por uno de los representantes del comité.

b) COMITÉ DE GESTIÓN AMPLIADO (CGA)

Está integrado por los miembros del Comité de Gestión, un representante de la Universidad Nacional de Piura (UNP) y un representante de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA).

3. La responsabilidad de cada universidad en el financiamiento para la publicación es proporcional al número de investigadores ganadores por cada casa de estudios.
4. Los docentes asesores estarán en comunicación permanente con el consultor internacional.

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

Sus principales funciones son:

- Apoyar la difusión y la implementación del concurso a nivel nacional.
- La UNP apoyará la difusión en la región norte.
- La UNSA apoyará la difusión en la región sur.
- Participar de las reuniones que convoque el Comité de Gestión.
- Proponer iniciativas al Comité de Gestión para el éxito del concurso.
- Mantener comunicación permanente con el Comité de Gestión.

c) COMITÉ DE EVALUACIÓN (CE)

El Comité de Evaluación del concurso estará formado por un miembro del MEF, la GTZ, la UNI, la UNP, la UNSA y el consultor internacional, según los criterios descritos en el anexo.

Las principales funciones del CE son:

- Evaluar y aprobar las investigaciones presentadas que cumplan con los requisitos administrativos.
- Hacer oficiales las investigaciones seleccionadas que serán acompañadas por el consultor internacional.
- Coordinar la asistencia técnica con el consultor internacional y los docentes asesores de las investigaciones durante el desarrollo de las investigaciones seleccionadas.
- Aprobar u observar la propuesta de orden de mérito de las investigaciones ganadoras que realice el consultor internacional.
- Hacer oficiales los resultados de las investigaciones ganadoras.

CAPÍTULO IV

DE LOS PARTICIPANTES

ARTÍCULO QUINTO

CRITERIOS PARA SELECCIONAR A LOS PARTICIPANTES

- Presentar una propuesta de investigación aprobada oficialmente por la Escuela de Post Grado de la universidad correspondiente.
- La investigación debe estar relacionada con lo descrito en el artículo segundo de las bases.
- Carta del(os) investigador(es) comprometiéndose a cumplir con los requisitos y las exigencias del concurso, según modelo adjunto.

ARTÍCULO SEXTO

Las investigaciones podrán ser realizadas de forma individual o conjunta entre dos candidatos a maestrantes de diferentes facultades y/o especialidades, siempre y cuando justifiquen su conveniencia y el Comité de Gestión (CG) lo considere relevante.

ARTÍCULO SÉPTIMO

Cada investigación tendrá un asesor nacional que pertenezca a la misma universidad del beneficiario. El asesor será corresponsable de la formulación, el desarrollo y la culminación de la investigación. El asesor nacional podrá ser un profesor acreditado por la universidad.

CAPÍTULO V DE LA PRESENTACIÓN

ARTÍCULO OCTAVO

El perfil de la investigación se presentará al Comité de Evaluación (CE) según el calendario de actividades señalado en el Anexo.

ARTÍCULO NOVENO

El perfil de investigación deberá contener el siguiente índice y no deberá exceder de 12 páginas:

- a) Título
- b) Resumen ejecutivo
- c) Antecedentes
- d) Justificación
- e) Marco teórico
- f) Objetivos y metas
- g) Hipótesis
- h) Potenciales beneficiarios
- i) Aportes esperados
- j) Descripción técnica
- k) Programación de actividades
- l) Presupuesto

CAPÍTULO VI DE LA APROBACIÓN

ARTÍCULO DÉCIMO

El Comité de Evaluación (CE) establecerá los criterios de evaluación de los perfiles de las investigaciones.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO

El Comité de Evaluación tendrá las funciones de:

- a) Evaluar los perfiles de las investigaciones.
- b) Aprobar los perfiles de las investigaciones.
- c) Supervisar las investigaciones.
- d) Cancelar las investigaciones.

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO

El Comité de Evaluación estará presidido por el jefe de la Sección de Postgrado de la Universidad Nacional de Ingeniería y contará con la asesoría permanente de un consultor internacional experto en la temática de Gestión del Riesgo.

ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO

El Comité de Gestión (CG) en pleno tendrá facultades para aprobar o denegar los perfiles de las investigaciones que serán compatibles con los reglamentos de Investigación de las Escuelas de Post Grado de las universidades y las líneas de investigación del presente concurso.

CAPÍTULO VII**DE LA EVALUACIÓN Y CONTROL****ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO**

Para la evaluación y el control del avance, el investigador presentará informes al Comité de Evaluación (CE). Estos informes serán en fechas coincidentes con el calendario de actividades aprobado para la investigación.

ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO

El informe final de la investigación incluye la respectiva sustentación ante el Comité de Evaluación y el Jurado Calificador de cada universidad, los cuales evaluarán la investigación de acuerdo con las normas internas de cada universidad para otorgar el grado académico de Maestro.

ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO

Las investigaciones que hayan recibido la aprobación final del Comité de Evaluación y el Jurado calificador de la respectiva universidad serán expuestas a manera de conferencias en acto público posterior.

ARTÍCULO DÉCIMO SÉPTIMO

Los informes de avance de las investigaciones contendrán la siguiente información:

- a) El periodo que abarca.
- b) Los participantes.
- c) La descripción de las actividades del periodo correspondiente.
- d) Los resultados parciales.
- e) Los planos, los esquemas y los informes de consultoría, entre otros (en anexos).

CAPÍTULO VIII

DE LA SUPERVISIÓN

ARTÍCULO DÉCIMO OCTAVO

El desarrollo de las investigaciones será supervisado periódicamente por el Comité de Evaluación, el cual verificará el cumplimiento del calendario y las metas establecidas.

ARTÍCULO DÉCIMO NOVENO

El Comité de Evaluación cancelará la investigación por razones justificadas y cuando, a su juicio, la situación así lo requiera, debiendo el beneficiario devolver al Comité de Gestión los incentivos otorgados al inicio de la investigación.

ARTÍCULO VIGÉSIMO

La cancelación de la investigación será comunicada a cada universidad mediante la Oficina de Control Institucional, para las acciones administrativas o legales pertinentes.

CAPÍTULO IX

DE LA FINALIZACIÓN Y LOS RESULTADOS

ARTÍCULO VIGÉSIMO PRIMERO

El Comité de Evaluación dará por concluida la investigación con la evaluación del informe final. El Comité de Evaluación (CE) elevará un informe a los miembros del Comité de Gestión Ampliado

ARTÍCULO VIGÉSIMO SEGUNDO

Los resultados parciales y final de la investigación constituyen propiedad intelectual de la universidad, las instituciones organizadoras y los investigadores y dan lugar a los derechos legales correspondientes.

Lima, diciembre de 2005

ANEXO DE LAS BASES**1. RESPONSABILIDADES DEL CONSULTOR INTERNACIONAL**

- a) Revisión y comentarios a la convocatoria para el programa de investigaciones.
- b) Lectura de las propuestas de investigación, calificación de estas y recomendaciones sobre la selección final de los seis participantes del programa.
- c) Orientaciones iniciales y comentarios por escrito a los participantes en cuanto al contenido, la metodología y la documentación de apoyo, entre otros, de las investigaciones seleccionadas.
- d) Lectura, revisión y comentarios críticos y constructivos del primer borrador de la investigación entregado por los participantes, el cual cubrirá un estimado de 50 a 70% de la investigación.
- e) Revisión, comentario y discusión de las versiones finales de las investigaciones.
- f) Comentarios a la propuesta de publicación de resultados.

2. CALENDARIO

ACTIVIDADES	FECHA
Carta de intención entre universidades y experto internacional	Noviembre 2005-Marzo 2006
Publicidad (afiches, gigantografía, web, volantes, otros)	Febrero-Marzo 2006
Convocatoria al Concurso ARPID	Abril-Mayo 2006
Calificación y selección de perfiles, publicación de resultados	Junio 2006
Desarrollo de tesis	Julio-Noviembre 2006
Primer control de asesor internacional (avance 10%)	Julio-Agosto 2006
Segundo control de asesor internacional (avance 70%)	Octubre 2006
Tercer control de asesor internacional (avance 100%)	Noviembre 2006
Entrega de trabajos finales	Noviembre 2006
Diseño de publicación	Diciembre 2006
Presentación de la publicación	Enero 2007

3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PROPUESTAS**CONTENIDO**

- Originalidad del tema.
- Base conceptual sólida.
- Importancia del tema para la solución de problemas concretos de la sociedad, la ciencia y la tecnología.
- Aplicación de metodologías y técnicas adecuadas para la evaluación.
- Orientación clara de la selección de los métodos y los resultados a los usuarios.
- Tener en cuenta el marco institucional y la normatividad legal vigente.

PRESENTACIÓN

- Orden estructurado.
- Aspecto de la presentación.

RELEVANCIA DEL TEMA SELECCIONADO PARA LAS INSTITUCIONES INVOLUCRADAS

- Relevancia de la metodología utilizada.
- Relevancia de los resultados planificados.

4. FASES DE EVALUACIÓN

1. Entrega de las propuestas de investigación (en forma digital) aprobadas oficialmente por la universidad correspondiente al Comité de Gestión.
2. Envío de la propuestas a todos los integrantes del Comité de Evaluación:
 - Ministerio de Economía y Finanzas
 - GTZ
 - Universidad Nacional de Ingeniería
 - Universidad Nacional de Piura
 - Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
 - Consultor internacional
3. Cada participante del Comité de Gestión Ampliado evalúa las propuestas y da un puntaje según los criterios de evaluación y el cuadro de evaluación previamente acordado.
4. Se calcula el promedio de puntaje para cada propuesta. El voto del consultor internacional tiene un mayor peso. Se calcula el puntaje final para cada propuesta de la siguiente manera:

$$\Sigma = \frac{1 \text{ punto MEF} + 1 \text{ punto GTZ} + 1 \text{ punto UNI} + 1 \text{ punto UNP} + 1 \text{ punto UNSA} + 2 \text{ puntos consultor internacional}}{7}$$

7

I Concurso de Investigaciones Orientado al Análisis del Riesgo en Planificación e Inversiones del Desarrollo

5. MODELO DE CARTA DE COMPROMISO
**CONCURSO DE INVESTIGACIONES ORIENTADO AL ANÁLISIS DEL RIESGO
 EN PLANIFICACIÓN E INVERSIONES DEL DESARROLLO**

_____, _____ de 2006
 (Lugar) (Fecha)

Yo (nosotros).....,
 (Nombres y apellidos)
 identificado(s) con DNI, Maestrante(s) de la Escuela de Post Grado de la
 Universidad....., en la especialidad de
 me (nos) presentamos a ustedes para hacer de su conocimiento lo siguiente:

1. Que habiendo sido ganador(es) del concurso en mención con el trabajo de investigación titulado:, declaramos que estoy(amos) informado(s) y soy(mos) conocedor(es) de los requisitos y los compromisos estipulados en las bases de este concurso.
2. Asumo(imos) el compromiso de cumplir con los requisitos expuestos en las bases del concurso; principalmente efectuando dicha investigación en los plazos previstos y con la calidad que el trabajo exige.
3. De no cumplir con los compromisos asumidos, me(nos) comprometo(emos) a devolver los equipos y otros recursos recibidos en el estado en que nos fueron entregados.
4. Queda convenido que, de no cumplir con lo estipulado en las bases del concurso y en esta carta de compromiso, las entidades convocantes podrán recurrir a las instancias legales necesarias para hacer cumplir dichos compromisos.

Atentamente

FIRMA

 (Nombres y apellidos)

SECCIÓN SEGUNDA

TESIS DEL CONCURSO DE INVESTIGACIONES
ORIENTADO AL ANÁLISIS DEL RIESGO EN
PLANIFICACIÓN E INVERSIONES DEL DESARROLLO

A. Tesis sobre incorporación del análisis del
riesgo en planificación e inversión

TESIS 1

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

Jaime Puicón

Tesis para optar el grado de Magíster
con mención en Gestión del Riesgo

Programa de Maestría
en Planificación Regional

Facultad de Ingeniería Civil
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Resumen

La presente investigación forma parte de la reflexión sobre la importancia de la incorporación del análisis del riesgo en los procesos de planificación para el desarrollo territorial y de la necesidad de considerar en las estrategias y las políticas públicas medidas para reducir la vulnerabilidad de las unidades sociales, sus medios de vida, infraestructuras y servicios; así como del trabajo orientado a buscar herramientas y mecanismos que faciliten la identificación participativa y el desarrollo de acciones que reduzcan el riesgo en determinado territorio, contribuyendo con la sostenibilidad de los procesos de desarrollo.

Esta reflexión y estos aportes metodológicos encuentran en el proceso de planificación territorial del distrito de Morropón (Piura, Perú) una oportunidad para aplicar el análisis del riesgo, de manera participativa y en un nivel local, como herramienta que, partiendo de la determinación del nivel de vulnerabilidad de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo de la actividad agrícola, permita explicar la vulnerabilidad del territorio distrital y definir estrategias para reducir sus causas; de esta manera aporta al objetivo de lograr el desarrollo económico de Morropón, basado en una agricultura sostenible, y de alcanzar un modelo de territorio seguro y competitivo, tal como se plantea en la visión consensuada del Plan de Ordenamiento Territorial aprobado por esta municipalidad.

La investigación determina que el nivel de vulnerabilidad territorial del distrito de Morropón es de medio a alto, en función de los resultados del análisis de la vulnerabilidad (por exposición, fragilidad y resiliencia) y del riesgo de los elementos físico-estructurales esenciales; cuya seguridad y normal funcionamiento se consideran estratégicos para la competitividad territorial, en un contexto de riesgo ante la ocurrencia tanto de lluvias intensas e inundaciones, asociadas al Fenómeno El Niño (FEN), como de prolongadas sequías. Concluye perfilando estrategias y medidas correctivas y prospectivas, de carácter estructural y no estructural, para garantizar la seguridad de esos elementos vitales para el desarrollo de la actividad agrícola (infraestructura de riego, vial y de drenaje).

Los principales resultados de la investigación se han logrado mediante el diseño y la aplicación de metodologías y herramientas que facilitaron la participación de productores y productoras, técnicos y autoridades del distrito de Morropón, las que se han validado y se explicitan en el desarrollo y los anexos de la investigación.



Plazuela Grau del distrito de Morropón.



Zona de cultivo de arroz irrigada por el canal Piedra El Toro, caserío La Unión.

1. LA INVESTIGACIÓN: CONCEPTOS, PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA

La investigación asume el concepto de vulnerabilidad territorial de D'Ercole y Metzger, quienes la definen como:

...el resultado, a nivel de un territorio, de la transmisión de las vulnerabilidades particulares que caracterizan a la vez a espacios y elementos esenciales para el funcionamiento del territorio, así como a las políticas y acciones que apuntan a reducir tales vulnerabilidades. Asimismo, consideran que la vulnerabilidad es, objetivamente, junto a los elementos esenciales, la dimensión esencial del riesgo. (2004: 8,17)

Los elementos fundamentales de un territorio son aquellos cuyo no funcionamiento afectaría al sistema territorial y una política orientada a gestionar el riesgo debe, en primer lugar, proteger los elementos y los espacios que son a la vez los más importantes para el territorio y que se encuentren en situación de vulnerabilidad.

Los avances conceptuales sobre la naturaleza social del riesgo y, por tanto, de la necesidad de la gestión del riesgo, son recientes. En la investigación destacan los siguientes alcances reseñados en el marco teórico:

- Los procesos de desarrollo tienen una gran influencia, tanto positiva como negativa, en la configuración del riesgo. Países expuestos a peligros naturales similares a menudo experimentan consecuencias muy diferentes pues las repercusiones de un desastre dependerán, en gran medida, del tipo de políticas y estrategias de desarrollo previamente adoptadas (Lavell, 1999).
- «Un desastre es una situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población, causa alteraciones intensas en las condiciones normales de funcionamiento de la comunidad. Estas alteraciones están representadas por la pérdida de vida y salud de la población; la destrucción y pérdida de bienes de la colectividad y daños severos en el ambiente...» (Cardona, 2001).
- El riesgo debe ser una prioridad de análisis en los procesos de planificación para el desarrollo. Los programas y los proyectos de desarrollo deberán analizarse para conocer su aporte a reducir o agravar la vulnerabilidad y exacerbar el peligro; enmarcándonos siempre dentro del concepto de gestión del riesgo y considerando que con esta noción nos referimos esencialmente a un proceso, óptimamente de naturaleza permanente, cuyo objetivo concreto es la reducción y el control de los factores de vulnerabilidad (Lavell, 2004).

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

La investigación se planteó como objetivo general producir un conocimiento sistémico sobre la vulnerabilidad territorial del distrito de Morropón que lleve al diseño de estrategias y acciones efectivas para lograr el desarrollo sostenible de la actividad agrícola y la reducción del riesgo en su territorio.

Los objetivos específicos planteados fueron:

- 1) Diseñar metodologías y herramientas participativas para identificar, localizar y jerarquizar zonas y elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo de la agricultura, principal actividad económica para la competitividad territorial del distrito de Morropón; analizar el riesgo de cada elemento, desde su grado de exposición, su fragilidad y resiliencia frente a las principales amenazas que podrían impactar en el territorio.
- 2) Analizar el riesgo y generar comprensión sobre el nivel de vulnerabilidad de los elementos físico-estructurales esenciales de los que disponen las unidades sociales para el desarrollo agrícola del distrito de Morropón, determinando, a partir de este conocimiento y determinados criterios de valoración, el nivel de vulnerabilidad territorial.
- 3) Perfilar políticas y estrategias que permitan la protección de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo sostenible de la actividad agrícola y la reducción de la vulnerabilidad territorial del distrito de Morropón.

La hipótesis planteada consideró que la identificación y el análisis de la vulnerabilidad frente a peligros de origen natural de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo sostenible de la actividad agrícola en el distrito de Morropón viabiliza la determinación del nivel de vulnerabilidad territorial y el diseño de las políticas y las estrategias más eficaces para la reducción del riesgo y la competitividad territorial, en su dimensión económica.

En concordancia con el marco teórico y la hipótesis, la investigación aplica el análisis del riesgo y determina la vulnerabilidad de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo de la actividad agrícola en el territorio, respecto de la amenaza de intensas precipitaciones pluviales e inundaciones, asociadas al FEN, que podrían interrumpir su normal funcionamiento y afectar el desarrollo de esta actividad, al encontrar condiciones de vulnerabilidad. Asimismo, considera en este análisis el Mapa de Riesgo por Inundaciones, elaborado en el proceso de formulación del Plan de Ordenamiento Territorial del distrito con proyección al año 2016, que identifica las probables áreas agrícolas e infraestructuras de sustento que podrían ser afectadas en un escenario de desastre asociado a inundaciones. El estudio culmina con el planteamiento de estrategias y medidas recomendables para la reducción de la vulnerabilidad territorial y la seguridad de los elementos físico-estructurales considerados por las familias agricultoras como esenciales para el desarrollo agrícola.

En todas las fases del desarrollo de la investigación se incorpora, de manera significativa, la participación de las familias dedicadas a la agricultura de los diferentes caseríos del distrito, como también de autoridades y técnicos de instituciones que trabajan en áreas relacionadas con esta actividad. Además, se ejecutaron actividades de investigación documental y observación participante.

Los pasos metodológicos del desarrollo de la investigación se presentan en el gráfico 1.

Gráfico 1. Pasos metodológicos para el desarrollo de la investigación



Elaboración propia.

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica**2. LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN Y LA GESTIÓN DEL RIESGO
EN EL DISTRITO DE MORROPÓN**

El distrito de Morropón es parte de la provincia de Morropón (Chulucanas), en la Región Piura; tiene una extensión territorial de 171,9 km² (INEI) y su capital se ubica a 82,3 kilómetros de distancia de la ciudad de Piura. Se localiza en la costa, en el valle del Alto Piura, entre los 100 y los 1.300 m.s.n.m., piso medio de la extensa cuenca hidrográfica del río Piura. Tiene una población de 14.729 habitantes, 64% en la zona urbana y 36% en el área rural; 51,4% de esta población son hombres y 48,6%, mujeres. El territorio y la población del distrito están en el ámbito de jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Morropón (MDM).

Desde la década de 1990, la Municipalidad Distrital de Morropón impulsa procesos innovadores de planificación participativa en los cuales se promueve la participación activa en la toma de decisiones de representantes de los diferentes sectores poblacionales. En el año 1993 se formuló el primer Plan de Desarrollo Concertado, proyectado al año 2000, con el cual se inició el proceso de gestión para el desarrollo integral y sostenible del distrito. Este proceso fue interrumpido por el FEN 1997-1998, que ocasionó considerables daños en la infraestructura social y productiva y en la economía local. Los impactos negativos de este fenómeno natural extremo hicieron que las autoridades municipales y la sociedad civil impulsaran dos procesos de planificación en el distrito:

- En el año 2000 se revisaron y actualizaron las estrategias del Plan de Desarrollo Concertado, definiéndose como ejes estratégicos: promoción agraria; mejoramiento de la salud y el saneamiento; mejoramiento de la educación y la cultura; mejoramiento de la infraestructura local y el desarrollo urbano-rural; y fortalecimiento institucional. Todo ello desde la perspectiva de la rehabilitación y la reconstrucción posdesastre.
- En el año 2002 se formuló el Plan de Contingencia ante Desastres de Origen Natural del distrito de Morropón, el cual definió políticas, estrategias y acciones para mitigar los daños y las pérdidas que se podrían producir en el territorio al manifestarse lluvias intensas o inundaciones y periodos prolongados de sequía; amenazas recurrentes en el distrito de efectos desastrosos. Es el primer proceso en el cual, a pesar de concebirse el desastre como un fenómeno natural, se empieza a realizar un análisis participativo del riesgo, a reconocer, desde el conocimiento local, las zonas de riesgo y los potenciales daños o pérdidas que ocasionarían las precipitaciones pluviales intensas o las inundaciones que ocurren en años con presencia del FEN, al encontrar en situación de vulnerabilidad las unidades sociales y sus medios de vida. En este plan se plantean acciones de

contingencia por sector productivo y social y se priorizan las medidas para la mitigación, la preparación, la respuesta y la rehabilitación. Asimismo, se planifican proyectos sectoriales de mitigación como estrategias, actividades y herramientas para enfrentar una emergencia.

La presente investigación parte de identificar que la formulación participativa del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Distrito de Morropón 2006-2016, realizado en el periodo 2005-2006, constituye el primer instrumento que incorpora el análisis del riesgo (AdR) orientado hacia la reducción de vulnerabilidades, en términos de estrategias y políticas de ordenación del territorio y gestión del riesgo. Asimismo, encuentra en la definición de la Visión de Futuro del POT y de sus objetivos estratégicos la principal fuente de orientación de la investigación; en la aplicación participativa del análisis del riesgo, el principal antecedente de metodologías participativas de este tipo; y en los resultados, principalmente del diagnóstico, algunos instrumentos metodológicos que orientaron el diseño de herramientas usadas en la investigación. En tanto que este POT:

- Se orienta a lograr «Un territorio competitivo, en el cual las unidades sociales y sus medios de vida sean menos susceptibles a sufrir daños ante los fenómenos naturales extremos que se manifiestan en el distrito y las actividades productivas se desarrollen en armonía con el medio ambiente, dándole así sostenibilidad al proceso de desarrollo que los hombres y las mujeres de Morropón han emprendido» (Visión de Futuro del POT-MDM).
- Entre los cinco objetivos estratégicos se destaca el correspondiente a la estrategia «Desarrollo Económico y Competitividad Territorial», orientada a lograr el objetivo: «Productores y productoras, fortalecidos en sus capacidades humanas y organizacionales, desarrollan competitivamente actividades de agroexportación, establecidas acorde con la vocación del territorio y eslabonadas al mercado a través de cadenas productivas responsables; aprovechan adecuadamente las potencialidades del medio físico y usan tecnologías innovadoras y sostenibles, adaptables a las condiciones locales» (POT 2006-2016).
- En la fase de diagnóstico del POT se analizaron, de manera participativa, las amenazas, los factores de vulnerabilidad y riesgo en cada uno de los sistemas territoriales, identificando y zonificando el riesgo frente a inundaciones y sequías; planteándose alternativas para reducir la vulnerabilidad territorial frente a estos dos fenómenos extremos que se manifiestan recurrentemente en el territorio de Morropón.

En este contexto y balance de los procesos de planificación del desarrollo en el distrito de Morropón es que la presente investigación, desde la perspectiva de un análisis del riesgo orientado a reducir la vulnerabilidad territorial, recoge los aportes

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

del proceso de ordenamiento territorial y propone estrategias y acciones concretas para reducir el riesgo, partiendo de la determinación de lo que es esencial como capital físico en el territorio y lo que se tiene que hacer para lograr el desarrollo sostenible de la actividad agrícola, aprovechando potencialidades y oportunidades en beneficio de la competitividad económica.

3. LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA DISTRITAL: APORTE A LA COMPETITIVIDAD TERRITORIAL Y VULNERABILIDAD

3.1. La agricultura: potencial estratégico para la competitividad territorial

Según el Observatorio Europeo Leader: "...el concepto de COMPETITIVIDAD TERRITORIAL considera que [...] un territorio adquiere carácter competitivo si puede afrontar la competencia del mercado y garantizar al mismo tiempo la viabilidad medioambiental, económica, social y cultural, aplicando lógicas de red y de articulación interterritorial" (2001: 6). Un componente importante del territorio para la adquisición del carácter competitivo es el acondicionamiento territorial, incluidas las inversiones en capital físico, material o virtual que genera condiciones crecientemente favorables para la captura de oportunidades y el desarrollo de la competitividad.

La principal actividad que dinamiza la economía del distrito de Morropón y que encuentra importantes recursos naturales para su desarrollo es la agricultura, la cual se encuentra fuertemente articulada y complementada con la crianza de ganado vacuno y caprino. Al año 2003, la PEA, calculada sobre la base de los datos del IX Censo de Población (1993), alcanzó los 4.472 habitantes, 61% PEA agropecuaria y 23% PEA de servicios. En Morropón, 9 de cada 10 habitantes están en el ámbito rural, 7 de cada 10 en los asentamientos humanos urbanos y 5 de cada 10 en el centro urbano; constituyendo de este modo la principal fuente de producción, ocupación e ingresos de la población.

Las relaciones urbano-rurales más importantes están muy vinculadas a la prestación de servicios relacionados con la producción agropecuaria. Productores y productoras concurren a la capital distrital en busca de servicios financieros, asistencia técnica y capacitación, abastecimiento de insumos agrícolas, comunicación e información y comercialización de sus productos, fundamentalmente. Por otro lado, hombres y mujeres de la zona urbana se desplazan hacia el ámbito rural en busca de trabajo y para realizar transacciones comerciales relacionadas con la comercialización de productos agropecuarios. Existe otro tipo de relaciones entre las poblaciones de la zona rural y la zona urbana ligadas a los servicios sectoriales, tales como gestiones administrativas

en educación, tenencia de la tierra y cuotas de agua para riego, seguridad ciudadana, servicio de agua para consumo humano y atención de la salud, principalmente.

En el contexto regional y macrorregional, Morropón se vincula principalmente mediante la comercialización agropecuaria y los servicios sectoriales como los educativos y de salud. Productores y productoras concurren a Piura y Chiclayo a comercializar sus cosechas y envían allí a sus hijos a continuar estudios superiores.

En años con precipitaciones pluviales normales se cultivan de 2.800 a 3.500 hectáreas de tierra. Esta extensión se encuentra en posesión de entre 1.250 a 1.500 productores, en su mayoría propietarios de pequeñas unidades agrícolas, con áreas de cultivo de 2,5 hectáreas en promedio. Los sistemas de producción agropecuaria más representativos combinan el desarrollo de cultivos importantes para el mercado regional y nacional con la crianza de ganado vacuno, principalmente. Los sistemas más importantes son:

- Arroz – maíz amarillo duro – ganado
- Arroz – maíz amarillo duro – frutales – ganado
- Maíz amarillo duro – cultivos de panllevar – frutales – ganado
- Ganado – apicultura

La comercialización de los diferentes productos se realiza a través de intermediarios locales o transportistas que ingresan a la zona y trasladan las cosechas al mercado regional y nacional. Habitualmente estos intermediarios son los que imponen los precios de los productos, por lo general poco justos y que perjudican la economía de las familias productoras. La excepción en este caso es la producción de frijol caupí que se comercializa, a un precio previamente concertado, directamente a una empresa agroexportadora que participa en la cadena productiva, y la cosecha de cacao cuya comercialización se promueve a través de la Asociación de Pequeños Productores de Cacao de Piura (APPROCAP).

Aun cuando la actividad agrícola no se encuentra en la mejor situación, el territorio de Morropón presenta recursos y oportunidades importantes que, aprovechándolas adecuada y oportunamente, permitirían desarrollar y hacer competitiva la agricultura, tales como:

- Los suelos son un recurso importante que las familias rurales poseen para el desarrollo agrícola. De acuerdo con la capacidad de uso mayor de los suelos del distrito, un subtotal de 10.782 hectáreas de tierra son aptas para cultivos en limpio, de las cuales 5.115 son tierras de calidad agrológica alta con leves limitaciones de suelo y 2.675 hectáreas son tierras de calidad agrológica media con limitaciones de suelo, en las cuales se pueden realizar diversos cultivos intensivos y frutales con potencial de mercado si se les dota del recurso hídrico necesario.

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

- El agua del subsuelo constituye un potencial de gran relevancia para el desarrollo y la sostenibilidad de la actividad agrícola de Morropón; aun cuando el territorio presenta fuentes importantes de agua superficial como los ríos La Gallega, Piura, Corral del Medio y la quebrada Las Damas, de régimen irregular y con caudales considerables en el periodo lluvioso (enero-abril), que permiten irrigar la mayoría de cultivos durante la campaña grande.
- El recurso hídrico del acuífero subterráneo, que se caracteriza por presentar espesores considerables y de buena calidad para la agricultura, se extrae mediante un sistema de bombeo con motores petroleros o energía eléctrica y se usa para los cultivos en campaña chica y el riego de frutales en épocas de estiaje de las fuentes de agua superficial. Este recurso se puede encontrar desde los 15 metros de profundidad. En su recarga influyen la infiltración del agua de los ríos que cruzan el territorio y los flujos subterráneos procedentes de las partes altas de la subcuenca. La recarga directa por la lluvia se considera insignificante, salvo en años con presencia del Fenómeno El Niño.
- Actualmente, con la apertura de nuevos mercados para la agroexportación, Morropón tiene la oportunidad de impulsar cadenas productivas que permitan el desarrollo de cultivos para el mercado externo, lo que implica invertir en la generación de nuevas tecnologías agrícolas y fomentar una reconversión productiva; dotando además al territorio de la infraestructura productiva y los servicios necesarios. En este quehacer, la Municipalidad de Morropón cuenta con el asesoramiento de la GTZ y el Gobierno Regional Piura, lo que podría ayudar a acercar recursos de la cooperación financiera nacional e internacional.

Se pueden considerar como las limitantes más resaltantes para el desarrollo de la agricultura en el distrito de Morropón: la precariedad de los sistemas de riego como los pozos para la extracción del agua del subsuelo, en su mayoría artesanales; y la debilidad de las organizaciones de usuarios del agua para riego que imposibilita una adecuada administración y uso de este recurso, aun cuando estas constituyen un tejido organizacional importante en el área rural. La poca disponibilidad de nuevas tecnologías productivas, las dificultades para el acceso al crédito y las actitudes poco emprendedoras de las familias productoras y sus organizaciones frente al cambio son limitantes que deben ser superadas para impulsar el desarrollo de la agricultura.

Un balance general de las potencialidades y las limitantes del desarrollo agrícola en el distrito conduce a considerar la actividad agrícola como una actividad estratégica cuyo desarrollo se debe impulsar bajo criterios de sostenibilidad para que Morropón pueda alcanzar su competitividad económica. Sin embargo, uno de los principales frenos del desarrollo agrícola es la inseguridad que encaran las principales infraestructuras de apoyo productivo en contextos de riesgo de desastre, como se evidenció en el año 1998.

3.2. La agricultura: peligros, vulnerabilidad y riesgo sectorial

La actividad agrícola en el territorio de Morropón y la infraestructura que sustenta su desarrollo se encuentran expuestas a precipitaciones pluviales intensas que generan inundaciones y a periodos prolongados de sequía, fenómenos naturales que se manifiestan recurrentemente y están muy relacionados con la presencia del FEN en el norte del país y, probablemente, al cambio climático.

El territorio de Morropón tiene un relieve ondulado, con pendientes ligeras y algunas pronunciadas, sobre todo en zonas de bosque seco. Las principales fuentes de agua superficial son los ríos La Gallega, Corral del Medio y Piura y la quebrada Las Damas, cuyos caudales se mantienen desde enero hasta julio y disminuyen considerablemente a partir de agosto hasta diciembre. El distrito se caracteriza por tener un clima cálido y seco. La temperatura promedio anual varía entre los 19,1 y los 30,4 °C. Las lluvias, que son estacionales y ocurren en el periodo enero-marzo, alcanzan mensualmente los 536,1 mm en promedio.

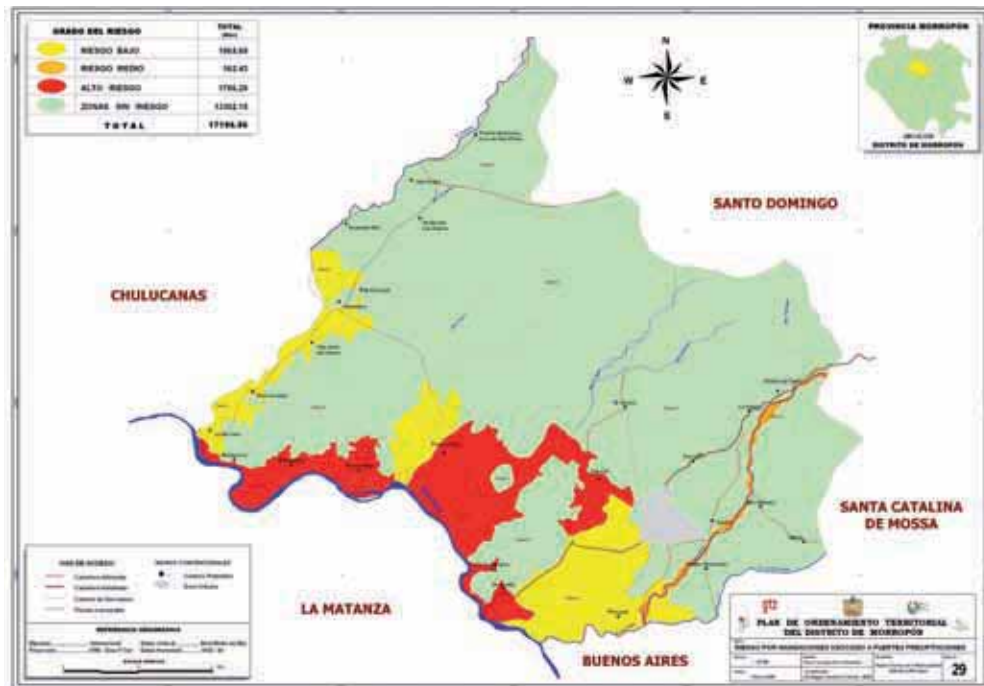


Río Piura, altura del puente Carrasquillo, durante la crecida de marzo de 2006.

Sin embargo, en años con presencia del FEN, las precipitaciones mensuales pueden llegar a 1.021 mm y la acumulación anual puede registrar hasta 2.887 mm, como sucedió en 1998, con el agravante de que 2.467 mm cayeron en el periodo enero-abril. Este fenómeno natural se convierte en una gran amenaza que se expresa en inundaciones en gran parte de la zona urbana y rural del territorio. La vulnerabilidad de las familias que desarrollan actividades agrícolas frente a esta amenaza se manifiesta, entre otros factores, en: siembras de cultivos en zonas inundables (muy cercanas al cauce de los ríos La Gallega y Piura, principalmente);

ubicación de infraestructura de riego en zonas de peligro (pases de quebradas, zonas de derrumbes o deslizamientos, etc.) sin tomar en cuenta el conocimiento local; o construida con diseños y tecnologías poco resistentes a inundaciones o grandes avenidas en las fuentes de captación; inadecuada planificación y zonificación de cultivos; y una débil gestión de los sistemas de riego.

El Mapa de Riesgo ante inundaciones, resultante del proceso de formulación del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del distrito, delimitó tres zonas distritales de riesgo: a) *zona de riesgo alto* (1.766,29 hectáreas ocupadas por una población estimada en 2.250 habitantes de los caseríos Talanquera, Franco Bajo, Franco Alto,

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica
Mapa 1. Mapa de riesgo por inundaciones del distrito de Morropón


Fuente: POT Morropón (2005-2006).

Zapotal, Chisca Blanca, La Huaquilla y Monterrico); b) *zona de riesgo medio* (162,43 hectáreas ocupadas por los caseríos Piedra El Toro, La Unión, El Chorro, Boca Negra y Pampa Hacienda, con una población de 1.000 personas); y c) *zona de bajo riesgo* (1.965,69 hectáreas ocupadas por los caseríos Polvazal y La Bocana, Piura La Vieja y San José del Chorro).

Por otro lado, en los periodos de sequía prolongada, que se manifiestan de manera recurrente en el territorio de Morropón, las precipitaciones pluviales oscilan entre 25 y 144 mm anuales.

Durante el periodo 2003-2005, según datos de la estación meteorológica de Morropón, las precipitaciones alcanzaron solo 159 mm/año en promedio. Este fenómeno natural se convierte en una gran amenaza que se expresa en la extrema escasez de agua para la agricultura, en gran parte dependiente del régimen de lluvias.



Campos de cultivo en año seco. Morropón, 2005.

La vulnerabilidad de las familias que desarrollan la actividad agrícola frente a esta amenaza se manifiesta entre otros en: monocultivo de arroz que demanda grandes volúmenes de agua en su proceso productivo, insuficiente infraestructura de riego con agua superficial y para el uso del agua del subsuelo, políticas y recursos limitados para una reconversión productiva con cultivos de menor consumo de agua y demanda en el mercado, y organizaciones agrarias con limitaciones para una gestión eficiente de los sistemas de riego.

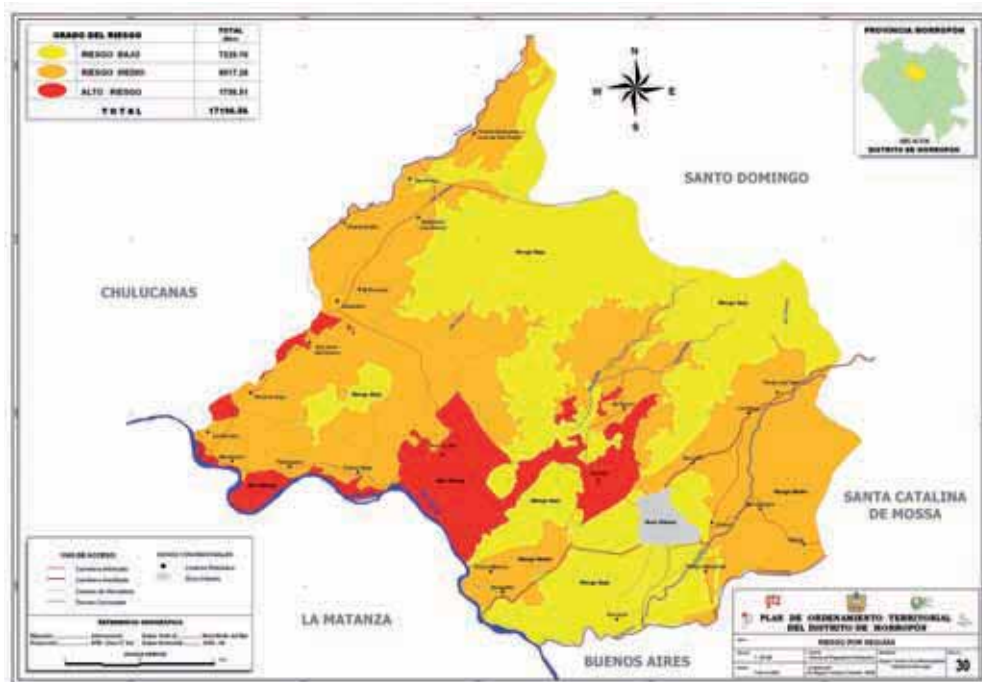
El Mapa de Riesgo ante sequías del distrito ha delimitado tres zonas: a) *zona de alto riesgo* (1.756,51 hectáreas de suelos, correspondientes a los caseríos Zapotal y parte de Franco Alto, además de 786,36 hectáreas de terrenos en descanso por escasez de agua); b) *zona de riesgo medio* (8.017,26 hectáreas ocupadas por los caseríos Solumbre, Porvenir, Talanquera, Franco Bajo, El Cerezo, Chisca Blanca, Huaquilla, San Luis, La Unión, El Chorro, Piedra El Toro y Boca Negra); y c) *zona de bajo riesgo* (7.226,16 hectáreas que comprenden el caserío Polvazal y la zona de Morropón rural).

En el análisis del riesgo de la actividad agrícola de Morropón se pone en evidencia la construcción social del riesgo; pues los fenómenos naturales, que se manifiestan de manera recurrente en el territorio, se convierten en amenazas debido a que las comunidades rurales y sus actividades económicas e infraestructuras se desarrollan bajo tecnologías y mecanismos que las hacen vulnerables frente a estos eventos.

En esa perspectiva, se valida el marco teórico de la investigación que define a la vulnerabilidad como una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido suficiente en prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo muy elevado. De ello se desprende que la tarea prioritaria para definir una política preventiva es reducir la vulnerabilidad. Por tanto, la reducción de la vulnerabilidad es una inversión clave, no solo para disminuir los costos humanos y materiales de los desastres sino también para alcanzar un desarrollo sostenible. Dicho de otra manera, se trata de una inversión de gran rentabilidad en términos sociales, económicos y políticos. En tal sentido, la reducción de la vulnerabilidad debe ser incorporada de manera orgánica en una visión sistémica e integral del desarrollo (Cardona, 2001).

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

Mapa 2. Mapa de riesgo por sequía, distrito de Morropón



Fuente: POT Morropón (2005-2006).

4. VULNERABILIDAD Y RIESGO DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

4.1. Identificación y análisis de vulnerabilidad de los elementos esenciales

En el distrito de Morropón, por las potencialidades que presenta su territorio, la actividad agrícola constituye la base para la competitividad económica y el medio de vida más importante para la población. En las unidades sociales, esta actividad es sustentada por determinados elementos físico-estructurales que, aun cuando se consideran esenciales, presentan diferentes grados de vulnerabilidad frente a peligros de origen natural y que finalmente terminan transmitiendo esta vulnerabilidad al territorio distrital.

Por esta razón, la investigación se focaliza en los elementos físico-estructurales de apoyo a la producción agrícola, en tanto considera que son el centro de la generación del riesgo e incorpora la noción de vulnerabilidad bajo sus dos acepciones en la

problemática del riesgo, es decir, la fragilidad de los elementos esenciales y las posibles consecuencias de su pérdida, destrucción o no funcionamiento, de acuerdo con D'Ercole y Metzger (2004).

La investigación, bajo una metodología participativa que utiliza diversas herramientas (matriz de identificación, caracterización y clasificación de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola y mapa de ubicación de los elementos y sus componentes expuestos a las amenazas), logró determinar que los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola de Morropón son:

- Seis infraestructuras productivas: tres sistemas de riego (bocatomas y canal) correspondientes a Piedra El Toro, Morropón-Franco y Monte de los Padres; un canal de rebombeo y riego, el Chisca Blanca-Franco; y un conjunto de pozos tubulares electrificados: Núñez, Arámbulo, Coco Arrese, El Guabo, Tite, Salvador, Castoro y Gilo León.
- Tres infraestructuras de servicios: la carretera Morropón-Chulucanas, el puente Carrasquillo y el dren Gilo León.

Asimismo, la investigación determinó que las amenazas que ponen en riesgo a los diferentes componentes de los elementos físico-estructurales esenciales identificados son de origen natural y están asociadas a las precipitaciones pluviales intensas que se manifiestan en el distrito o en la subcuenca La Gallega, sobre todo en años con



Canal Piedra El Toro, Sector La Unión: revestimiento del canal.



Puente Carrasquillo: se observa estructuras consideradas poco resistentes a las grandes avenidas del río Piura en años FEN.

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

presencia del FEN. Estas amenazas son: las avenidas extraordinarias en los ríos La Gallega y Piura, que ponen en riesgo la infraestructura de captación de los sistemas de riego; la activación de las quebradas que cruzan los canales de regadío y las vías de comunicación terrestre, que pueden dañar los canales de regadío y la plataforma de las carreteras; los derrumbes en zonas con pendientes pronunciadas por las que pasan los canales de regadío; y las inundaciones que afectarían infraestructuras de riego importantes.

Estas amenazas configuran escenarios de desastre cuando coinciden en el territorio con elementos en condiciones de vulnerabilidad. Los fenómenos de origen natural son propios de las condiciones físicas del territorio, pero no son ellos los que generan el riesgo de forma independiente, para convertirse en amenazas se requiere la existencia de factores que vuelven a las unidades sociales y sus medios de vida susceptibles de sufrir daños o pérdidas; por ejemplo, infraestructuras ubicadas en lugares donde impactan estos fenómenos o construidas con tecnología o materiales no adecuados. Es en este caso que la vulnerabilidad y la amenaza se convierten en factores de generación del riesgo.

D'Ercole y Metzger (2004) plantean que para la evaluación y la reducción del riesgo en un territorio lo útil no es tanto analizar la amenaza como tal si no la manera como esta afecta los factores o los elementos esenciales para su funcionamiento. Entonces, lo que interesa es conocer y evaluar la exposición a las amenazas de los elementos esenciales del distrito, en la medida en que estos constituyen un factor de vulnerabilidad.

En este caso, la estimación del nivel de vulnerabilidad de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola comprende la calificación participativa de tres factores condicionantes del nivel de vulnerabilidad: el grado de exposición, la fragilidad y el nivel de resiliencia de cada elemento. Se entiende que el *grado de exposición* tiene que ver con las decisiones y las prácticas que ubican a una unidad social, la infraestructura y las actividades económicas en las zonas de influencia de un peligro; la *fragilidad* se refiere al nivel de resistencia y protección frente al impacto de un peligro, es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social; y la *resiliencia*, al nivel de asimilación o capacidad de recuperación de una unidad social frente al impacto de un peligro o amenaza (Gobierno Regional Piura / Programa Desarrollo Rural Sostenible-GTZ, 2006).

En la primera fase del análisis de la vulnerabilidad se determinó la forma de establecer los niveles de vulnerabilidad por exposición de cada uno de los elementos identificados como esenciales. Primero se definieron los tres principales criterios: 1) grado de exposición de los elementos por ubicación en zonas donde se manifiestan las amenazas, 2) grado de exposición del elemento a una o más amenazas y 3) componentes susceptibles a daños. Luego de definido el puntaje para ponderar los niveles bajo, medio y alto, se sumaron los puntajes acumulados por cada elemento y así se determinó el grado de vulnerabilidad de estos. Para la localización de los elementos se tomaron en cuenta cuatro de las cinco zonas territoriales delimitadas y vigentes en todo el proceso de planificación del distrito de Morropón.¹

El principal resultado fue la estimación de los niveles de vulnerabilidad según el grado de exposición a las amenazas: a) nivel alto, los sistemas de riego Piedra El Toro y Morropón-Franco (estos elementos cruzan las zonas territoriales 1 y 3), el canal de rebombeo Chisca Blanca-Franco, la carretera Morropón-Chulucanas, los pozos tubulares El Guabo, Tite y Salvador y el puente Carrasquillo; b) nivel medio, el dren Gilo León; y c) nivel bajo, el sistema de riego Monte de los Padres.

La segunda fase del análisis de vulnerabilidad consistió en la estimación de la vulnerabilidad de cada elemento por fragilidad, se tomó como criterios: 1) la tecnología que caracteriza al elemento, 2) el estado de los componentes del elemento y 3) los daños y las pérdidas históricas por amenazas recurrentes. Asimismo, por resiliencia se incluyó: 1) la existencia de instrumentos de gestión, 2) la organización de los productores para la preparación y la respuesta ante emergencias y 3) la preparación de los productores frente a las emergencias. Los resultados de este segundo análisis fueron:

- En cuanto a los niveles de vulnerabilidad por fragilidad, se puede concluir que los elementos con mayor nivel de vulnerabilidad (alto) son los sistemas de riego Piedra El Toro, Morropón-Franco, el canal de rebombeo Chisca Blanca-Franco y la carretera Morropón-Chulucanas. Es necesario precisar que son los componentes de la parte media y final de los canales de riego los que transmiten la mayor vulnerabilidad a estos sistemas y a las zonas territoriales por su infraestructura rústica. Se puede observar que los canales Piedra El Toro y Morropón-Franco, en su zona de captación y tramo inicial, tienen una vulnerabilidad menor (nivel bajo y medio, respectivamente) por la calidad de la infraestructura de sus componentes. El dren Gilo León, el puente Carrasquillo y el canal Monte de los Padres poseen un nivel de vulnerabilidad media y los elementos que presentan vulnerabilidad baja son todos los pozos tubulares.
- En cuanto a los niveles de vulnerabilidad por el grado de resiliencia, todos los elementos analizados presentan un nivel alto de vulnerabilidad, lo que refleja la poca capacidad de los usuarios para adaptarse y recuperarse ante el impacto negativo de las amenazas que se manifiestan en el territorio.

Finalmente, la tercera fase consistió en la determinación de la vulnerabilidad global por elemento, dada por la acumulación de los niveles de vulnerabilidad (por exposición, fragilidad y resiliencia) de cada uno de ellos, cuyo resultado se presenta en el cuadro 1.

1. Zona 1: Caseríos Piedra El Toro, La Unión, San Luis, El Chorro y Bocanegra; Zona 2: La Huaquilla, Chisca Blanca, Pampa Hacienda y Polvazal; Zona 3: Caseríos El Cerezo, Zapotal, Franco Alto, Franco Bajo y Talanquera; Zona 4: Caseríos Sombre y El Porvenir. Se excluye la Zona 5 (zona urbana de la capital distrital) por no corresponder a los fines del análisis.

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica
Cuadro 1. Vulnerabilidad acumulada de los elementos físico-estructurales esenciales

ELEMENTO FÍSICO-ESTRUCTURAL ESENCIAL	VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN	VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD	VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA	NIVEL DE VULNERABILIDAD DEL ELEMENTO ESENCIAL
Sistema de riego Piedra El Toro*	6 = Medio	4 = Bajo	8 = Alto	18 = Medio
Sistema de riego Morropón-Franco*	7 = Medio	6 = Medio	9 = Alto	22 = Alto
Pozo Núñez	0	0	8 = Alto	8 = Bajo
Pozo Castoro	0	0	8 = Alto	8 = Bajo
Pozo Arámbulo	0	0	8 = Alto	8 = Bajo
Pozo Gilo León	0	0	8 = Alto	8 = Bajo
Pozo El Guabo	7 = Alto	1 = Bajo	8 = Alto	16 = Medio
Pozo Coco Arrese	0	0	8 = Alto	8 = Bajo
Pozo El Tite	7 = Alto	1 = Bajo	8 = Alto	16 = Medio
Pozo Salvador	7 = Alto	1 = Bajo	8 = Alto	16 = Medio
Puente Carrasquillo	7 = Alto	4 = Medio	10 = Alto	21 = Medio
Dren Gilo León	5 = Medio	3 = Medio	9 = Alto	17 = Medio
Canal de Rebombeo Chisca Blanca-Franco	8 = Alto	9 = Alto	8 = Alto	25 = Alto
Carretera Morropón-Chulucanas*	7 = Alto	6 = Alto	9 = Alto	22 = Alto
Canal Monte de los Padres	2 = Bajo	4 = Medio	8 = Alto	14 = Medio

Elaboración propia a partir de información primaria compartida en el Taller Distrital de Identificación de Elementos Esenciales (2007).

* Estos elementos se analizan de manera integral, promediando los niveles de vulnerabilidad que presentan en cada zona territorial.

4.2. Análisis y estimación del riesgo de los elementos esenciales en estudio

La estimación del riesgo de desastre parte de la definición misma del riesgo, es decir, de la probabilidad de daños y pérdidas asociados al impacto de un evento físico externo sobre una sociedad vulnerable; donde la magnitud y la extensión de estos son tales que exceden la capacidad de la sociedad afectada para recuperarse de manera autónoma. En este sentido, y considerando que el riesgo es cuantificable, el análisis del riesgo de los diferentes elementos físico-estructurales, realizado como parte de esta investigación y basado en un intercambio de conocimientos con los actores locales, permitió estimar la magnitud de los daños y las pérdidas que se producirían en el sistema económico del territorio distrital de Morropón si son afectados los elementos que muestran un nivel de vulnerabilidad alto y medio.

Para determinar el riesgo de los elementos esenciales se tomó como base la información generada como producto de la aplicación de las diferentes herramientas diseñadas para el paso dos de la metodología seguida en la investigación; es decir, la aplicación del mapa de riesgo y de la matriz de análisis del riesgo (cuadro 2) los cuales permitieron identificar (¿cuáles son?) y ubicar (¿dónde están?) las amenazas, los componentes vulnerables y el riesgo de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola del territorio.

El análisis del riesgo asociado a la vulnerabilidad por exposición de los elementos físico-estructurales condujo a la estimación del riesgo en cada uno de los puntos críticos de sus diferentes componentes.

Se determinó que los mayores daños que se producirían están relacionados con pérdidas en la producción agrícola y la interrupción del funcionamiento de los siguientes elementos físico-estructurales esenciales: sistema de riego Piedra El Toro y sistema de riego Morropón-Franco, seguidos del sistema de riego Monte de los Padres y el canal de rebombeo Chisca Blanca-Franco (ver cuadro 3). Las zonas territoriales que mayores pérdidas acumularían por estos daños son: la Zona 3 (caseríos Zapotal, Talanqueras, El Cerezo, Franco Alto y Franco Bajo) y la Zona 4 (Sumbre y El Porvenir).

En estas zonas desarrollan su actividad productiva familias con bajos niveles de ingreso, que cultivan las áreas irrigadas por los tramos finales de los sistemas de riego más importantes, que no cuentan con organizaciones consolidadas, siembran cultivos de poca rentabilidad (maíz amarillo duro, frijol, yuca y algunos frutales), con tecnologías tradicionales y el precio de sus cosechas generalmente es impuesto por los intermediarios.

Cuadro 2. Matriz de análisis de riesgo de los elementos esenciales para el desarrollo agrícola

ELEMENTO FÍSICO-ESTRUCTURAL ESENCIAL: UBICACIÓN:						
AMENAZA	COMPONENTE	LOCALIZACIÓN	RIESGO	VULNERABILIDAD	ALTERNATIVA	PRIORIDAD DE ATENCIÓN
¿Qué fenómeno extremo podría ocasionar daños a este elemento?	¿Qué partes del elemento serían dañadas o se perderían si ocurriera la amenaza?	¿Dónde está localizado este componente?	¿Qué daños o pérdidas ocurrirían si se manifiesta la amenaza?	¿Por qué se ocasionarían estos daños o pérdidas si se manifiesta la amenaza?	¿Qué medidas debemos tomar para evitar los daños y las pérdidas?	Prioridad de las alternativas

Elaboración propia.

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica
Cuadro 3. Estimación del riesgo de los elementos esenciales priorizados

ELEMENTO FÍSICO-ESTRUCTURAL ESENCIAL	AMENAZA	NIVEL DE VULNERABILIDAD	RIESGO	ZONA TERRITORIAL
Sistema de riego Morropón-Franco	Avenidas extraordinarias en el río La Gallega, activación de quebradas e inundaciones	ALTO	■ Reducción de la producción o la pérdida de cultivos instalados en aproximadamente 500 a 700 hectáreas de cultivo: arroz, plátano, maíz, algodón, sobre todo en poscaseríos Zapotal, Franco Alto y Franco Bajo. ■ Destrucción de tramos de canal y alcantarillas en zonas donde cruzan quebradas y zonas inundables y donde el canal funciona como dren de evacuación de aguas pluviales.	Zonas 2 y 3
Canal de rebombéo Chisca Blanca-Franco	Avenidas extraordinarias en el río Piura, activación de quebradas e inundaciones	ALTO	■ Destrucción de tramos del canal y reducción de la producción o la pérdida de cultivos instalados en las áreas irrigadas: 200 a 300 hectáreas de banano y cultivos de maíz, frijol y yuca, y algunas áreas de frutales, principalmente mango.	Zona 3
Carretera Morropón-Chulucanas	Activación de quebradas e inundaciones	ALTO	■ Destrucción de tramos de carretera y alcantarillas en zonas de cruce de quebrada. ■ Reducción de ingresos a los productores por sobre costos en el transporte de cosechas.	Zonas 3 y 4
Sistema de riego Piedra El Toro	Avenidas extraordinarias en el río La Gallega, activación de quebradas y derrumbes	MEDIO	■ Destrucción de tramos críticos del canal, principalmente en pases de quebradas. ■ Reducción de la producción o pérdida de cultivos instalados en 300 a 500 hectáreas de maíz, frijol, yuca y algunas áreas de frutales.	Zonas 1 y 3
Canal Monte de los Padres	Avenidas extraordinarias en el río en la Quebrada de las Damas	MEDIO	■ Destrucción de la bocatoma. ■ Disminución de la producción o pérdida de sembríos de panllevar y frutales: maíz, frijol, yuca y mango, principalmente, en alrededor de 100 hectáreas.	Zona 4
Pozo El Guabo	Inundaciones	MEDIO	■ Reducción de áreas sembradas en campaña chica, principalmente frijol y reducción de la producción en 120 hectáreas de banano.	Zona 2
Pozo El Tite	Inundaciones	MEDIO		Zona 2
Pozo Salvador	Inundaciones	MEDIO		Zona 2
Puente Carrasquillo	Avenidas extraordinarias en el río Piura	MEDIO	■ Destrucción de la infraestructura del puente. ■ Reducción de ingresos a los productores por incremento de los costos de transporte de cosechas.	Zona 2
Dren Gilo León	Inundaciones	MEDIO	■ Destrucción del dren por colmatación. ■ Anegamiento y daños en cerca de 100 hectáreas de cultivo de arroz.	Zona 2

Elaboración propia.

5. VULNERABILIDAD TERRITORIAL, ESTRATEGIAS Y MEDIDAS PARA SU REDUCCIÓN

5.1. Determinación de la vulnerabilidad territorial del distrito de Morropón

La investigación parte de la premisa de que la vulnerabilidad territorial resulta de la transmisión al conjunto del espacio de vulnerabilidades particulares existentes al interior del territorio. Estas se acumulan e interactúan para fragilizar todo el territorio. Por esta razón, en este caso la vulnerabilidad del territorio de Morropón y de su actividad agrícola, como base de la competitividad económica del distrito, está estrechamente relacionada con la vulnerabilidad de cada uno de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo de la agricultura y el nivel de vulnerabilidad que transmiten a las diferentes zonas territoriales.

El nivel de vulnerabilidad de las zonas territoriales se ha establecido por la sumatoria de los promedios de niveles de vulnerabilidad que los elementos físico-estructurales esenciales ubicados en cada uno de estos ámbitos han transmitido al territorio. Se considera que valores de 1 a 9 reflejan un nivel de vulnerabilidad bajo, de 10 a 20, medio, y mayores a 20, alto. Bajo esos parámetros, los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Nivel de vulnerabilidad del distrito de Morropón

ZONA TERRITORIAL	NIVEL DE VULNERABILIDAD POR EL GRADO DE EXPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICO-ESTRUCTURALES ESENCIALES	NIVEL DE VULNERABILIDAD POR LA FRAGILIDAD DE LOS ELEMENTOS FÍSICO-ESTRUCTURALES ESENCIALES	NIVEL DE VULNERABILIDAD POR EL GRADO DE RESILIENCIA DE LOS ELEMENTOS FÍSICO-ESTRUCTURALES ESENCIALES	NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA ZONA TERRITORIAL
1	10 = Nivel medio	6 = Nivel bajo	16 = Nivel alto	Nivel medio
2	31 = Nivel alto	10 = Nivel medio	83 = Nivel alto	Nivel alto
3	31 = Nivel alto	29 = Nivel alto	33 = Nivel alto	Nivel alto
4	7 = Nivel bajo	10 = Nivel medio	25 = Nivel alto	Nivel medio

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

Por lo cual, la investigación concluye que:

- Las zonas territoriales 2 (ámbito de los caseríos La Huaquilla, Chisca Blanca, Pampa Hacienda y Polvazal) y 3 (ámbito de los caseríos Zapotal, Talanquera, Franco Alto, Franco Bajo y El Cerezo) constituyen un territorio de alta vulnerabilidad.
- Las zonas territoriales 1 (ámbito de los caseríos Piedra El Toro, La Unión, San Luis, El Chorro y Boca Negra) y 4 (ámbito de los caseríos Solumbre y El Porvenir) representan un espacio de vulnerabilidad media.
- Por tanto, el territorio del distrito de Morropón presenta un nivel de vulnerabilidad de medio a alto para el desarrollo de la actividad agrícola como base para lograr su competitividad económica, lo que implica que se requiere impulsar medidas que permitan reducir estos niveles significativos de vulnerabilidad y, en consecuencia, el nivel de riesgo.

5.2. Estrategias y medidas para la reducción de la vulnerabilidad territorial

El objetivo general de la investigación es generar un conocimiento sistémico sobre la vulnerabilidad territorial del distrito de Morropón que permita el diseño de estrategias y acciones efectivas para lograr el desarrollo sostenible de la actividad agrícola y la reducción del riesgo en su territorio. En esa perspectiva, este capítulo es central para el logro de este objetivo.

Reducir la vulnerabilidad territorial implica diseñar e implementar ciertas estrategias y medidas orientadas a reducir las causas que generan la vulnerabilidad; lo que supone realizar acciones de carácter correctivo y prospectivo, estructurales y no estructurales, para reducir el riesgo. Durante el desarrollo de este proceso se debe lograr el compromiso y la participación activa de los diferentes actores sociales del distrito y de los actores institucionales externos que desarrollan sus actividades en este ámbito.

Precisamente, continuando con la aplicación de metodologías participativas para la definición de estas estrategias se realizó un taller final de carácter distrital: Taller de Identificación de Estrategias para la Reducción de la Vulnerabilidad Territorial y el Desarrollo Agrícola en el Distrito de Morropón, en el cual se utilizó como herramienta la Matriz de Lineamientos de Política y Estrategias para Reducir Vulnerabilidad Territorial. Sus resultados se presentan en el siguiente resumen.



Participantes en el Taller de Identificación de Estrategias.

5.2.1. Estrategias para la reducción de la vulnerabilidad territorial²

1. Promover medidas orientadas a incorporar en la agenda de los actores locales y las autoridades municipales y regionales la consideración del riesgo en la planificación para el desarrollo.

ACCIONES

- a) Promover la concertación interinstitucional para priorizar recursos financieros que posibiliten la reducción de la vulnerabilidad del territorio.
 - b) Elaborar perfiles de proyectos orientados a reducir la vulnerabilidad de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola y concertarlos en los procesos de presupuesto participativo.
 - c) Promover espacios para sensibilizar a quienes toman las decisiones institucionales sobre el nivel de vulnerabilidad territorial del distrito y las limitantes que presentan las infraestructuras vitales que sustentan el desarrollo agrícola.
2. Promover el uso sostenible de los recursos agua y suelo, fortaleciendo a las organizaciones de usuarios de los elementos físico-estructurales esenciales para que asuman el rol de proteger estas infraestructuras productivas ante amenazas recurrentes.

ACCIONES

- a) Dotar a las organizaciones de instrumentos para la gestión, la operación, el mantenimiento y la reducción del riesgo de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola.
 - b) Capacitar a los usuarios y sus organizaciones en la utilización de instrumentos de gestión para la planificación y el uso de los recursos agua y suelo.
 - c) Diseñar e implementar acciones estratégicas de comunicación y educación para el uso sostenible de los recursos y la reducción del riesgo de sus infraestructuras y actividades económicas.
3. Fortalecer la decisión política y técnica del gobierno local de considerar la reducción de la vulnerabilidad territorial como una estrategia fundamental para el desarrollo del distrito.

ACCIONES

- a) Concertar proyectos orientados a reducir la vulnerabilidad territorial en los procesos de presupuesto participativo regional y provincial.

2. Resultados del Taller de Identificación de Estrategias para la Reducción de la Vulnerabilidad Territorial y el Desarrollo Agrícola en el Distrito de Morropón.

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

- b) Capacitar a equipos técnicos en la aplicación de metodologías y herramientas para analizar el riesgo en los procesos de planificación del desarrollo.
 - c) Difundir el proceso de desarrollo y reducción de la vulnerabilidad en el distrito y conseguir recursos para ejecutar acciones que contribuyan a este fin.
4. Promover el liderazgo en las organizaciones de usuarios de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola impulsando medidas que reduzcan la vulnerabilidad territorial.

ACCIONES

- a) Concertar mecanismos de redistribución de ingresos e inversiones por servicios relacionados con los elementos físico-estructurales esenciales, entre las diferentes instancias de gestión.
 - b) Aplicar normas legales para el uso del agua.
 - c) Fortalecer mecanismos que permitan reducir los niveles la morosidad por servicios relacionados con los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola.
5. Promover la creación de fondos concursables (en los niveles regional o provincial) para el financiamiento de proyectos orientados a la reducción de la vulnerabilidad territorial.

ACCIONES

- a) Generar espacios de sensibilización de quienes toman las decisiones políticas sobre la importancia y la necesidad de reducir la vulnerabilidad territorial.
 - b) Gestionar en los procesos de presupuesto participativo regional y provincial la asignación de recursos para la implementación de fondos concursables para reducir la vulnerabilidad de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola.
 - c) Impulsar el funcionamiento de los fondos concursables asignando contrapartidas presupuestales y canalizando proyectos para su financiamiento.
6. Promover el uso del Plan de Ordenamiento Territorial como instrumento para gestionar el riesgo e impulsar el desarrollo territorial del distrito.

ACCIONES

- a) Difundir las políticas y las estrategias para el ordenamiento territorial del distrito.
- b) Desarrollar acciones estratégicas de comunicación y educación para sensibilizar y lograr que los actores locales se involucren en los procesos de ordenamiento territorial y reducción de la vulnerabilidad territorial.

- c) Formación de alianzas estratégicas para promover acciones de ordenamiento territorial y reducción de la vulnerabilidad territorial.
7. Promover en la población una cultura de prevención ante desastres a través del sistema educativo formal e informal.

ACCIONES

- a) Considerar en el currículo educativo formal e informal el componente de prevención ante los desastres.
 - b) Capacitar a los profesores y los profesionales comprometidos con el sistema educativo en temas relacionados con la gestión del riesgo.
 - c) Promover el desarrollo de investigaciones que contribuyan a reducir el riesgo en las unidades sociales vulnerables.
8. Impulsar alternativas productivas con tecnologías adaptables a las condiciones locales y que contribuyan a lograr competitividad económica y reducir el riesgo.

ACCIONES

- a) Promover propuestas productivas incorporando medidas para el uso adecuado de los recursos agua y suelo y reducir el riesgo de desastres.
 - b) Capacitar a los técnicos municipales en la generación de nuevas tecnologías orientadas a reducir la vulnerabilidad territorial.
 - c) Brindar asistencia técnica para la aplicación de medidas para reducir el riesgo en los procesos productivos.
9. Promover una gestión adecuada del territorio para el desarrollo de la actividad agrícola y la ubicación de la infraestructura productiva.

ACCIONES

- a) Promover la conservación de las áreas de bosque existentes en el territorio.
- b) Orientar la ubicación de las infraestructuras productivas en zonas de menor riesgo, adoptando medidas para reducir la vulnerabilidad.
- c) Promover acciones de reforestación en riberas de quebradas y ríos.

5.2.2. Medidas correctivas para garantizar la seguridad de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo de la actividad agrícola

Estas medidas pasan por mejorar la infraestructura de los sistemas de riego, tanto canales de regadío como pozos tubulares, y la carretera Morropón-Chulucanas.

- Específicamente, se refieren al encauzamiento de las quebradas que se activan en temporadas de precipitaciones pluviales intensas y que ponen en riesgo diferentes tramos de los canales de regadío, y la construcción de alcantarillas

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

que permitan el desfogue del agua. Asimismo, a la construcción de obras de arte y revestimiento de los canales en todo su recorrido. Acciones similares se plantean para hacer menos frágiles las carreteras.

- En el sistema de riego Piedra El Toro se considera la continuación del revestimiento del canal y la construcción de obras de arte en la parte media y el tramo final del canal.
- En el sistema de riego Morropón-Franco se plantea la construcción de un nuevo barraje, el reforzamiento de la bocatoma y la protección de las riberas del río La Gallega en la zona de captación, así como el revestimiento y la ampliación de la capacidad de conducción en su tramo final.
- En el caso del sistema de riego Monte de los Padres, una de las medidas correctivas que los actores plantean es la construcción de la bocatoma en un lugar seguro; y en el canal de rebombeo Chisca Blanca-Franco, la rehabilitación del canal desde la caseta de bombeo.
- Los pozos tubulares El Guabo, Tite y El Salvador requieren adecuar su infraestructura para evitar ser dañados si se produce una inundación en la zona donde están ubicados.

5.2.3. Medidas prospectivas para garantizar la seguridad de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo de la actividad agrícola

- Las medidas prospectivas están referidas, principalmente, a la formulación y la aplicación de planes de operación y mantenimiento de los sistemas de riego y pozos tubulares, como también de planes de contingencia ante emergencias.
- Se considera, además, el fortalecimiento de las organizaciones de los usuarios de canales de regadío y pozos tubulares electrificados con el fin de que cumplan su rol y desarrollen oportunamente medidas de mantenimiento permanente de sus infraestructuras, las defensas ribereñas y la limpieza de las quebradas.
- Asimismo, para una eficiente operación y mantenimiento de los pozos tubulares electrificados se plantean como medidas prospectivas el entrenamiento de los usuarios encargados de estas tareas en la aplicación de acciones de monitoreo y mantenimiento preventivo.
- La protección de las riberas de quebradas y ríos es una acción que se complementa con ciertas medidas de gestión de la cuenca del río La Gallega para fomentar la mejora de la cobertura vegetal del suelo en zonas de ladera.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

1. Los instrumentos de gestión para el desarrollo con los que cuenta el gobierno local del distrito de Morropón no definen estrategias ni acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad que presenta el territorio, excepto el Plan de Ordenamiento Territorial; lo que haría que el proceso de desarrollo sea poco sostenible y se tengan escasas posibilidades de alcanzar la competitividad económica.
2. La identificación, la clasificación, la localización y el análisis del riesgo de los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola han permitido, mediante la utilización de metodologías participativas y criterios preestablecidos de valoración: a) generar conocimientos sobre el nivel de vulnerabilidad, por grado de exposición, fragilidad y resiliencia, de cada uno de estos elementos; b) clasificar las diferentes zonas territoriales de acuerdo con el nivel de vulnerabilidad que acumulan y determinar el nivel de vulnerabilidad territorial del distrito; y c) diseñar estrategias y medidas para gestionar el riesgo y garantizar la sostenibilidad de la actividad agrícola. Todo lo cual es básico para alcanzar la competitividad económica en el distrito de Morropón.
3. Los elementos físico-estructurales esenciales para el desarrollo agrícola del distrito de Morropón se encuentran estrechamente relacionados con los sistemas de riego y drenaje, como también con las vías de comunicación terrestre que permiten la salida de la producción agrícola al mercado regional y nacional. Estos elementos que garantizarían el funcionamiento y el desarrollo sostenible de la actividad agrícola en el distrito a los cuales debe asegurarse son: los sistemas de riego Piedra El Toro, Morropón-Franco y Monte de los Padres; el canal de rebombeo Chisca Blanca-Franco; los pozos tubulares electrificados Núñez, Arámbulo, Coco Arrese, El Guabo, Tite, Salvador, Castoro y Gilo León; la carretera Morropón-Chulucanas; y el puente Carrasquillo.
4. Los elementos físico-estructurales esenciales que transmiten una alta vulnerabilidad al territorio son: el sistema de riego Morropón-Franco, el canal de rebombeo Chisca Blanca-Franco y la carretera Morropón-Chulucanas. También los sistemas de riego Piedra El Toro y Monte de los Padres, los pozos tubulares El Guabo, Tite y Salvador, el puente Carrasquillo y el dren Gilo León transmiten un nivel de vulnerabilidad media, y los pozos tubulares Núñez, Castoro, Gilo León y Coco Arrese aportan un bajo nivel de vulnerabilidad.
5. Las zonas territoriales 2 y 3, es decir, el ámbito de los caseríos La Huaquilla, Chisca Blanca, Pampa Hacienda y Polvazal, así como Zapotal, Talanquera, Franco Alto, Franco Bajo y El Cerezo, constituyen un territorio de alta vulnerabilidad y

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

las zonas 1 y 4, caseríos Piedra El Toro, La Unión, San Luis, El Chorro y Boca Negra, así como Solumbre y El Porvenir, representan un espacio de vulnerabilidad media. Lo que estipula que el distrito de Morropón es un territorio de vulnerabilidad media a alta.

6. El conocimiento por parte de los actores locales del nivel de vulnerabilidad de los elementos físico-estructurales esenciales y de las diferentes zonas territoriales del distrito permite que estos, desde sus percepciones, planteen estrategias y alternativas orientadas a reducir la vulnerabilidad territorial. Asimismo, el análisis participativo del riesgo de cada elemento considerado esencial aporta alternativas puntuales para reducir la fragilidad de sus infraestructuras e incrementar su nivel de resiliencia.

2. Recomendaciones

1. El análisis del riesgo en los procesos de planificación para el desarrollo debe partir de determinar lo esencial para el funcionamiento del sistema territorial o de alguna actividad que constituya la base para el desarrollo económico, social o ambiental del territorio y para lograr su competitividad y progreso. Es a partir de estos elementos que se puede determinar el nivel de vulnerabilidad de cualquier espacio, sea este el ámbito de una región, provincia o distrito.
2. El diseño de estrategias y acciones para la reducción de la vulnerabilidad territorial debe ser el resultado de un conocimiento colectivo y analítico del nivel de vulnerabilidad de cada uno de los elementos considerados esenciales para el funcionamiento del territorio o de una actividad económica, social o ambiental. Estos elementos son los que finalmente transmiten diferentes niveles de vulnerabilidad al territorio y determinan el nivel de vulnerabilidad territorial.
3. La aplicación de la metodología utilizada en esta investigación, con sus herramientas y criterios de valoración, debe ser parte fundamental de los procesos de formulación del Plan de Ordenamiento Territorial, en la medida en que este instrumento de gestión constituye una herramienta importante para la gestión del riesgo y el logro de la competitividad territorial.
4. La identificación de elementos considerados esenciales variará en tanto la planificación se oriente al desarrollo de áreas urbanas o rurales y a los objetivos que se desee alcanzar en cada uno de estos procesos.
5. Finalmente, es necesario desarrollar una metodología ágil para determinar el impacto social y económico de los desastres al consumarse los daños y las pérdidas que provocaría la manifestación de una amenaza al encontrar en condiciones de vulnerabilidad los elementos que permiten el funcionamiento del sistema territorial.

BIBLIOGRAFÍA

- CARDONA, O. D. 2001. «Gestión del riesgo como concepto de planificación». En O. D. Cardona, *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- D'ERCOLE, R. y METZGER, P. 2004. *La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- FARREL, G. y THIRION, S. 2001. *La competitividad de los territorios rurales a escala global. Construir una estrategia de desarrollo territorial con base en la experiencia de Leader*. Cuaderno de la Innovación N.º 8, Fascículo 5. Madrid: Observatorio Europeo Leader.
- LAVELL, A. 2004a. *Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición*. Ciudad de Panamá: La Red.
- . 2004b. «Sustentos teórico-conceptuales sobre el riesgo y la GLR en el marco del Desarrollo». En A. Lavell et ál., *La gestión local del riesgo: nociones en torno al concepto y la práctica*. Ciudad de Panamá: Centro para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (Cepredenac) / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DE COLOMBIA, VICEMINISTERIO DE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, DIRECCIÓN DE DESARROLLO TERRITORIAL. 2005. *Incorporación de la prevención y la reducción de riesgos en los procesos de ordenamiento territorial*. Serie Ambiente y Desarrollo Territorial. Guía Metodológica 1. Santa Fe de Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- NACIONES UNIDAS / ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES (EIRD). 2002. *Hacia el desarrollo sostenible de las montañas por medio de la reducción de desastres*. Campaña Mundial para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. San José de Costa Rica: EIRD.
- PERÚ. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE (CONAM) / GTZ. 2006. *Bases conceptuales y metodológicas para la elaboración de la Guía Nacional de Ordenamiento Territorial*. Lima: Conam / GTZ.
- PERÚ. GOBIERNO REGIONAL PIURA / PROGRAMA DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE-GTZ. 2006. *Aplicación de la gestión del riesgo para el desarrollo rural sostenible*. Módulos N.º 1 y N.º 2. Piura: Gobierno Regional Piura / PDRS-GTZ.
- PERÚ. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MORROPÓN (MDM). 2000a. *Plan de Contingencia ante Desastres de Origen Natural en el Distrito de Morropón*. Morropón: MDM.

Contribución del análisis del riesgo (AdR) al proceso de planificación para la competitividad territorial del distrito de Morropón, en su dimensión económica

- . 2000b. *Plan Estratégico de Desarrollo del Distrito de Morropón, 2000-2010*. Morropón: MDM.
- . 2006a. *Diagnóstico Territorial del Distrito de Morropón (borrador)*. Morropón: MDM.
- . 2006b. *Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Morropón, 2006-2016*. Morropón: MDM.
- PROGRAMA DE DESARROLLO TERRITORIAL CHILE EMPRENDE. 2005. *Proposiciones para el proceso de construcción y realización de una Estrategia de Desarrollo Económico Territorial*. Primera parte. Santiago de Chile: Chile Emprende.
- ZAPATA R. y CABALLEROS, R. 2000. *Un tema de desarrollo: la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres*. México, D. F.: Comisión Económica para América Latina (Cepal) / Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

TESIS 2

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

Viviana Saavedra

Tesis para optar el grado de Magíster
con mención en Gestión del Riesgo

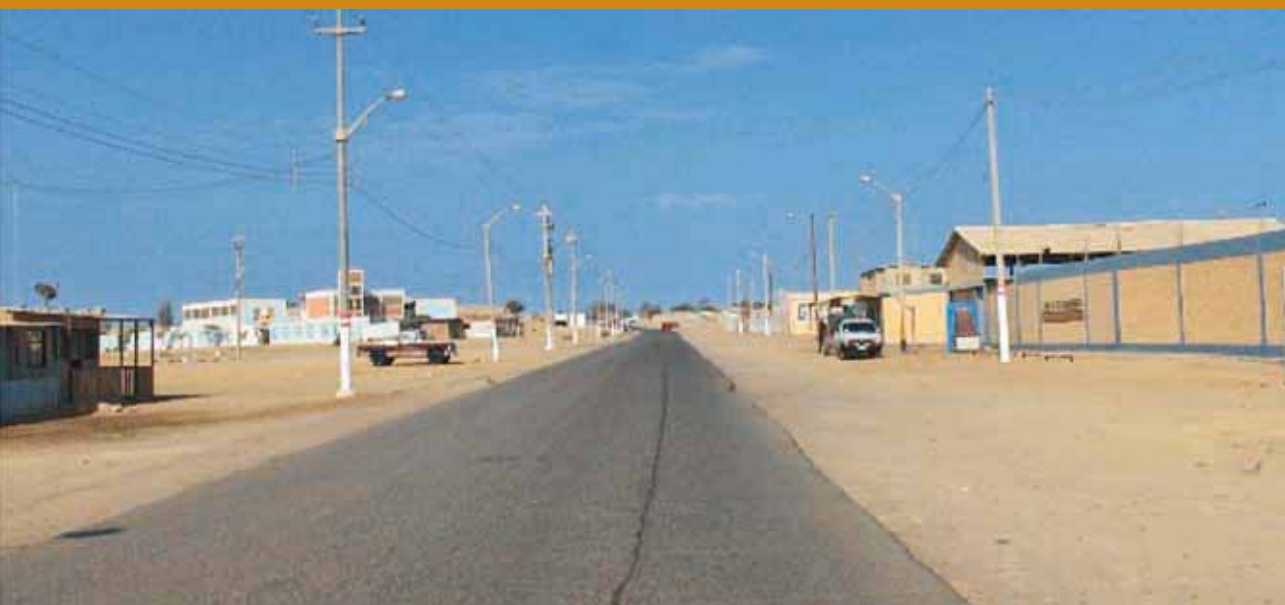
Programa de Maestría en
Planificación Regional

Facultad de Ingeniería Civil
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Resumen

La presente investigación forma parte de la reflexión sobre la vinculación de los proyectos de inversión con la gestión del riesgo y la necesaria incorporación del análisis del riesgo en la formulación de los proyectos de inversión pública. Desde esta perspectiva, el estudio aplica esta incorporación en la formulación de un perfil de preinversión de infraestructura vial urbana en la ciudad de El Alto, provincia de Talara (Piura), con base en la Guía General de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública a nivel de Perfil del Ministerio de Economía y Finanzas y como modelo de referencia para proyectos similares.

La investigación determina la rentabilidad social y económica de la alternativa seleccionada e incorpora los costos y los beneficios derivados de las opciones de reducción de las vulnerabilidades frente al peligro generado en contextos de extrema precipitación pluvial por el Fenómeno El Niño (FEN). Para ello, en la etapa de identificación de las alternativas de solución del problema central se incorporan los resultados del diagnóstico, incluyendo la evaluación del peligro y de la situación sin proyecto, de la vulnerabilidad de la infraestructura vial de la ciudad de El Alto según zonas y vías principales; esta evaluación incluye el análisis de la información resultante de la encuesta muestral aplicada y del trabajo de campo topográfico realizado. En la etapa de formulación del proyecto se definen las medidas a incorporar para reducir el riesgo, explicando su incorporación y costo en cada una de las dos alternativas planteadas. Finalmente, en la etapa de evaluación se selecciona la alternativa que asumirá el proyecto, sobre la base de un análisis comparativo de rentabilidad social y económica, análisis tanto de sensibilidad como de sostenibilidad e impacto ambiental, para culminar con la elaboración del marco lógico de la mejor alternativa consistente con la reducción del riesgo incorporada en el perfil del proyecto.



Estado actual de la Avenida Bolognesi y tipo de vehículos que la transitan.

1. INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA VULNERABLE EN CONTEXTOS DEL FEN, EN LA CIUDAD DE EL ALTO, TALARA

1.1. Importancia y situación actual de la infraestructura vial urbana

En el siglo pasado se han presentado veintidós episodios del Fenómeno El Niño (FEN) que son cada vez más frecuentes e intensos. Aquellos ocurridos en 1982-1983 y 1997-1998 han sido calificados de extraordinarios desde el punto de vista de la magnitud de las alteraciones que provocaron y han dejado una secuela de problemas sociales y económicos en los países que rebasan la capacidad de respuesta de los gobiernos.

El Perú ha sido uno de los países de la región andina más afectados por estos episodios del FEN y la secuela de fenómenos físicos que desencadena, tales como deslizamientos, huaicos, inundaciones, heladas y sequías, entre otros. Las zonas de la costa han sido las más azotadas por estos fenómenos, en especial el norte del país. Los sectores más afectados debido a su relevancia en nuestro país son: agua potable y saneamiento, electricidad, transporte, agricultura, pesca, salud, asentamientos humanos, educación y otros, de acuerdo con la información de costos por los daños causados de la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2000). En los sistemas de agua y alcantarillado este costo ascendió a 199.285 miles de soles; en el suministro de electricidad, a 464.283 miles de soles; en el sector transporte, a 2.008.637 miles de soles; en el sector agropecuario, a 1.714,2 miles de soles; y en el sector salud, a 95.786 miles de soles.

Por otro lado, según el Consejo Transitorio de Administración Regional (CTAR, 1998), el FEN 1997-1998 afectó 198 kilómetros de la red departamental regional y 2.945,20 kilómetros de la red vecinal regional, lo que ascendió a un monto de 76.858.800 y 56.346.400 soles, respectivamente.

Sin embargo, no todo fenómeno físico genera una crisis que pueda catalogarse como «desastre». Esto dependerá del grado de vulnerabilidad de la zona afectada; por tanto, la reducción de la vulnerabilidad es precisamente lo que diferencia los resultados en distintas regiones ante la misma amenaza (Laname, 2000: 10). Lo que lleva a reflexionar sobre cómo se pueden evitar o, en todo caso, amenguar los daños ocasionados por los fenómenos naturales y sobre todo por fenómenos recurrentes como el FEN.

La ciudad de El Alto, localizada en el distrito del mismo nombre en la provincia de Talara (Piura), con una población aproximada de 8.302 habitantes (INEI, 2002), no fue ajena a los efectos dañinos causados por los episodios de extrema pluviosidad del FEN en condiciones de vulnerabilidad. El distrito tiene dos ámbitos territoriales

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

bien definidos: el urbano, la ciudad de El Alto, y el rural, la caleta de Cabo Blanco. El presente estudio se circunscribe a la ciudad de El Alto y específicamente a seis barrios: Plomo, Talarita, Comerciantes, Bolognesi, Blanco y El Volante, y al asentamiento humano Juan Pablo II, donde residen actualmente alrededor de 3.570 habitantes.

La idea de este estudio de preinversión surgió de la preocupación por los elevados y reiterados gastos en los que incurre el Estado peruano y principalmente la Municipalidad Distrital de El Alto después de cada situación de desastre que se produce en el contexto de un FEN extraordinario. Gastos destinados a la rehabilitación de las vías vehiculares y peatonales deterioradas. Este proceso se realiza sin un reconocimiento previo de la vulnerabilidad social y física existente ni fomento de la preparación de la población que conduzcan a medidas de reducción del riesgo de desastre ante la presencia de precipitaciones pluviales extremas que forman parte de las condiciones naturales en las que se desarrollan la población y las inversiones en el distrito de El Alto. Este distrito forma parte del territorio que recibe el mayor impacto del FEN, lo que se evidenció por los daños sufridos en los años 1983, 1997 y 1998.

El distrito de El Alto fue creado en 1955. Entonces contaba con todos los servicios básicos construidos por la International Petroleum Company (IPC) que operaba en la zona. En el año 1983 estos colapsaron ante la ocurrencia del FEN debido a las muy intensas lluvias. Recién en junio de 2006 se inició la ejecución de un proyecto integral de agua y alcantarillado. El distrito no tiene infraestructura urbana integral; si bien las viviendas y los espacios públicos poseen electrificación. La infraestructura vial y peatonal en la ciudad de El Alto es casi nula y donde existe pavimento este se encuentra muy deteriorado; la única vía en buen estado es la avenida Bolognesi, entre la calle Miguel Grau Seminario y el inicio de la carretera a Cabo Blanco, fue construida en el año 2006 con bloquetas de concreto, veredas y berma central muy amplia con bancas, pero todavía no se termina.

La gran mayoría de las vías son terreno natural con características geométricas inadecuadas y no tienen una fácil evacuación de las aguas pluviales, lo que genera zonas de inundación, deslizamientos y erosión que deterioran los inmuebles y generan malestar al convertirse en charcos que son focos infecciosos que atentan contra la salud de los pobladores. Para mejorar las vías deterioradas, una vez concluido el periodo de lluvias, la Municipalidad Distrital de El Alto realiza actividades de mantenimiento que demandan una elevada inversión anual.

La investigación realizó un diagnóstico situacional de la infraestructura vial urbana en la Etapa de Identificación del perfil de preinversión que se resume en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resumen del diagnóstico de la situación de la infraestructura vial urbana

Tipo de vía	Características			Situación del servicio
	Estable- cimientos	Viviendas	Transporte, flujo vehicular y peatonal	Estado de la infraestructura vial
Av. Bolognesi	15	43	Alto tránsito vehicular, sin problemas de congestión vehicular	Tiene 1.518 m de pavimento flexible y 300 de pavimento rígido en mal estado de conservación.
Ca. Miguel Grau Seminario (Barrio Plomo)	10	40	Tráfico vehicular y peatonal alto	Calle asfaltada en caliente en mal estado, no se han considerado las características geométricas ni el deterioro por efecto pluvial.
Ca. Pacheco Wilson y aledaños	5	49	Tráfico regular	Calle de terreno natural en malas condiciones, sin sistema de drenaje pluvial.
Av. Santa Elisa	2	79	Tránsito normal pero alto flujo peatonal	Calle asfaltada en caliente en mal estado, con múltiples curvas y pendientes que no permiten el adecuado paso de aguas pluviales.
Av. Integración	5	44	Tránsito normal pero alto flujo peatonal	Calle de terreno natural con múltiples curvas y pendientes que no permiten el adecuado paso de las aguas pluviales.
Barrio Talarita	5	160	Tránsito vehicular y peatonal normal	Calle de terreno natural en malas condiciones.
Barrio Blanco	2	119	Poco tráfico	Calles de pavimento asfaltado en mal estado, sin considerar características geométricas ni deterioro por efecto pluvial.
Barrio Comerciantes	1	142	Tráfico normal	Calle de terreno natural en malas condiciones.

Elaboración propia sobre la base de visitas de campo.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara
asociado a la infraestructura vial urbana

Importancia de los servicios que facilitan	Antecedentes de afectación por desastre asociado a fenómenos pluviales
La principal vía es la Av. Bolognesi desde la Panamericana Norte hasta la calle Miguel Grau Seminario. Conecta al distrito de El Alto con el resto del país y posibilita la movilidad de las personas y el manejo de la carga del comercio interdistrital, provincial y regional.	La pavimentación del ingreso a la ciudad fue construida hace 30 años, en su diseño no se consideraron efectos de fenómenos naturales y actualmente está deteriorada.
La calle Miguel Grau Seminario es la única vía que se encuentra habilitada y por la cual circula el tránsito vehicular hacia el Barrio Plomo y, además, lleva el tráfico vehicular y peatonal a otros barrios. Asimismo, permite el tránsito de los pobladores hacia establecimientos comerciales, de salud (Minsa), de educación, etc.	Este pavimento se construyó en la década de 1950 y se ha ido deteriorando por la falta de mantenimiento adecuado y programado, el paso de tránsito pesado y su no adecuación al efecto de las lluvias, más aún cuando en el recorrido de esta calle se ubica una quebrada que se activa con el FEN.
La construcción de estas vías es prioritaria debido a que se conectan con la Av. Integración por el este de la ciudad y es donde se encuentra asentada gran parte de la población del distrito. Allí se ubican distintos asentamientos humanos, barrios y jirones.	En periodos lluviosos se generan charcos y por esta zona discurren aguas provenientes del Barrio Comerciantes que forman una quebrada que se ubica en la parte posterior del jirón Arequipa.
Esta avenida es una vía principal de acceso que forma un circuito vial importante que une los barrios El Volante, Talarita y Villa Jardín y los asentamientos humanos Señor Cautivo, Las Mercedes y Señor de los Milagros a la zona céntrica de la ciudad de El Alto, donde se desarrollan las principales actividades económicas.	No presenta una fácil evacuación de aguas pluviales por lo que por el paso de los vehículos y debido a la ocurrencia de fenómenos naturales se ha deteriorado. Asimismo, esta avenida tiene veredas en mal estado de conservación a lo largo de toda la vía.
La Av. Integración se conecta a través de los jirones Arequipa, Tumbes, Villa Blondell y Asentamiento Humano Juan Pablo II y empalma con las calles José Llanos Horna y Luis Pacheco Wilson, la cual finalmente se conecta con la Av. Bolognesi, lo cual permite que el flujo vehicular y peatonal proveniente de esta zona se comunique con el centro de la ciudad y se tenga acceso a las distintas actividades de la zona. Sin embargo, no cuenta con obras de arte ni áreas definidas para el tránsito peatonal.	
El problema de las inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y difícil acceso a los predios del Barrio Talarita se genera debido al mal estado de la superficie de rodadura de estas calles, que son terreno natural, lo que, junto con las precipitaciones pluviales de gran intensidad, genera charcos que al paso de los vehículos dañan las fachadas de los inmuebles.	
Hace aproximadamente sesenta años se pavimentaron las calles del Barrio Blanco con asfalto en caliente (pavimento flexible), estas fueron: Mario Aguirre Morales, Max H. Cornejo, Pepe Larea Riofrío, José Llanos Horna y un pasaje s/n. Sin embargo, y como consecuencia de la presencia de constantes peligros naturales (lluvias, vientos fuertes y movimientos sísmicos), en especial el FEN ocurrido en el año 1998, las calles de este barrio se deterioraron y algunas de ellas resultaron poco transitables, la más afectada es la calle Pepe Larea Riofrío.	
La superficie de rodadura de estas calles es terreno natural, sin un área definida para tránsito peatonal, lo que genera el problema del difícil acceso a los predios ubicados en el Barrio Comerciantes.	

En resumen, en la ciudad de El Alto las vías vehiculares y peatonales son vulnerables ante las precipitaciones pluviales extremas debido a la falta de pavimento y veredas. Por tal motivo, en las condiciones actuales y ante la ocurrencia del Fenómeno El Niño se produciría un desastre social y económico, con el consecuente retraso del desarrollo del distrito.

Por otra parte, el estado de las vías causa un deterioro en la salud de la población que se traduce en los indicadores que registra la Subregión de Salud Luciano Castillo Colona. Se observan 2.320 casos de infecciones agudas de las vías respiratorias, lo que en términos porcentuales significa 30% de las principales causas de morbilidad general por grupos de edad y sexo en el distrito, de los cuales los más afectados son los niños de 5 a 9 años con un total de 678 casos (Centro de Salud de El Alto, 2005).

Debido a que en épocas pasadas (1983, 1997-1998) las inundaciones en la zona norte del país han ocasionado grandes pérdidas en infraestructura vial que han aumentado con el transcurrir del tiempo, actualmente se busca la reducción de la vulnerabilidad para lograr una disminución del gasto gubernamental al mínimo en lo referente a rehabilitación, mejoramiento y pérdidas sociales debidos a fenómenos pluviales en esta zona.

En el marco de la carencia de programas preventivos de carácter estructural y no estructural como parte de las políticas gubernamentales, se producen perturbaciones y, a veces, el cierre del tránsito con pérdidas significativas y retroceso del desarrollo económico y las condiciones de vida de la población, pues superan la capacidad de respuesta de los pobladores y de los tres niveles de gobierno: local, regional y nacional.



Intersección de Jr. Arequipa y AA. HH. Juan Pablo II.

Por otra parte, la población del distrito de El Alto ha mostrado interés en las sesiones del Presupuesto Participativo 2005 y 2006, en las cuales se priorizó la construcción de pavimentos y veredas para el distrito. Actualmente, la población ubicada a los lados de las vías a intervenir se encuentra interesada en que se implemente el proyecto debido a los frecuentes fenómenos pluviales como el FEN y por los efectos que tendrían en las vías de terreno natural. Estos efectos son: incremento en los costos y los tiempos de circulación, deterioro de las fachadas de las viviendas, deterioro de la salud de las personas y, por ende, aumento del gasto familiar, entre otros.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara**1.2. Incorporación del análisis del riesgo en el proyecto de mejoramiento de la infraestructura vial urbana**

Este estudio partió de delimitar las dos principales zonas que han sido afectadas en las anteriores ocurrencias del FEN: Zona 1, comprendida entre la calle Miguel Grau Seminario del barrio Plomo hasta la Av. Santa Elisa del barrio El Volante y la Av. Bolognesi; y, Zona 2, que comprende los barrios Comerciantes y Bolognesi y el AA. HH. Juan Pablo II. En estas zonas se encuentran las principales calles de la ciudad y los establecimientos públicos y privados más importantes.

Se identificó a la Municipalidad Distrital de El Alto, en el Área de Planificación y Presupuesto, como la entidad ejecutora del proyecto, pues la pavimentación de las calles locales es su competencia y la municipalidad cuenta con el personal técnico (ingenieros) y el equipo y la maquinaria necesarios (volquetes, cargador frontal y cisternas, entre otros) para enfrentar el proyecto.

Al ser el objeto de estudio la determinación de la rentabilidad en el nivel de perfil de un proyecto de inversión pública, al incorporar el análisis del riesgo se ha debido armonizar su formulación con las normas y los lineamientos de política sectorial vigentes.

De allí que el estudio de preinversión se basa en las normas emitidas por la Dirección General de Programación Multianual (DGPM) del Ministerio de Economía y Finanzas que se detallan a continuación:

- Ley 27293: Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública (8-6-2000).
- Directiva General del SNIP: Resolución Directoral 002-2007-EF/68.01 (26-2-2007), publicada en *El Peruano* el 3 de marzo de 2007.
- Resolución Ministerial 458-2003-EF-15: Modifica la Resolución Ministerial 421-2002-EF-15 que delega facultades para declarar la viabilidad de Proyectos de Inversión Pública a las Oficinas de Programación e Inversiones de los Sectores y a los Gobiernos Regionales (10-9-2003).
- Ley 27972: Ley Orgánica de Municipalidades. Título V. Competencias y Funciones específicas de los Gobiernos Locales. Artículos 730-870.
- Ley 27181: Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre. Artículos 18 y 19.
- Reglamento Nacional de Administración de Transporte (Decreto Supremo 040-2001-MTC).
- Clasificador de Rutas del país (Decreto Supremo 09-95-MTC).

Asimismo, en las normas relativas a las competencias y las funciones de las municipalidades:

- Jerarquizar la red vial de su jurisdicción y administrar los procesos que de ellos deriven, en concordancia con los reglamentos nacionales correspondientes (Ley 27181. Artículo 17).

- Instalar, mantener y renovar los sistemas de señalización de tránsito en su jurisdicción, conforme al reglamento nacional respectivo (Ley 27181. Artículo 17).
- Construir, rehabilitar, mantener o mejorar la infraestructura vial que se encuentre bajo su jurisdicción (Ley 27181. Artículo 17).
- En transporte: en general, las que los reglamentos nacionales y las normas emitidas por la municipalidad provincial respectiva les señalen y, en particular, la regulación del transporte menor (mototaxis y similares) (Ley 27181. Artículo 18; Decreto Supremo 040-2001-MTC. Artículo 16).
- En vialidad: la instalación, el mantenimiento y la renovación de los sistemas de señalización de tránsito en su jurisdicción, conforme con el reglamento nacional respectivo. Asimismo, son competentes para construir, rehabilitar, mantener o mejorar la infraestructura vial que se encuentre bajo su jurisdicción (Ley 27181. Artículo 18).

De acuerdo con el Sistema Nacional de Inversión Pública 11, los «Lineamientos de Políticas Sectoriales: Planes Estratégicos Sectoriales Multianuales 2004-2006» son:

- Propiciar el ordenamiento territorial y los procesos que posibiliten la descentralización.
- Consolidar una propuesta de ordenamiento para aplicar políticas de acondicionamiento territorial, desarrollo urbano, del medio ambiente y seguridad física.
- Fomentar la integración socioeconómica y fronteriza en el territorio nacional.
- Consolidar el Sistema Urbano Nacional en función del desarrollo urbano sostenible.
- Promover la mejora del entorno habitacional en los barrios urbano-marginales, ciudades intermedias y pequeñas ciudades del país.

El proyecto, según la clasificación funcional programática (Anexo SNIP: 08 Clasificador de Responsabilidad Funcional), corresponde al siguiente perfil:

- Sector: Vivienda, Construcción y Saneamiento
- Función: 017 Vivienda y Desarrollo Urbano
- Programa: 058 Desarrollo Urbano
- Subprograma: 0163 Planeamiento Urbano

Ante la necesidad de contar con proyectos de infraestructura vial sostenibles se requiere el establecimiento de principios, procesos, metodologías y normas técnicas que estén relacionados con las diversas fases de los proyectos de inversión en los cuales se incorpore el análisis del riesgo para crear, mejorar, ampliar, modernizar y/o recuperar la capacidad prestadora del servicio. Asimismo, se deben asegurar adecuadas condiciones físicas que contribuyan fundamentalmente a mejorar la calidad de la prestación del servicio existente y proporcionen suficiente capacidad de oferta para un eventual crecimiento vegetativo de la demanda del servicio.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

Todo Proyecto de Inversión Pública (PIP) involucra la elaboración de estudios de preinversión (perfil, prefactibilidad y factibilidad) y está inmerso en un entorno cambiante y dinámico que puede incluir ámbitos de impacto de peligros de origen natural no controlables; por lo que se hace necesario evaluar el riesgo (conjunción de peligro y vulnerabilidad) que puede afectar el proyecto para optimizar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión. Estas consideraciones llevan a la necesidad de incorporar acciones en el perfil del proyecto para reducir vulnerabilidades.

En el nivel nacional, la Dirección General de Presupuesto Multianual (DGPM) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) generó propuestas metodológicas para incorporar el Análisis del Riesgo (AdR) como herramienta en la formulación y la evaluación de los proyectos de inversión pública y así garantizar la sostenibilidad de las inversiones y reducir el riesgo de que se vean afectadas ante la presencia de peligros; por esta razón, ha publicado «Conceptos asociados a la gestión de riesgos de desastres en la planificación e inversiones para el desarrollo» (MEF, 2006). Por otra parte, el Gobierno Regional Piura ha publicado un decreto donde se incorpora la gestión del riesgo en la planificación regional y los proyectos de inversión pública.

Finalmente, el MEF ha publicado el documento «Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los proyectos de inversión pública» (2007), para facilitar el proceso de incorporación del AdR.

En el siguiente gráfico se presenta la incorporación del análisis del riesgo en la etapa de preinversión del ciclo del proyecto: análisis de las amenazas, la vulnerabilidad y los riesgos con la finalidad de definir alternativas que reduzcan la vulnerabilidad para luego realizar el análisis de costos de las alternativas definidas por el beneficio-coste o costo-efectividad y el análisis de sensibilidad que permitirá seleccionar la mejor alternativa.

Gráfico 1. El análisis del riesgo en la preinversión del PIP



Fuente: Adaptación de MEF (2006 y 2007).

La metodología aplicada en la investigación tiene tres características: una de aplicación de las pautas oficiales para la incorporación del AdR en el PIP en el nivel de pre-inversión; otra específica referida a los métodos propios de evaluación y diseño de la infraestructura vial urbana; y una tercera referida a los métodos de investigación cualitativa tipo encuestas y *focus group*.

Gráfico 2. Pasos metodológicos para el desarrollo de la investigación



Elaboración propia.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

La incorporación del AdR en los proyectos de inversión pública:

- Se realiza desde los aspectos generales que definen el proyecto analizando tanto la participación de las entidades involucradas y los beneficiarios como sus compromisos para gestionar el riesgo.
- En la identificación se realiza el diagnóstico del área de influencia del proyecto identificando el impacto producido por los peligros y los desastres ocurridos y el análisis prospectivo de los peligros (probabilidad de ocurrencia, localización, duración, intensidad); además, se analiza las vulnerabilidades en la situación sin proyecto para determinar los riesgos y así definir las alternativas que reducen la vulnerabilidad, para lo cual se utiliza lo anteriormente realizado.
- En la formulación, con el análisis de vulnerabilidad en la situación con proyecto, se realiza el análisis económico de las alternativas incluyendo medidas de reducción del riesgo. Luego, se cuantifican los beneficios y los costos que implican la inclusión de las medidas y las acciones identificadas para la reducción del riesgo en cada una de las alternativas, de tal manera que sean comparables para la reducción del riesgo.
- En la evaluación, se valoran las alternativas propuestas para la determinación de la rentabilidad económico-social, considerando las medidas de reducción del riesgo cuando sea posible, utilizando el análisis costo-beneficio (ACB) o el análisis costo-efectividad (ACE). Finalmente, se realiza el análisis de sensibilidad y se determina la alternativa de solución al problema planteado que se ejecutará.

La población de las zonas de estudio asciende a 3.570 habitantes; por lo cual para el estudio se aplicaron encuestas a 256 pobladores (cuadro 2), los que expresaron su conocimiento e interés por el proyecto.

Cuadro 2. Determinación del tamaño muestral: número de viviendas

	ZONA DE INFLUENCIA	POBLACIÓN 2007	VIVIENDAS (número)	VIVIENDAS (%)	NÚMERO DE ENCUESTAS
1.	Av. Bolognesi	290	58	8,12	21
2.	Pacheco Wilson y aledaños	300	60	8,40	22
3.	Santa Elisa	395	79	11,06	28
4.	Talarita	825	165	23,11	59
5.	Barrio Blanco	605	121	16,95	43
6.	Barrio Comerciantes	710	142	19,89	51
7.	Av. Integración	245	49	6,86	18
8.	Miguel Grau y aledaños	200	40	5,60	14
	Área total	3.570	714	100,00	256

Elaboración propia.

2. ANÁLISIS DEL RIESGO EN LA ETAPA DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1. Análisis del riesgo en la definición de la gravedad de la situación a modificar (situación sin proyecto)

Este estudio de preinversión aborda, en la etapa de identificación del proyecto, la evaluación de la gravedad de la situación que se busca modificar y la identificación del problema, los objetivos y las alternativas de solución.

En la primera fase se realizó el diagnóstico situacional del problema de la infraestructura vial urbana y de la población afectada, concluyéndose que toda la población del distrito de El Alto se ve afectada por el problema que se busca modificar con el proyecto. En la segunda fase se realizó el análisis del riesgo y la estimación de la gravedad de la situación negativa que se pretende modificar en la zona de ejecución del proyecto. A continuación se presentan los principales resultados.

- Las precipitaciones pluviales y las inundaciones producidas por el FEN fueron identificadas como los principales peligros en el distrito de El Alto. El 45% de los encuestados considera que las lluvias y el 18% piensa que las inundaciones son los mayores peligros; mientras que otro 22% piensa que es la erosión/deslizamientos. Como se aprecia en el cuadro 3, la población conoce los peligros a los que se ve expuesta.
- La anterior conclusión se confirma en los registros de las precipitaciones pluviales del periodo 1983-2002 de la estación más cercana al distrito, la estación de la provincia de Talara (cuadro 4), y con el descarte de otros peligros que sean de origen socionatural o tecnológico en la zona.
- Esta información histórica sirve para analizar la frecuencia con la que se puede presentar un fenómeno pluvial de gran magnitud como el FEN, el cual se produjo en los años 1983 y 1997-1998. Se determinó que, en promedio, ocurría un fenómeno pluvial cada 13 años en la zona norte del país, especialmente en la zona de influencia del proyecto, por lo que ese dato se consideró como el periodo de retorno de un FEN extraordinario.
- Se analizó la vulnerabilidad de las principales vías identificadas en las dos zonas de mayor afectación a los peligros asociados a un FEN extraordinario. Se encontró que todas eran vulnerables por exposición pues su ubicación tenía alguna o algunas de las características siguientes: pendiente mínima o depresiones, presencia de quebradas o ausencia de un sistema de drenaje pluvial. En cuanto al grado de fragilidad física, como se aprecia en el cuadro 1, la mayoría de las

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara
Cuadro 3. Identificación de peligros en la zona del proyecto

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto?				2. ¿Existen estudios que pronostican la probable ocurrencia de peligros en la zona bajo análisis? ¿Qué tipo de peligros?			
	SÍ	NO	Comentarios		SÍ	NO	Comentarios
Inundaciones	X		Producidas como efecto del FEN. La ocurrencia de lluvias es registrada por Indeci, el Proyecto Chira-Piura y la Dirección de Hidrometeorología de Senamhi.	Inundaciones	X		Información de campo.
Lluvias intensas	X		Por efectos de un FEN.	Lluvias intensas	X		Existen registros de periodos lluviosos en la Estación Meteorológica de Talara del Senamhi.
Heladas		X		Heladas		X	
Friaje / nevada		X		Friaje / nevada		X	
Sismos	X		Porque el país está ubicado sobre la placa de Nazca.	Sismos		X	
Sequías		X		Sequías		X	Información de campo.
Huaicos		X		Huaicos		X	
Derrumbes / deslizamientos	X		Se produce erosión debido a las pendientes y tipo de suelos existentes.	Derrumbes / deslizamientos		X	
Tsunami		X		Tsunami		X	
Incendios urbanos		X		Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X		Derrames tóxicos		X	
Vientos fuertes	X		Recibe los vientos de Norte a Sur.	Vientos fuertes		X	
					SÍ	NO	
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?					X		
4. La información existente sobre la ocurrencia de peligros naturales en la zona ¿es suficiente para tomar decisiones para la formulación y la evaluación de proyectos?					X		

Fuente: Información recogida en visita de campo y Pautas metodológicas para la incorporación del análisis de riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública (MEF, 2007).

Cuadro 4. Estación Talara-Base Aérea precipitaciones pluviales (mm)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO A NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1983	321,0	218,2	500,0	608,7	460,8	234,1	4,0	Rango de 0,0 a 8,4 mm mensual	3,1	2.355,5
1984	1,5	61,3	11,7	12,7	0,0	0,2	0,7		0,0	93,1
1985	0,3	0,0	5,1	0,2	3,2	0,0	0,0		1,8	12,6
1986	2,3	7,7	0,0	12,6	2,0	0,0	0,0		0,1	25,6
1987	9,6	184,0	92,2	33,4	0,0	0,0	0,3		0,0	321,1
1988	9,6	2,4	1,4	20,2	0,1	0,0	0,0		0,0	37,2
1989	9,5	63,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0		0,0	78,2
1990	0,1	0,9	1,4	1,1	1,2	0,1	0,0		4,3	12,5
1991	3,3	5,9	26,9	0,2	0,0	0,2	0,0		4,9	41,6
1992	8,8	42,5	202,4	230,8	4,2	1,4	0,0		0,3	490,4
1997	0,0	11,5	25,0	13,9	0,0	0,0	0,0		199,2	259,8
1998	548,8	434,6	692,2	53,5	34,1	2,7	0,1		0,3	1.768,7
1999	8,0	1.302,0	11,2	17,5	4,6	2,0	0,0		5,4	1.353,1
2001	0,0	2,6	238,1							240,7
2002	0,0	5,0	71,7	0,0	0,0	0,0	0,0			76,7

Fuente: Proyecto Chira-Piura, Hidrometeorología.

vías o tienen su superficie de rodadura en mal estado con características geométricas inadecuadas o tienen una superficie de terreno natural con características geométricas oscilantes. En relación con la vulnerabilidad por resiliencia, se encontró que existe un bajo grado de organización para hacer frente al impacto de un peligro o a la ocurrencia de un periodo de lluvias de gran intensidad como ha sucedido años atrás. A pesar de que la población ha vivido épocas con fenómenos naturales graves y potencialmente conoce los daños ocasionados por estos, no cuenta con los recursos necesarios para prevenir posibles daños ni tiene un plan de contingencia o estrategias que permitan disminuir su vulnerabilidad en periodos críticos.



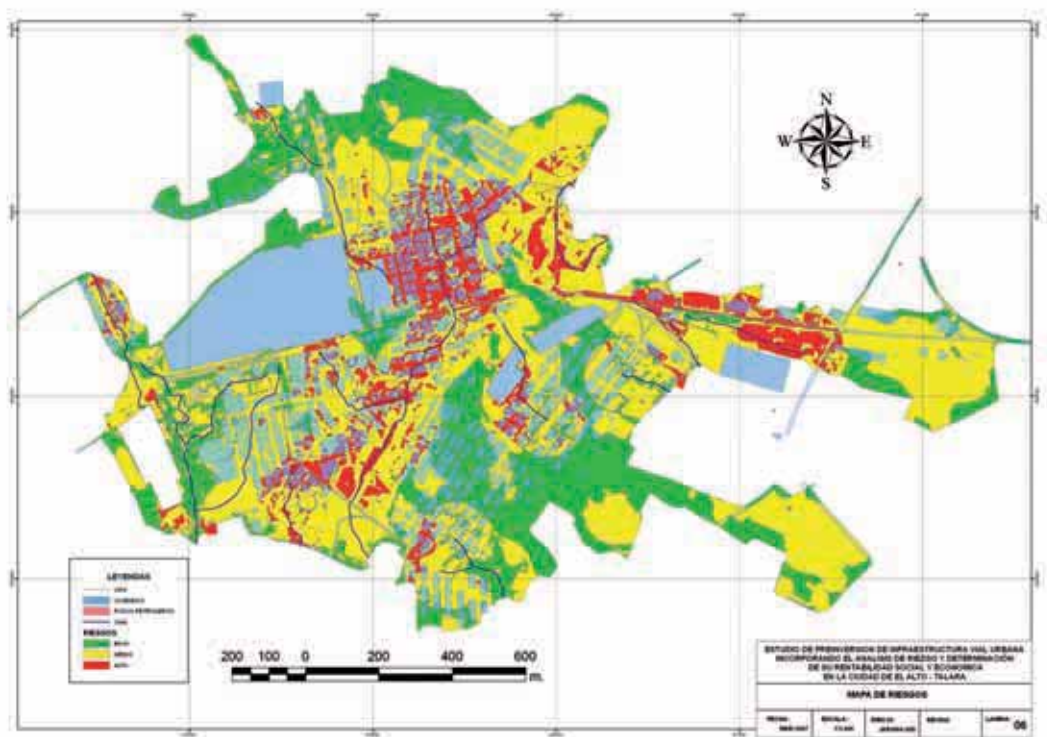
Detalle de la Av. Integración.

La gravedad de la situación negativa que se intenta modificar es evidente. El problema existente es de origen antiguo, pues la mayoría de las vías fueron construidas hace 50 años cuando no regían las normas técnicas actuales y han pasado dos FEN y sigue agravándose (temporalidad). El

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

problema es permanente pues mientras no se mejoren las vías vehiculares y peatonales de la ciudad de El Alto continuará y se agudizará con el transcurrir del tiempo, afectará el comercio del distrito y aumentará el malestar entre los pobladores de toda la zona quienes utilizan las vías (relevancia).

- El estudio ha podido determinar el nivel de riesgo de los distintos sectores en el ámbito del proyecto —alto, medio o bajo—, producto de la superposición de los mapas de zonificación de peligro y vulnerabilidad, como se aprecia en el siguiente mapa.



Elaboración propia.

2.2. Identificación del problema, los objetivos y las alternativas de solución, incorporando resultados del análisis del riesgo

Tomando en cuenta los resultados del análisis del riesgo, se pasó a definir el problema central y elaborar el árbol de causas y efectos. Así, se determinó que el problema central observado son las «...inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles principales de la ciudad de El Alto, Talara, Perú». No se ha realizado un diagnóstico de las zonas más vulnerables ante precipitaciones pluviales, por tanto, no se ha intervenido de ninguna manera en estas zonas, en El Alto no existen pavimentos ni veredas en buen estado. Las vías vehiculares y peatonales son vulnerables ante la presencia de avenidas pluviales extremas. El efecto final de todos estos problemas es el retraso del desarrollo social y económico de los pobladores de la ciudad.

Las causas directas relevantes identificadas son:

- Deterioro rápido de la superficie de rodadura debido a que el pavimento existente en los dos tramos se encuentra en mal estado de conservación y la superficie de rodadura se deteriora con facilidad al paso de los vehículos.
- Infraestructura inadecuada para el tránsito peatonal pues los pobladores utilizan la vía por donde transitan los vehículos por lo que pueden ocurrir accidentes.
- Deterioro de las vías vehiculares y peatonales por fenómenos pluviales, ya que los largos periodos lluviosos contribuyen al mal estado de la vía.

Las causas indirectas relevantes identificadas son:

- Carencia de veredas en largos tramos de la Av. Bolognesi.
- Inadecuada superficie de rodadura, al estar la superficie de rodadura en mal estado es inadecuada para el tránsito vehicular.
- Infraestructura inadecuada para el drenaje pluvial.

Los efectos directos relevantes identificados son:

- Incremento de los costos y los tiempos de circulación.
- Deterioro de las fachadas de los inmuebles.
- Contaminación en las vías.

Los efectos indirectos relevantes identificados son:

- Incremento de las tarifas de transporte.
- Elevados costos para el mejoramiento de las fachadas.
- Incidencia de enfermedades respiratorias.
- Incremento de gastos familiares.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

Posteriormente, sobre la base del árbol de causas y efectos, se ha construido el árbol de objetivos, o árbol de medios y fines, que muestra la situación positiva que se produce cuando se soluciona el problema central, definiéndose de este modo el objetivo central del proyecto: «Adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles principales de la ciudad de El Alto». El árbol de medios y fines correspondiente a este objetivo central se presenta en el gráfico 3.

Gráfico 3. Árbol de medios y fines del PIP



Elaboración propia.

Los tres medios fundamentales identificados se presentan en el cuadro 5, son imprescindibles y mantienen una relación de complementariedad por lo que resulta conveniente llevarlos a cabo en conjunto para lograr mejores resultados.

Cuadro 5. Clasificación de medios fundamentales

IMPRESINDIBLE	IMPRESINDIBLE	IMPRESINDIBLE
MEDIO FUNDAMENTAL 1	MEDIO FUNDAMENTAL 2	MEDIO FUNDAMENTAL 3
Adecuada superficie de rodadura.	Factores naturales incluidos en la mejora de las vías.	Veredas a lo largo de la Av. Bolognesi en buen estado.

Elaboración propia.

Una vez realizado el análisis del riesgo, se ha determinado las alternativas de solución que incluyen medidas estructurales y no estructurales acordes con la realidad de la zona y las normas vigentes. En el aspecto social se ha considerado la incorporación de nuevas costumbres para enfrentar de manera adecuada estos fenómenos y, en el aspecto sociocultural, se involucra a la sociedad civil de modo que participe en los presupuestos participativos para priorizar los proyectos que permitan reducir las vulnerabilidades de la zona y así disminuir los gastos del Estado peruano en reconstrucciones, rehabilitaciones, etc. Las dos alternativas planteadas abordan los tres medios fundamentales y consideran la variación de los sistemas constructivos y el uso de materiales, ya que a la fecha las vías están plenamente definidas, y se diferencia una de las acciones consideradas (pavimento con adoquines o losa). Ambas tienen los siguientes componentes comunes: construcción de pavimento adoquinado con sus respectivos sardineles, en un tramo de la Av. Bolognesi se ha considerado pavimento flexible; obras de arte, emboquillado de piedra, badenes, muros de contención, revestimiento de canal; señalización; construcción de veredas y sardineles; berma central; y áreas verdes y sembrado de pasto.

3. VERIFICACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DEL PROYECTO

3.1. Verificación de la reducción del riesgo en situación con proyecto en la etapa de formulación

En la etapa de formulación del proyecto, después de haber presentado la demanda y la oferta actual y proyectada (10 años) del proyecto (tráfico peatonal y vehicular en la zona de estudio), la incorporación del análisis del riesgo se expresa en la verificación de que las dos alternativas planteadas (pavimento con adoquines o losa) no generen vulnerabilidad al peligro en la situación con proyecto, para lo cual se utilizó la lista de verificación que se presenta en el cuadro 6.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara
Cuadro 6. Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades con el proyecto

PREGUNTAS	SÍ	NO	Comentarios
A. Análisis de vulnerabilidad por exposición (localización)			
1. ¿La localización escogida para la ubicación del proyecto evita su exposición a peligros?		X	
2. Si la localización prevista para el proyecto lo expone a situaciones de peligro, ¿es posible técnicamente cambiar la ubicación del proyecto a una zona no expuesta?		X	
B. Análisis de vulnerabilidad por fragilidad (diseño)			
1. ¿La construcción de la infraestructura sigue la normativa vigente, de acuerdo con el tipo de infraestructura de que se trate?	X		
2. ¿Los materiales de construcción utilizados consideran las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
3. ¿El diseño toma en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
4. ¿La decisión del tamaño del proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
5. ¿La tecnología propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
6. ¿Las decisiones de fecha de inicio y ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
C. Análisis de vulnerabilidad por resiliencia			
1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos (por ejemplo, sistemas alternativos para la provisión del servicio) para hacer frente a la ocurrencia de peligros?		X	
2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros (por ejemplo, fondos para atención de emergencias) para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos (por ejemplo, planes de contingencia) para hacer frente a daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y/o organizativos para hacer frente a daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
5. ¿La población beneficiada del proyecto conoce los potenciales daños que se generan si el proyecto se ve afectado por una situación de peligro?	X		

Elaboración propia sobre la base de *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis de riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública* (MEF, 2007).

Luego de haber presentado el balance de oferta-demanda de cada grupo de calles, la formulación avanza a la estimación de los costos. Se empieza con el cálculo de los costos en la situación sin proyecto (véase el cuadro 7).

Cuadro 7. Costos SIN proyecto a precios de mercado

	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	TOTAL
I.	OPERACIÓN			14.400,00
I.1	Supervisión	Meses	96,00	14.400,00
II.	MANTENIMIENTO			145.889,46
II.1	Limpieza de vías	Meses	96,00	9.600,00
II.2	Perfilado, riego y compactado de terreno natural, anual	m ²	28.100,62	81.772,81
II.3	Rehabilitación de juntas asfálticas en veredas existentes	m lineales	102,72	190,03
II.4	Rehabilitación de veredas existentes	m ²	308,14	7.786,70
II.5	Parchado de la superficie, pavimento de asfalto	m ²	1.195,93	41.250,31
II.6	Señalización: demarcación horizontal en el pavimento	m lineales	4.521,03	5.289,61
II.7	Imprimación asfáltica	m ²	10.396,25	36.386,88
Subtotal				160.289,46
Imprevistos (10%)				15.260,57
Total de costos de operación y mantenimiento anual a precios de mercado				175.550,03
Costos de operación y mantenimiento a precios sociales				131.662,52

Elaboración propia.

Posteriormente, se presentan los costos de cada alternativa (inversión y mantenimiento) en la situación con proyecto. Estos se han calculado realizando los metrados para los prediseños planteados, efectuando los análisis de los costos unitarios y el presupuesto de obra para cada alternativa. Luego se han proyectado para 10 años, a precios de mercado y a precios sociales. En este caso se han utilizado los factores de conversión recomendados por el Ministerio de Transportes (0,79 de precio de mercado para inversión y 0,75 para costos de operación y mantenimiento), para luego calcular en cada año el incremento del costo con proyecto respecto del costo sin proyecto de cada alternativa.

Los costos incrementales en soles a precios sociales de la Alternativa 1 se presentan en el cuadro 8.

**Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo
 y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara**
Cuadro 8. Costos incrementales de la Alternativa 1, precios sociales (soles)

AÑO	COSTOS DE INVERSIÓN		COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (con proyecto)	ALTERNATIVA BASE (sin proyecto)	COSTOS INCREMENTALES
	Inversión en activos fijos	Valor residual (-)			
2007	10.885.111,91		0,00	0,00	-10.885.111,91
2008			31.002,10	2.473,92	28.528,18
2009			31.002,10	2.473,92	28.528,18
2010			31.002,10	2.473,92	28.528,18
2011			31.002,10	2.473,92	28.528,18
2012			79.553,12	2.473,92	77.079,20
2013			31.002,10	2.473,92	28.528,18
2014			31.002,10	2.473,92	28.528,18
2015			31.002,10	2.473,92	28.528,18
2016			31.002,10	2.473,92	28.528,18
2017			79.553,12	2.473,92	77.079,20

Elaboración propia.

En el año 0 se registra un costo elevado producto de la inversión, que corresponde al aporte de la Municipalidad Distrital de El Alto; sin embargo, en los años siguientes el costo es menor debido a que solo se cubren costos de operación y mantenimiento para garantizar la sostenibilidad del proyecto. Esta situación también se presenta en el cálculo de los costos incrementales de la Alternativa 2, como se observa en el cuadro 9.

Cuadro 9. Costos incrementales de la Alternativa 2, precios sociales (soles)

AÑO	COSTOS DE INVERSIÓN		COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (con proyecto)	ALTERNATIVA BASE (sin proyecto)	COSTOS INCREMENTALES
	Inversión en activos fijos	Valor residual (-)			
2007	12.427.460,37		0,00	0,00	-12.427.460,37
2008			45.070,49	5.584,13	39.486,37
2009			45.070,49	5.584,13	39.486,37
2010			45.070,49	5.584,13	39.486,37
2011			45.070,49	5.584,13	39.486,37
2012			237.843,62	5.584,13	232.259,49
2013			45.070,49	5.584,13	39.486,37
2014			45.070,49	5.584,13	39.486,37
2015			45.070,49	5.584,13	39.486,37
2016			45.070,49	5.584,13	39.486,37
2017			237.843,62	5.584,13	232.259,49

Elaboración propia.

3.2. Determinación de la rentabilidad económica y social de las alternativas en la etapa de evaluación

En la evaluación de las dos alternativas se ha considerado que los beneficios que se generan con ambas son similares, por tanto, el resultado neto estará dado por el diferencial de los costos.

Los beneficios que se derivan del proyecto se han establecido por el ahorro de los costos por operación vehicular (COV) (S/. km / veh.) de los precios en la situación con y sin proyecto, los que se han calculado haciendo uso del programa informático RED-HDMII-COV del Banco Mundial, a partir de los precios unitarios económicos (sin impuestos ni transferencias) de los insumos (vehículos, llantas, combustibles, lubricantes, mantenimiento, etc.) para cada tipo de vehículo. Igualmente, se ha tomado en cuenta las características técnicas de utilización y operación de cada tipo de vehículo. Asimismo, se ha considerado la rugosidad superficial a través de valores estimados para el IRI (índice de rugosidad intencional) para una superficie con pavimento nuevo (situación con proyecto), sin pavimento (terreno natural), con pavimento antiguo y con superficie afirmada.

Beneficios por ahorro de costos de operación vehicular (COV)

Este proyecto consiste en el «Mejoramiento de la infraestructura vial urbana de las principales calles de la ciudad de El Alto en el distrito de El Alto, Provincia de Talara, Piura» y con su ejecución se espera:

- Mejorar la infraestructura vial para reducir los tiempos de viaje y la contaminación ambiental (ruido, emisiones, contaminación visual, etc.).
- Apoyar el desarrollo del distrito de El Alto, lo cual permitirá lograr un incremento en el comercio y la producción, entre otros.
- Mejorar la accesibilidad del transporte personal y vehicular a lo largo de la zona de influencia del proyecto, elevando el nivel de vida de los habitantes del distrito de El Alto.
- Mejorar las condiciones para el tránsito peatonal en resguardo de los pobladores.

La cuantificación de los beneficios está directamente relacionada con el grado de alcance de los objetivos y las funciones señalados. Estos incluyen la reducción de los costos de operación de los vehículos en las vías propuestas (considerando que las vías nuevas estarán en mejor condición que las actuales que son afirmadas); lo que incluye tanto el tráfico existente como el que será desviado a estas vías, así como el tráfico generado por la oportunidad del transporte. Para calcular estos beneficios se emplea la metodología de costos modulares del COV.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

Beneficios por desarrollo del distrito

- Incremento de las oportunidades económicas y comerciales, entre otras, de los pobladores del área de influencia del proyecto.
- Incremento de las actividades conexas con el transporte (puestos de servicio de gasolina, llantas, etc., puestos de comida, servicios de carga y descarga, etc.).
- Reducción del gasto ocasionado por el deterioro en las fachadas de las viviendas ubicadas en ambos lados de las vías, disminución de enfermedades respiratorias, protección de los peatones que hacen uso de las vías sin pavimentar y disminución de los gastos en mantenimiento de vehículos. También se mejorarán las condiciones del tránsito vehicular y peatonal en la zona de influencia del proyecto.

La proyección de los beneficios por ahorro COV para ambas alternativas se ha obtenido de comparar la situación con y sin proyecto, mediante la metodología de costos modulares a precios económicos, según las características físicas y tipo de vehículo que transita por la vía. Para el caso de la situación sin proyecto, se considera que con intervenciones mínimas adicionales a las actuales se logra obtener una superficie afirmada en mal estado. Los factores utilizados para la determinación de los beneficios por ahorro se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Proyección por ahorro de COV a precios sociales

Datos			
Días por año	365		
Longitud (metros)	7.747		
Costos operativos vehiculares (COV) modulares			
(Soles / veh. / km)	A precios sociales (costa, topografía llana)		
Tipo de vehículo	Sin proyecto	Mejoramiento	Mejoramiento
	Pavimentado	Pavimento flexible y adoquinado	Pavimento de losa de concreto
	Mal estado*	Alternativa 1	Alternativa 2
Mototaxi	0,45	0,35	0,35
Auto privado, camioneta	0,89	0,79	0,79
Combi	1,95	0,79	0,79
Ómnibus	2,01	1,75	1,75
Camión / cámara	3,10	1,91	1,91

Elaboración propia.

* Incluye políticas de optimización (no solo mantenimiento rutinario) sin proyecto.

Otros beneficios (no cuantificables)

Además, el proyecto permite la reducción del deterioro de las fachadas de las viviendas debido al polvo, beneficio de difícil cuantificación pues se refiere a reparaciones de las fachadas de viviendas y reducción de enfermedades no consideradas en la evaluación de este perfil. Existen otros beneficios derivados de la construcción de veredas que no pueden ser cuantificados monetariamente, como:

- Resguardo de la integridad física de los peatones.
- Ordenamiento del tránsito vehicular y peatonal.
- Disminución de accidentes de tránsito (accidentes vehiculares).
- Mejoramiento del ornato de la ciudad de El Alto.
- Se considera como población beneficiaria a la población de todo el distrito de El Alto que en 2006 era de 8.986 habitantes.

Finalmente, para determinar la rentabilidad social del Proyecto de Inversión Pública en este caso se ha utilizado la metodología costo-beneficio. Se ha trabajado con los indicadores de rentabilidad VAN (valor actual neto), TIR (tasa interna de retorno) y B/C (relación beneficio / costo), cuyos valores se han obtenido tomando en consideración los costos de inversión, los costos de operación y mantenimiento y los beneficios por ahorro de los costos de operación vehicular a precios sociales. Como se observa en el cuadro 11, la Alternativa 1 muestra mayor rentabilidad.

Cuadro 11. Evaluación económica de las alternativas

ALTERNATIVA 1			
Tasa de descuento	11%	VAN TIR B/C	S/. 39.787.528,21 74,79% 4,58
ALTERNATIVA 2			
Tasa de descuento	11%	VAN TIR B/C	S/. 38.538.311,08 65,98% 4,00

Elaboración propia.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara
3.3. Análisis de la mejor alternativa del proyecto y marco lógico

El *análisis de sensibilidad* de la Alternativa 1 consistió en medir cuán sensibles son los indicadores de evaluación VAN y TIR a la variación en los costos y los beneficios, hasta el punto crítico en el cual $VAN = 0$. En el análisis realizado se asume que existe incertidumbre respecto de los flujos de costos y beneficios. Estos cambios se reflejan en el flujo de costos incrementales (inversión, costos operativos) y beneficios incrementales (ahorro COV). Los resultados se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de sensibilidad de la Alternativa 1

Incremento en costos		Disminución en beneficios		Incremento en costos y disminución en beneficios	
%	VAN	%	VAN	%	VAN
5	39.243.272,61	5	37.364.358,65	5	36.857.614,18
10	38.699.017,01	10	35.161.477,23	10	34.102.076,72
15	38.154.761,42	15	33.150.150,72	15	31.538.094,15
20	37.610.505,82	20	31.306.434,75	20	29.141.722,14
25	37.066.250,23	25	29.610.216,06	25	26.892.847,40
30	36.521.994,63	30	28.044.475,72	30	24.774.451,02
35	35.977.739,04	35	26.594.716,16	35	22.772.035,40
40	35.433.483,44	40	25.248.510,85	40	20.873.174,05
45	34.889.227,84	45	23.995.147,28	45	19.067.154,43
50	34.344.972,25	50	22.825.341,29	50	17.344.692,39
365,52	0,00	358,48	0,00	114,57	0,00

Elaboración propia.

El *análisis de sostenibilidad* comprendió:

- La capacidad de gestión de la organización encargada del proyecto en su etapa de inversión.* La institución encargada de la ejecución en la etapa de inversión es la Municipalidad Distrital de El Alto, que cuenta con la experiencia necesaria, los recursos y los medios disponibles como maquinaria, equipo, herramientas y personal calificado para construir este tipo de infraestructura.
- La disponibilidad del recurso.* Dentro del Plan de Inversiones del año 2005 de la Municipalidad Distrital de El Alto se priorizó el mejoramiento de la Av. Bolognesi, así nace la idea de la fórmula de este proyecto.

- c) *Financiamiento de los costos de operación y mantenimiento.* La institución encargada del mantenimiento y la operación de las vías pavimentadas es la Municipalidad Distrital de El Alto; en tal sentido, esta institución se compromete a financiar los gastos que demande el mantenimiento y la operación de la nueva infraestructura.

El *análisis de impacto ambiental* tomó en cuenta que durante la ejecución del proyecto habrá trabajos de demolición, excavación de zanjas y eliminación de material excedente que en pequeñas magnitudes provocarían una polvareda que afectaría las viviendas

Cuadro 13. Marco lógico del proyecto

	RESUMEN DE OBJETIVOS	INDICADORES
FIN	Mejora del desarrollo social y económico de la población del distrito de El Alto.	- Reducción de enfermedades respiratorias, de 30 a 20% en el primer año. - Mejora del nivel de ingresos en 30% al primer año, por reducción de gastos en enfermedades. - Revalorización de los inmuebles en el primer año.
PROPÓSITO	Adecuadas condiciones de tránsito vehicular y peatonal.	Reducción de los gastos en mantenimiento de la vía.
COMPONENTES	- Adecuada superficie de rodadura. - Factores naturales incluidos en la mejora de la avenida. - Veredas a lo largo de la Av. Bolognesi en buen estado.	- Construcción de pavimento adoquinado E = 8 cm sobre una base afirmada E = 20 cm y formación de la subbase de E = 15 cm en un total de 53.063,11m²; construcción de sardinel sumergido de concreto simple. Pavimento flexible en un total de 17.190 m², construcción de sardinel peraltado de concreto simple f'c = 210 kg/cm², obras de arte, alcantarillado, señalización, áreas verdes (sembrado de pasto en un total de 9.012,87 m²). Instalación de postes de concreto armado. - Señalización para tránsito vehicular y peatonal. - Veredas de concreto simple f'c = 210 kg/cm² en un total de 20.297,95 m², berma central de concreto simple f'c = 175 kg/cm².
ACCIONES	- Elaboración del Expediente Técnico. - Mejoramiento de las principales calles. - Señalización para tránsito vehicular y peatonal. - Construcción de veredas de concreto simple.	- Resolución de aprobación del Expediente Técnico. - Contrato de Ejecución de Obra. - Contrato de Supervisión. - El monto total del costo de la pavimentación y las veredas es de 3.755.023,78 nuevos soles a precios de mercado. Y de 2.966.468,79 nuevos soles a precios sociales.

Elaboración propia.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

que colindan con la avenida, así como ruidos y vibraciones molestos. Para mitigar estas dificultades e incomodidades se ha previsto dos aspectos: a) coordinar con los representantes de cada familia para mantener sus viviendas cerradas mientras dure la actividad de demolición, excavación de zanjas y eliminación de material excedente; y b) humedecer el material a eliminar para evitar la propagación de la polvareda.

Finalmente, el marco lógico del proyecto se presenta en el cuadro 13.

MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
■ Estadísticas del Centro de Salud de El Alto. ■ Tasación de los inmuebles con y sin proyecto.	
■ Documentos de gastos de mantenimiento vial que realiza la Municipalidad Distrital de El Alto.	■ Se cumple el Presupuesto de Inversiones propuesto. ■ Se cumple el compromiso de mantenimiento por parte del gobierno local.
■ Inventario Vial por parte de la municipalidad. ■ Valorizaciones e Informes de Avance de Obra. ■ Acta de Entrega de la Obra.	■ Financiamiento oportuno de la Municipalidad Distrital de El Alto. ■ Se cumple con las especificaciones técnicas del estudio definitivo.
■ Reporte de avance de la Unidad Ejecutora. ■ Reportes de Supervisión. ■ Liquidación de Obra.	■ Disponibilidad de contratistas y consultores. ■ Se dispone de recursos presupuestales. ■ Participación de la población beneficiaria y de la Municipalidad Distrital de El Alto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

La incorporación del análisis del riesgo en infraestructura vial urbana implica la reducción de la vulnerabilidad, es decir, disminuir las causas que generan la vulnerabilidad, lo que lleva a implementar acciones y plantear alternativas de carácter correctivo y prospectivo para reducir el riesgo. En la etapa de desarrollo de los estudios de preinversión es cuando se debe lograr el compromiso y la participación activa de los diferentes actores sociales del distrito y actores institucionales externos involucrados en la ejecución, la operación, el mantenimiento y el uso de la infraestructura vial.

La presente investigación está basada en primer lugar en una metodología participativa, donde son los actores locales los que, con su conocimiento, han permitido identificar los elementos físico-estructurales y las zonas expuestas a peligros. Se ha complementado con el trabajo de campo realizado y los lineamientos establecidos por el Sistema Nacional de Inversión Pública. Todo ello ha permitido realizar el análisis del riesgo de la infraestructura vial y establecer medidas que permitirían reducir la vulnerabilidad, especialmente la fragilidad de la infraestructura vial, e incrementar su nivel de resiliencia.

La identificación, la clasificación, la localización y el análisis del riesgo de los elementos físico-estructurales esenciales de la infraestructura vial, utilizando metodologías participativas, trabajo de campo (levantamientos topográficos) y criterios preestablecidos de valoración, han permitido generar conocimiento sobre el nivel de vulnerabilidad por grado de exposición, fragilidad y resiliencia y, de esta manera, diseñar medidas para gestionar el riesgo y garantizar la sostenibilidad de la infraestructura.

El análisis del riesgo realizado ha permitido incorporar medidas correctivas y prospectivas para garantizar la seguridad de los elementos físicos-estructurales esenciales de la infraestructura vial urbana, las cuales se han incorporado dentro de las alternativas de solución a la problemática vial. Se ha considerado el encauzamiento de las aguas en las pequeñas quebradas que atraviesan la ciudad que se activan en la época de precipitaciones pluviales intensas y ponen en riesgo las vías vehiculares y peatonales, así como las edificaciones. Realizar el análisis de vulnerabilidad ha permitido incorporar emboquillados de piedra, sardineles peraltados, muros de contención y badenes, entre otros, a la alternativa de solución al problema planteado.

Una de las medidas prospectivas es la formulación y la aplicación de planes de operación y mantenimiento de la infraestructura vial con el fin de que se realicen de manera oportuna y permanente y se logre un funcionamiento eficiente. Estos planes

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

estarán a cargo de la Municipalidad Distrital de El Alto, que será la encargada de la operación y el mantenimiento del proyecto.

La solución al problema identificado de inadecuadas condiciones de tránsito vehicular y peatonal se logrará con la ejecución del proyecto «Mejoramiento de la infraestructura vial urbana de las principales calles de la ciudad de El Alto en el distrito de El Alto, provincia de Talara, Piura», el cual, al incluir al análisis del riesgo reduce el grado de vulnerabilidad de la infraestructura vial.

De la evaluación realizada con costos y beneficios a precios sociales se tiene como resultado un valor actual neto (VAN) que asciende a 39.787.528,21 soles (positivo) y una tasa interna de retorno (TIR) igual a 74,79%, mayor que la tasa social de descuento (11%) y un indicador $B/C = 4,58$, demostrándose así la rentabilidad social del proyecto. Además de los beneficios intangibles que se generan para la población y que no se cuantifican.

Del análisis de sensibilidad realizado para los tres escenarios se puede concluir que la alternativa ganadora pasó la prueba de sensibilidad. Finalmente, se concluye que la Alternativa 1 es viable de acuerdo con los resultados obtenidos: desde el punto de vista social, ambiental y del análisis de sostenibilidad y económico basado en la metodología costo-beneficio. La Alternativa 1 implica el mejoramiento del pavimento con pavimento flexible y la implementación de adoquines de concreto, obras de arte y drenaje, señalización para tránsito vehicular y peatonal, así como construcción de veredas de concreto.

2. Recomendaciones

Sobre la base de los resultados de esta investigación se pueden realizar las siguientes recomendaciones.

- Incorporar el análisis del riesgo en los proyectos de infraestructura vial urbana a partir de la determinación del funcionamiento del sistema vial urbano, lo cual involucra determinación de rutas, clasificación de vías (principales, secundarias) y sistemas de transporte, debido a que constituye uno de los elementos principales del desarrollo económico, social y ambiental.
- Formular proyectos incorporando el análisis del riesgo que permitan reducir la vulnerabilidad como resultado de un conocimiento colectivo de los diferentes actores y del análisis e identificación de los elementos esenciales para el funcionamiento ininterrumpido de la vía permitirá desarrollar medidas correctivas o prospectivas para disminuir los daños y las pérdidas.

- Disponer de los mapas de riesgo elaborados participativamente para tener identificadas las zonas vulnerables en caso de presentarse una amenaza o un peligro.
- En el diseño de vías urbanas se debe contar previamente con la definición del sistema de drenaje pluvial o con estudios de cotas y rasantes de modo integral, de manera de tener definido el flujo de la evacuación de las aguas y su descarga final.
- Definir el ámbito de estudio, es decir, no solo es necesario realizar los trabajos en la vía a construir sino que se debe tener conocimiento de su entorno y como este se ve afectado o afecta a las demás zonas.
- Lograr durante los estudios de preinversión la participación activa de los diferentes actores porque son ellos los que hacen uso de las vías y los que finalmente transmiten y determinan la vulnerabilidad.
- Adecuar para las nuevas vías urbanas las normas técnicas sobre diseño, uso de materiales y sistemas constructivos a las condiciones del cambio climático.
- Desarrollar en la Municipalidad de El Alto capacidades de formulación y evaluación de Proyectos de Inversión Pública incorporando el análisis del riesgo.
- Promover una planificación urbana que considere la adecuada ubicación y definición de la infraestructura vial.

**Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo
y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Tlaxcala***Calle Santa María - Eje 2.**Calle José Quito Cordova - Eje 7.**Calle Santa María - Eje 3.**Calle Miguel Herrera Vilela - Eje 1.**Av. Santa Elisa - Ejes 8 y 9.**Calle Santa Rosa - Eje 4.*

BIBLIOGRAFÍA

- BERNAL TORRES, César Augusto. 2000. *Metodología de la investigación para administración y economía*. Santa Fe de Bogotá: Pearson.
- CARDONA, Omar Darío. 2001. *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo*. Tesis de Doctorado. Barcelona: Universidad de Cataluña. Disponible en <<http://www.desenredando.org>>.
- . 2003. *La noción de riesgo desde la perspectiva de los desastres: marco conceptual para su gestión integral*. Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos (IADB / IDEA). Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en <<http://idea.unalmz.edu.co>>.
- CHARDON, Anne Catherine y GONZÁLEZ, Juan Leonardo. 2002. *Amenazas, vulnerabilidad, riesgo, desastres, mitigación, prevención*. Manizales: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO (CAF). 2000. *El Fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria, retos y soluciones*. Vol. V (Perú). Lima: CAF.
- INSTITUTO LATINOAMERICANO DE PLANIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL (ILPES). 2000. *Guía para la identificación y formulación de proyectos de viabilidad urbana*. Santiago de Chile: Ilpes.
- LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES (LANAMME) / CENTRO DE COORDINACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES NATURALES EN AMÉRICA CENTRAL (CEPREDENAC) / SECRETARÍA DE INTEGRACIÓN ECONÓMICA CENTROAMERICANA (SIECA). 2000. *Estrategia del sector transporte para su incorporación en el Plan Regional de Reducción de Desastres*. San José de Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- LAVELL, Allan. 2001. *Gestión de riesgos ambientales urbanos*. Lima: La Red / Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).
- . 2002. *Iniciativas de reducción de riesgo a desastres en Centroamérica y República Dominicana: una revisión de recientes desarrollos, 1997-2002*. Ciudad de Panamá: La Red.
- . 2004a. *Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición*. Lima: La Red.

Estudio de preinversión de infraestructura vial urbana incorporando el análisis del riesgo
y la determinación de su rentabilidad social y económica en la ciudad de El Alto, Talara

- . 2004b. «Sustentos teórico-conceptuales sobre el riesgo y la GLR en el marco del desarrollo». En A. Lavell et ál., *La gestión local del riesgo. Nociones en torno al concepto y la práctica*. Ciudad de Panamá: Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (Cepredenac) / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- MANSILLA, Elizabeth. 1996. *Desastres: modelo para armar colección de piezas de un rompecabezas social*. México, D. F.: La Red.
- . 2000. *Riesgo y ciudad*. México, D. F.: La Red.
- PERÚ. CONSEJO TRANSITORIO DE ADMINISTRACIÓN REGIONAL PIURA (CTAR). 1998. *Informe de daños del CTAR*. Piura: CTAR.
- PERÚ. INSTITUTO DE DEFENSA CIVIL (INDECI) 2002. *Gestión comunitaria de riesgos, Perú 2002*. Lima: Indeci.
- PERÚ. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (MEF), OFICINA DE INVERSIONES. 2000. *Manual de identificación, formulación y evaluación de proyectos de viabilidad urbana*. Lima: Dirección General de Programación Multianual (DGPM).
- . 2006. *Conceptos asociados a gestión del riesgo en el planeamiento del desarrollo*. Lima: DGMP.
- . 2007. *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los proyectos de inversión pública*. Lima: DGMP.
- PHILINE, Oft. 2005. *Memoria del Curso Taller Formulación de Proyectos de Inversión Pública Incorporando el Análisis del Riesgo*. Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) y AdR (11-14 de abril). Piura: SNIP.

Direcciones de Internet:

<www.indeci.gob.pe>
 <www.inei.gob.pe>
 <www.desenredando.org>
 <www.mef.gob.pe>

TESIS 3

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

Luis Granda

Tesis para optar el grado de Magíster con
mención en Gestión del Riesgo

Programa de Maestría en
Planificación Regional

Facultad de Ingeniería Civil
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Resumen

La presente investigación forma parte de la reflexión sobre la vinculación de los proyectos de inversión con la gestión del riesgo y la necesaria incorporación del análisis del riesgo en la formulación de los proyectos de inversión pública. Desde esta perspectiva, el estudio aplica esta incorporación en la formulación de un perfil de preinversión de infraestructura educativa en el distrito de Chulucanas, provincia de Morropón (Piura) con base en la Guía General de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública a Nivel de Perfil del Ministerio de Economía y Finanzas y como modelo de referencia para proyectos similares.

La investigación determina la rentabilidad social y económica de la alternativa seleccionada mediante el método costo-efectividad, incorporando las medidas de reducción de las vulnerabilidades al peligro generado en contextos de extrema precipitación pluvial del Fenómeno El Niño. Para ello, en la etapa de evaluación de las alternativas de solución del problema central identificado se incorporan los resultados del diagnóstico, incluyendo la evaluación del peligro y de la situación sin proyecto de la vulnerabilidad de la infraestructura de la institución educativa Ignacio Escudero. Esta evaluación incluye el análisis de la información resultante de la encuesta muestral aplicada y del trabajo de campo realizado. En la etapa de formulación del proyecto se definen las medidas a incorporar para la reducción del riesgo, explicitando su incorporación y costo, en cada una de las dos alternativas planteadas. Finalmente, en la etapa de evaluación se selecciona la alternativa que asumirá el proyecto, con base en el análisis comparativo de la rentabilidad social y económica y el análisis de sensibilidad, sostenibilidad e impacto ambiental, para culminar con la elaboración del marco lógico de la mejor alternativa, consistente con la reducción del riesgo incorporada en el perfil del proyecto.



Calles de Chulucanas.

1. INFRAESTRUCTURA VULNERABLE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

IGNACIO ESCUDERO, CHULUCANAS, PIURA

1.1. Importancia y situación actual de la infraestructura educativa

El sector educación ha sido uno de los más afectados por los últimos fenómenos pluviales en el Perú (1983, 1997-1998). Las precipitaciones que se produjeron sobre las cuencas hidrográficas occidentales, principalmente las de la costa norte, al provocar el incremento de los caudales de los ríos y su desborde, causaron inundaciones en los centros poblados, ocasionando el deterioro y en muchos casos la destrucción de numerosas edificaciones escolares de las zonas afectadas. Esta situación produjo también la imposibilidad de utilizar muchas infraestructuras educativas debido a los problemas de anegamiento que presentaban.

A pesar de las medidas preventivas que se tomaron, el sector educación se vio muy afectado por la magnitud no prevista de los fenómenos climáticos y la fuerza de las amenazas. En efecto, en el país, un total de 2.873 centros escolares de nivel primario, secundario, tecnológico o especial se vieron anegados y destruidos o dañados parcialmente. Además, se perdieron total o parcialmente el mobiliario, el equipamiento y los materiales educativos de estos centros. Cerca de 5% de los locales escolares afectados o destruidos tendrán que ser reubicados por haber quedado en evidencia la vulnerabilidad de los lugares en que estaban erigidos.

Se ha estimado que el daño total al sector educación habría ascendido a 638 millones de nuevos soles, equivalentes a 228 millones de dólares. De estos, 628 millones corresponden a daños directos a la infraestructura, el equipamiento, el mobiliario y el material educativo que se perdió, en tanto que los 10 millones restantes se refieren a daños indirectos derivados de la necesidad de reubicar algunos centros educativos en zonas seguras. *Esto no incluye como costo indirecto las pérdidas asociadas con días escolares perdidos y su impacto en educadores y educandos.* Estos daños tendrán un efecto adverso sobre la balanza de pagos debido a la necesidad de importar equipos, materiales e insumos que no se producen localmente por un monto estimado de 36 millones de dólares.

Un análisis más detallado de los factores que transforman un fenómeno natural en un desastre encuentra que generalmente no cuentan con facturas económicas tan graves que frenen los procesos de desarrollo humano y económico y revela que los problemas fundamentales del desarrollo de una región son los mismos que contribuyen a incrementar su vulnerabilidad hacia los efectos catastróficos de las amenazas naturales. Las causas principales de la vulnerabilidad de una región son la urbanización rápida y no regulada, la persistencia de la pobreza urbana y rural generalizada, la

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

degradación del medio ambiente causada por el mal manejo de los recursos naturales, la política pública ineficiente y los rezagos y los desaciertos de las inversiones en infraestructura.

En este sentido, en el Perú es urgente la necesidad de incorporar la gestión del riesgo en los proyectos; en especial, en las zonas en las cuales la recurrencia de los fenómenos naturales es mayor, como en la región norte de nuestro país en donde la acción del Fenómeno El Niño (FEN) es más intensa, por lo que la elaboración de perfiles de preinversión que contemplen el análisis del riesgo (AdR) para los proyectos contribuirá con su sostenibilidad, así como con el uso racional de la inversión pública.

Precisamente, entre las lecciones más importantes recogidas de la experiencia 1997-1998 está la necesidad de considerar medidas preventivas para el sector educación en su conjunto, con independencia de la institución a la que esté adscrita la unidad escolar. También la certeza de que son indispensables los estudios de vulnerabilidad de las edificaciones para reducir daños a la infraestructura y a la propia población infantil. En general, son prioritarios para el sector:

- La protección, el acondicionamiento y el mejoramiento de las infraestructuras físicas educativas.
- La relocalización de aquellas edificaciones con riesgos inminentes de afectación frente a crecidas u otras amenazas.
- La realización de estudios de vulnerabilidad y de riesgo de estas.
- La coordinación con Defensa Civil para la minimización del empleo de planteles escolares como albergues.

En ese marco, el presente estudio aplicó el análisis del riesgo a la institución educativa (I. E.) Ignacio Escudero del distrito de Chulucanas. La ciudad de Chulucanas es la capital de la provincia de Morropón y se encuentra ubicada a una altitud promedio de 92 m.s.n.m. y a 58 kilómetros al este de la ciudad de Piura, en la parte intermedia de la cuenca hidrográfica del río del mismo nombre. Incorporando el análisis del riesgo en la elaboración del perfil del proyecto de preinversión se tendrá una inversión pública sostenible para una población referencial de 77.749 habitantes (distrito de Chulucanas) y se beneficiará directamente a alrededor de 550 estudiantes. Asimismo, se espera que esta investigación no solo sirva para demostrar que un proyecto que aplica el análisis del riesgo se hace sostenible, sino que sea un ejemplo para futuros proyectos que incorporen esta metodología.

La idea del estudio de preinversión «Mejoramiento de la infraestructura en la Institución Educativa Secundaria Ignacio Escudero, Chulucanas, Piura» surgió de la preocupación por los elevados gastos en los que incurre el Estado peruano, sobre todo el Gobierno Regional Piura y la Municipalidad Provincial de Morropón, al no contar con un conocimiento previo acerca de la vulnerabilidad social y física existente, ni

fomentar una preparación de la población y la comunidad educativa que conduzcan a medidas de reducción del riesgo de desastres ante la presencia de las precipitaciones pluviales extremas que forman parte de las condiciones naturales en las que vive la población y en las cuales se desarrollan las inversiones en el sector educación en el distrito de Chulucanas. Como es de público conocimiento, este distrito forma parte del territorio de mayor impacto del FEN, lo que se evidenció en los daños sufridos en los años 1983 y 1997-1998.

El Comité Ejecutivo de Reconstrucción El Niño (Ceren), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Universidad Nacional de Piura (UNP), el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (Inadur) y la Municipalidad Provincial de Morropón-Chulucanas han desarrollado estudios para garantizar la seguridad y la protección ambiental de los asentamientos humanos de la ciudad de Chulucanas, con la finalidad de evaluar las amenazas o los peligros naturales e identificar las acciones necesarias para evitar o mitigar los daños, estos se han plasmado en el «Mapa de Peligros, Plan de Usos del Suelo y Plan de Mitigación de los Efectos Producidos por los Desastres Naturales en la Ciudad de Chulucanas». Así, se ha identificado cuatro sectores críticos de riesgo alto, medio y bajo, en función al análisis conjunto del número de amenazas y el grado de vulnerabilidad. Para cada sector se ha determinado las intervenciones necesarias para mitigar el impacto de los peligros identificados.

Según Resolución 000137, del 2 de julio de 1991, de la Dirección Regional de Educación se funda el Centro de Educación Secundaria (C. E. S.) Ignacio Escudero, diri-gido a menores y en turno diurno en el inmueble ubicado en la calle Lima s/n, como local alquilado hasta el año 1998. Debido al desalojo, en el mes de agosto de 1998, se traslada al Instituto Nacional Agropecuario N.º 33 Amauta. Allí funciona hasta fines del año 1998, pues por las fuertes lluvias del último FEN sufre una nueva reubicación, esta vez en la Escuela Primaria de Menores (E. P. M.) N.º 14612, en el turno de la tarde, en aulas prestadas por esta escuela y prefabricadas de madera cedidas por el Instituto de Infraestructura Educativa y de Salud (Infes). El C. E. S. Ignacio Escudero funcionó en los ambientes prestados por la escuela primaria hasta el mes de junio de 2000.

A partir de entonces comienza a funcionar en su propio local construido por el Infes en el Jr. Baquijano y Carrillo s/n, en el cercado de Chulucanas, en seis aulas de concreto armado y nueve aulas prefabricadas de madera (tabiquería de triplay y techo de tijerales de madera y cobertura de calamina). Actualmente permanece en este local. Del estudio realizado por el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (Inadur) se desprende que esta es una zona de peligro medio y bajo y de alto riesgo ante desastres. El terreno está inscrito en los Registros Públicos de la región a favor del Ministerio de Educación. Tiene una extensión total de 11.256,67 m², de los cuales 436 forman el área construida, y posee un cerco perimétrico de 273,21 m. Es un terreno disponible para la ampliación y el mejoramiento de la infraestructura

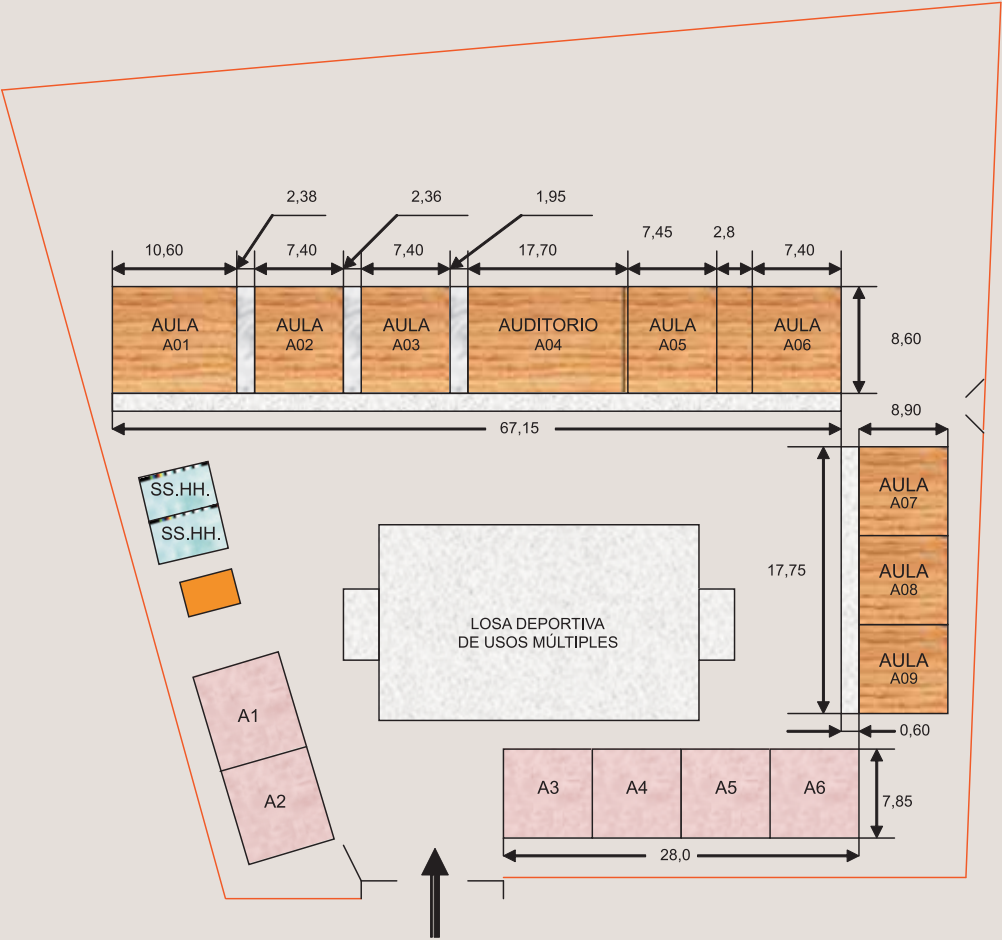
Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

educativa, asimismo, la Oficina de Asesoramiento Técnico de la Dirección Regional de Educación Piura ha efectuado el correspondiente estudio de microlocalización.

En el año 2003, la población escolar del C. E. S. Ignacio Escudero fue de 539 alumnos, agrupados en tres aulas de concreto armado y nueve aulas prefabricadas de madera. Todos los alumnos estudiaban en un solo turno (mañana). Se encuentra ubicado en el sector sureste del casco urbano de Chulucanas, que es una zona de alto riesgo. La población escolar estudia en condiciones antipedagógicas de insalubridad, inseguridad y hacinamiento. La infraestructura tiene una inadecuada distribución arquitectónica, lo que genera una desorganización funcional y de zonificación de sus sectores pedagógicos y administrativos. El croquis de la distribución se presenta en el gráfico 1. Existen dos tipos de infraestructura cuyas características son:

- *Infraestructura de material prefabricado (madera).* Son dos pabellones que albergan a la mayor parte de la población estudiantil, que fueron construidos provisionalmente por el Infes en épocas de emergencia (FEN), se han deteriorado y en la actualidad están en muy mal estado de conservación, pues ya han cumplido su tiempo de vida útil. No presentan las condiciones de comodidad ni garantías de seguridad para la población escolar y docente, lo que causa malestar e incomodidad. Carecen de un sistema de evacuación de aguas pluviales, lo que convierte la zona en vulnerable por inundación en época de lluvia. Dentro de las incomodidades que padecen los alumnos en estos ambientes prefabricados están: recalentamiento al interior de cada aula (techos de calamina sin aislamiento térmico); mala acústica; ruidos molestos de vehículos (el centro educativo está cercano a una vía de tránsito pesado); malos olores (insalubridad), pues colinda con terrenos abandonados que se usan como centros de acopio de desmonte, maleza, material de demolición e inclusive de basura de vecinos inescrupulosos.
- *Infraestructura de concreto armado.* Consta de dos pabellones construidos por el Infes. Uno de ellos (el principal) tiene 4 aulas en las cuales funcionan dos secciones: cuarto grado A y B, respectivamente. Los dos ambientes restantes han sido acondicionados para almacenar instrumentos de laboratorio y material didáctico de biblioteca, su estado de conservación es bueno. El otro pabellón tiene dos ambientes, en uno funcionan la Dirección y la Subdirección y, en el otro, cuarto grado C. Su estado de conservación es bueno. Los servicios higiénicos son de concreto armado con un área de 29,90 m² y tienen dos baterías. La de los hombres, de 14,95 m² de área interna (cuatro inodoros y un urinario corrido), de acuerdo con el Manual Normas Técnicas de Diseño para Centros Educativos, es insuficiente tanto en área como en aparatos para atender a toda la población escolar de sexo masculino (449 alumnos).
- Los profesores no disponen de ambientes para su uso común. Los módulos de laboratorio donados por el Infes, tanto para Física como para Anatomía y Biología, no cuentan con los ambientes necesarios para las prácticas escolares de esas materias, y si bien existe material didáctico (libros) para la biblioteca, esta carece de un ambiente propio.

Gráfico 1. Croquis de distribución actual: situación sin proyecto



	Aulas prefabricadas en mal estado		Losa deportiva
	Separador acústico		Servicios higiénicos
	Aulas de concreto armado en buen estado		Cisterna y tanque elevado
	Cerco perimétrico		

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo**1.2. Incorporación del análisis del riesgo en el proyecto de mejoramiento de la infraestructura educativa**

En nuestro país se ve la descentralización económica y administrativa, así como los procesos de presupuesto participativo, como elementos fundamentales para la gestión del desarrollo local y/o regional. Otra forma de considerar el desarrollo de una región es tomando en cuenta su nivel de riesgo, ya que existe una fuerte relación entre este y el desarrollo de la región. Lavell afirma: «...difícilmente se podría pensar en desarrollo si esto se acompaña por un aumento en los niveles de riesgo en la sociedad y, en consecuencia, en las posibilidades de daños y pérdidas para la población» (1998; 1999). En este sentido, la gestión del desarrollo no puede ser vista sin referirse a la problemática del riesgo de desastre, y la gestión del riesgo no tiene mayor sentido si no se ve como una dimensión de la gestión del desarrollo y una práctica transformadora que apoya la búsqueda de mayores niveles de seguridad humana integral (PNUD, 2003).

Los desastres son el resultado de procesos interactivos entre la naturaleza y el ser humano. La educación y la construcción de infraestructura educativa son componentes importantes del comportamiento de los diferentes agentes sociales y un factor determinante en la creación de condiciones de vulnerabilidad y desastres eventuales, los cuales no encuentran una rápida capacidad de respuesta y recuperación en la población. Por tanto, se podría afirmar que no existe una convivencia adecuada entre el entorno físico y el ser humano, lo que se suma a la vulnerabilidad de la infraestructura relacionada con factores naturales. En esta situación, solamente con una reforma educativa de fondo se podrá avanzar y fortalecer una verdadera cultura de prevención de riesgos de desastres.

Por esta razón, se tiene que relacionar de alguna manera la gestión del riesgo y la gestión del desarrollo local, lo que puede lograrse a través de los proyectos de desarrollo sectorial, territorial e integrales que llevan adelante distintos actores de nuestra sociedad, como las municipalidades, los gobiernos regionales y los ministerios, utilizando como instrumentos los proyectos de inversión pública que incluyan el análisis del riesgo. Los proyectos pueden ser de dos tipos: de previsión y control, desde un enfoque prospectivo del riesgo; y de modificación de las condiciones de riesgo existente, desde un enfoque correctivo.

En el caso de estudio, la propuesta del proyecto «Mejoramiento de la infraestructura en la Institución Educativa Secundaria Ignacio Escudero, Chulucanas, Piura» fue priorizada en el Presupuesto Participativo de 2005 para ser ejecutada en el año 2006, con el fin de preparar a los alumnos de nivel secundario para enfrentar los retos de la educación superior en el mediano plazo. Anteriormente, la problemática de intervención del proyecto fue identificada en el «III Taller para elaborar el Presupuesto Participativo 2004», realizado el 16 de junio de 2003, por lo cual la

Municipalidad Provincial de Morropón-Chulucanas asignó una partida presupuestaria para la construcción de 166 metros lineales de cerco perimétrico del C. E. S. Ignacio Escudero. La prioridad se sustentó con el Certificado de Prioridad otorgado por el jefe de la Oficina de Asesoramiento Técnico de la Dirección Regional de Educación de Piura (10 de abril de 2002) y mediante constancias del Área de Desarrollo Educativo de Chulucanas que indicaban que el local necesitaba construir aulas, cerco perimétrico, biblioteca, laboratorio y ambientes administrativos.

Para la priorización de este estudio de preinversión, la Dirección Regional de Educación, mediante Oficio 8162-2003-GOB. REG. PIURA-DREP-OAT-AJNE, presentó el balance de todos los centros educativos de su ámbito a través de una inspección ocular de estos para determinar el estado de conservación de cada uno y las alternativas de solución de acuerdo con esta evaluación. La I. E. Ignacio Escudero figura dentro de los colegios priorizados para el mejoramiento de su infraestructura educativa. A su vez, la Región Piura, a través de la Subregión Morropón-Huancabamba, tomó conocimiento de la situación y priorizó el financiamiento del proyecto. Decisiones que han estado impulsadas por las reiteradas gestiones realizadas por la Dirección y el Consejo Directivo de la Apafa del centro ante las entidades competentes para concretar el proyecto de inversión, advirtiendo que de su atención inmediata o mediata dependerá la salvaguarda de la integridad de muchas personas.

La principal característica del proyecto es que se trata de obtener la mejora de un bien público; es decir, beneficiará a la comunidad educativa y podrá ser utilizado sin excluir a nadie. La intervención del Estado para financiar este proyecto de mejoramiento y ampliación de infraestructura educativa surge como una solución natural al problema indicado. Se define a la comunidad educativa como una comunidad social en la cual interactúan estudiantes, profesores, autoridades educativas y padres de familia, que posee un espacio territorial propio donde se desarrolla la interacción, espacio comprendido por la infraestructura básica (edificaciones, aulas, servicios, instrumentos pedagógicos, campos deportivos, etc.) y las actividades educativas. Existe también un entorno definido por las condiciones físico-naturales de la zona donde está ubicada, las condiciones y las características de la comunidad y las actividades sociales que la rodean.

Se identificó a la Gerencia Subregional Morropón-Huancabamba como entidad ejecutora del proyecto, pues cuenta con la experiencia necesaria y el personal capacitado para la ejecución de este tipo de proyectos; además, el distrito de Chulucanas se encuentra dentro de la jurisdicción de esta Gerencia Subregional, por tanto es de su competencia la construcción, el mejoramiento y la rehabilitación de la infraestructura educativa existente dentro de su jurisdicción.

Al ser el objeto del estudio la determinación de la rentabilidad en el nivel de perfil de proyecto de inversión pública que incorpora el análisis del riesgo, se ha debido

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

armonizar su formulación con las normas y los lineamientos de política sectorial vigentes. De allí que el estudio de preinversión se basa en las normas emitidas por la Dirección General de Programación Multianual (DGPM) del MEF que se detallan a continuación:

- Ley 27293: Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública (28-6-2000).
- Decreto Supremo 157-2002-EF, que aprueba el nuevo Reglamento de la Ley del Sistema de Inversión Pública (4-10-2002).
- Directiva 004-2002-EF/68.01: «Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública», aprobada por Resolución Directoral 012-2002-EF/68.01 (18-11-2002).
- Directiva 004-2003-EF/68.01: «Directiva del Sistema Nacional de Inversión Pública para Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales», aprobada por Resolución Directoral 007-2003-EF/68.01.
- Resolución Directoral 001-2004-EF/68.01: «Modifica la Directiva N.º 004-2003-EF/68.01 Directiva del Sistema Nacional de Inversión Pública para Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales».
- Resolución Ministerial 72-2004-EF-15: «Aprueban delegación de facultades para declarar la viabilidad de proyectos de inversión».
- Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, aprobada mediante Resolución Directoral 002-2007-EF/68.01, publicada en el Diario Oficial *El Peruano* (3-3-2007).
- «Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los proyectos de inversión pública», documento publicado por la Dirección General de Programación Multianual del MEF en septiembre de 2006.
- «Conceptos asociados a la Gestión del Riesgo de desastres en la Planificación e Inversión para el Desarrollo», documento publicado por la Dirección General de Programación Multianual del MEF (junio de 2006).
- Además, se tendrán en cuenta las normas referidas al sector:
 - Ley 27446: Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
 - Decreto Supremo 003-90-AG

De acuerdo con el Sistema Nacional de Inversión Pública 11: «Lineamientos de Políticas Sectoriales: Planes Estratégicos Sectoriales Multianuales 2004-2006», en particular en el nivel secundario de menores se busca:

- Brindar a los adolescentes una formación humanística científica y tecnológica, así como una capacitación para el trabajo, en el marco de una sólida formación integral.
- Brindar una formación que permita a los estudiantes adolescentes un desarrollo orgánico, afectivo, cognitivo y espiritual; el conocimiento de sí mismos y de su entorno, así como comprender sus cambios físicos e identidad de género.

- Promover en el estudiante el fortalecimiento de las capacidades comunicativas y artísticas, razonamiento matemático, investigación científica y apropiación de nuevas tecnologías que le permitan la construcción permanente del conocimiento, así como aplicar estrategias de aprendizaje, formular proyectos y tomar decisiones.
- Brindar las orientaciones que permitan al estudiante iniciar la formulación de un proyecto de vida que, sustentado en valores éticos y sociales, le facilite la toma de decisiones vocacionales y profesionales.
- Propiciar el desarrollo de valores y actitudes que permitan la convivencia en los grupos sociales a los que pertenecen, interactuar solidaria y responsablemente con afán de realizaciones y respeto a las normas para ejercer una ciudadanía constructora del bien común y la democracia.

El proyecto, según la clasificación funcional programática (Anexo SNIP 08: Clasificador de responsabilidad funcional), corresponde al siguiente perfil:

- Sector: Educación
- Función: 09 Educación y cultura
- Programa: 061 Infraestructura educativa
- Subprograma: 0174 Edificaciones escolares

El estudio incluye el análisis del riesgo (AdR) en el perfil de preinversión del Proyecto de Inversión Pública (PIP) con la finalidad de lograr la sostenibilidad de la inversión pública y un desarrollo en la localidad en donde se aplicará el proyecto. El gráfico 2 presenta a grandes rasgos la metodología utilizada para realizar el AdR cuyos resultados son incorporados en el proyecto de inversión pública.

La población de la zona de estudio asciende a 2.695 habitantes, 539 familias, por tanto, el estudio aplicó encuestas a 230 personas (cuadro 1).

Gráfico 2. Metodología del análisis del riesgo (AdR)



Elaboración propia.

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo
Cuadro 1. Determinación del tamaño muestral: número de familias de la I. E., 2007

ZONA DE INFLUENCIA	POBLACIÓN	NÚMERO DE FAMILIAS*	%	NÚMERO DE ENCUESTAS
Primera	470	94	17,44	40
Segunda	475	95	17,63	40
Tercera	545	109	20,22	47
Cuarta	655	131	24,30	56
Quinta	550	110	20,41	47
Total	2.695	539	100,00	230

Elaboración propia con datos de campo.

* Se considera 5 habitantes por familia.

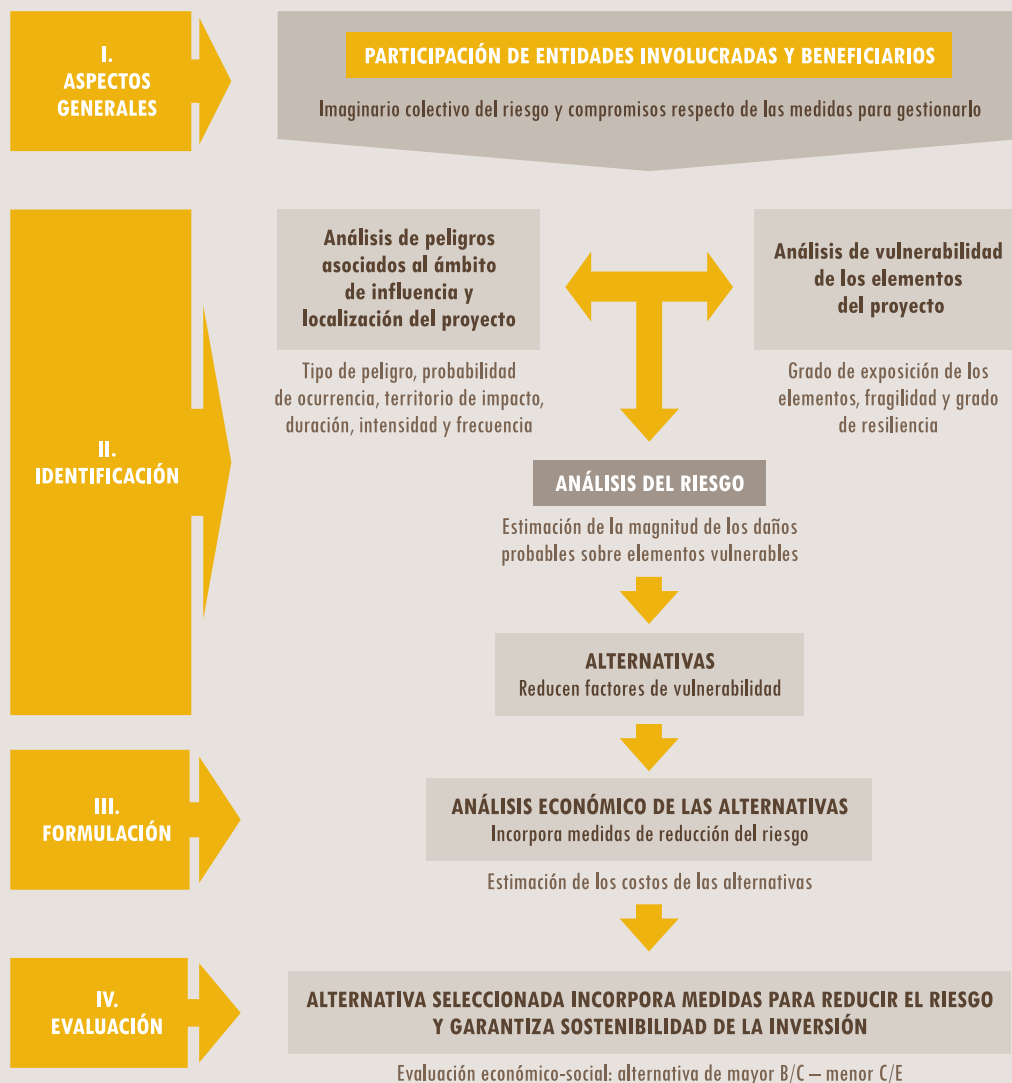
El análisis del riesgo se debe incorporar como tema transversal en la identificación, la formulación y la evaluación del proyecto para involucrar a los diferentes actores, beneficiarios y entidades y conseguir el compromiso de gestionar el riesgo.

Respecto de la identificación para formular el proyecto de inversión pública, se ha realizado un diagnóstico del área de influencia del proyecto para establecer el impacto de los peligros y los desastres ocurridos y se ha analizado las vulnerabilidades en la situación sin proyecto que determinan los riesgos para definir las alternativas que reducen la vulnerabilidad.

Luego se realiza el análisis de vulnerabilidad en la situación con proyecto y, posteriormente, el análisis económico de las alternativas, incluyendo medidas de reducción del riesgo, y se cuantifican los beneficios que implica la inclusión de las medidas y las acciones identificadas para la reducción del riesgo, para en seguida evaluar las alternativas propuestas, considerando las medidas de reducción del riesgo mediante el análisis costo-efectividad (ACE). Finalmente, se realiza el análisis de sensibilidad y se determina la alternativa de solución al problema planteado que será ejecutada.

El gráfico 3 muestra en forma esquemática la incorporación del análisis del riesgo en las diferentes fases del proyecto de inversión pública, de acuerdo con las pautas oficiales.

Gráfico 3. Formulación de un PIP con incorporación del AdR



Elaboración propia.

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo**2. ANÁLISIS DEL RIESGO EN LA ETAPA DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO****2.1. Análisis del riesgo en la definición de la gravedad de la situación a modificar (situación sin proyecto)**

Este estudio de preinversión, en la etapa de identificación del proyecto aborda la evaluación de la gravedad de la situación que se busca modificar y la identificación del problema, los objetivos y las alternativas de solución.

En la primera fase se realizó el diagnóstico de la situación de la infraestructura educativa y de los servicios educativos que presta la I. E. Ignacio Escudero. En la segunda fase se efectuó el análisis del riesgo y la estimación de la gravedad de la situación negativa que se debe modificar en la zona de ejecución del proyecto. A continuación se presentan los principales resultados:

- Las precipitaciones pluviales y las inundaciones producidas por el FEN fueron identificadas como los principales peligros en la ciudad de Chulucanas. Un 69% de los encuestados considera que las lluvias y las inundaciones son los mayores peligros; mientras que otro 12% señala la contaminación ambiental. Como se aprecia en el cuadro 2, la población conoce los peligros a los que está expuesta.
- La anterior conclusión es confirmada con los registros de las precipitaciones pluviales para el periodo 1972-2001 del Proyecto Chira-Piura, en la Estación Chulucanas-Cuenca del Río Piura, como se aprecia en el cuadro 3.
- Esta información histórica es útil para analizar la frecuencia en la cual se puede presentar un fenómeno pluvial de gran magnitud como el FEN, ocurrido en los años 1983 y 1997-1998. Se determinó que, en promedio, se producía un fenómeno pluvial cada 13 años en la zona norte del país, especialmente en la zona de influencia del proyecto, por lo que este periodo se consideró como aquel de retorno de un FEN extraordinario. Asimismo, se determinó que la frecuencia de inundaciones es baja y su intensidad, media. Se debe aclarar que las lluvias intensas no solo se presentan con el FEN, sino también en periodos intermedios. Las lluvias intensas son un peligro que se presenta con frecuencia media y alta intensidad.

Cuadro 2. Identificación de peligros en la zona del proyecto

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto?

	SÍ	NO	Comentarios
Inundaciones	X		Producidas como efecto del FEN. La ocurrencia de lluvias es registrada por Indeci, el Proyecto Chira-Piura y la Dirección de Hidrometeorología de Senamhi.
Lluvias intensas	X		Por efecto de un FEN.
Heladas		X	
Friaje / nevada		X	
Sismos	X		Porque el país está ubicado sobre la placa de Nazca.
Sequías		X	
Huaicos		X	
Derrumbes / deslizamientos	X		Se produce erosión debido a la diferencia de nivel de terreno en la I. E.
Tsunami		X	
Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X	
Vientos fuertes	X		Recibe los vientos de Norte a Sur.

2. ¿Existen estudios que pronostican la probable ocurrencia de peligros en la zona bajo análisis? ¿Qué tipo de peligros?

	SÍ	NO	Comentarios
Inundaciones	X		Mapa de peligros de Inadur que identifica las zonas de peligros en la ciudad.
Lluvias intensas	X		Existen registros de periodos lluviosos realizados por Senamhi.
Heladas		X	
Friaje / nevada		X	
Sismos		X	
Sequías		X	
Huaicos		X	
Derrumbes / deslizamientos		X	
Tsunami		X	
Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X	
Vientos fuertes		X	

	SÍ	NO
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?	X	
4. La información existente sobre la ocurrencia de peligros naturales en la zona, ¿es suficiente para tomar decisiones para la formulación y la evaluación de proyectos?	X	

Fuente: Información recogida en visita de campo sobre la base de DGPM, MEF (2003).

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo
Cuadro 3. Precipitaciones pluviales máximas mensuales. Estación de Chulucanas (mm por mes)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.-OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1972	3,1	36,6	137,7	1,3	1,0	0,9	Rango mensual de 0,00 a 3,4 mm	4,1	5,7	137,7
1973	38,6	42,8	53,0	4,5	0,5	0,6		1,2	1,2	53,0
1974	7,6	10,5	4,0	0,2	0,0	0,6		5,0	0,0	10,5
1975	2,1	45,5	26,6	7,7	1,0	2,7		0,5	0,0	45,5
1976	38,3	54,4	11,7	32,8	26,9	0,9		0,9	0,0	54,4
1977	3,7	50,3	29,3	12,5	0,4	0,4		0,0	0,4	50,3
1978	2,6	8,2	39,7	1,0	1,2	0,0		0,0	0,4	39,3
1979	2,6	2,7	20,8	2,3	1,7	0,0		0,0	0,0	20,8
1980	0,1	11,4	36,8	17,1	0,2	0,0		0,0	7,0	36,8
1981	0,7	4,0	75,4	16,1	0,6	0,0		3,0	1,0	75,4
1982	0,0	0,3	0,0	3,9	0,5	0,0		0,6	32,3	32,3
1983	202,5	167,2	114,3	131,9	180,1	42,6		1,8	2,3	202,5
1984	14,7	23,0	31,0	0,3	0,7	0,1		0,0	0,3	31,0
1985	4,2	29,8	25,8	0,0	2,3	0,0		0,0	1,3	29,8
1986	11,0	4,6	1,9	8,5	1,3	0,0		0,0	0,6	11,0
1987	24,5	74,5	53,2	46,8	0,0	0,0		3,8	0,0	74,5
1988	3,9	2,3	0,0	7,8	2,8	0,0		0,0	0,0	7,8
1989	22,4	110,1	50,2	2,6	0,5	—		—	—	110,1
1990-1996 Sin datos										
1997	—	57,6	27,9	27,8	0,0	1,5		2,5	120,2	120,2
1998	123,2	123,0	167,0	73,8	34,0	0,0		0,0	0,0	167,0
1999	6,3	95,6	12,2	19,8	4,2	0,8		0,0	4,1	95,6
2000	0,0	28,5	46,0	28,7	4,0	0,0		—	—	46,0
2001	12,6	45,2	69,8	18,0	—	—		—	—	69,8
Máx.	202,5	167,2	167,0	131,9	180,1	42,6		4,1	120,2	202,5
Prom.	23,9	44,7	45,0	20,2	12,0	2,4		0,9	8,8	66,2
Mín.	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	7,8
Sin FEN	10,0	35,1	35,9	12,3	2,5	0,4		1,0	1,4	54,9

Fuente: Proyecto Especial Chira-Piura, Estación de Chulucanas-Cuenca del río Piura, Hidrometeorología.

- Respecto de la pregunta sobre la ubicación de la I. E. Ignacio Escudero, 57% respondió que es inapropiada; 38%, apropiada; y 5% no responde. Este centro educativo se localiza en un sector considerado como zona de peligro de acuerdo con los estudios realizados por el Inadur en el año 2000, como se ve en el cuadro 4.
- Al analizar los peligros en la zona y la población afectada según su origen, entre los peligros naturales destacan las lluvias intensas (FEN). En la zona de influencia del proyecto existen inundaciones y niveles de erosión debido a la intervención del hombre en la construcción del centro educativo en una zona por la cual discurren las aguas provenientes del asentamiento humano Ñacará y al no haberse considerado el drenaje interior del centro, es decir, peligros de origen socionatural. Otro aspecto que afecta a la población estudiantil son las condiciones de insalubridad de los alrededores, debido a la acumulación de desechos orgánicos e inorgánicos que afectan la salud y degradan el medio ambiente, también un peligro socionatural. En la zona de influencia no existen peligros tecnológicos, pues las actividades de las pequeñas tiendas no provocan peligros como derrames o contaminación del medio por la eliminación de gases tóxicos.
- Se ha realizado un diagnóstico del área de influencia del proyecto identificando el impacto producido por los peligros y los desastres ocurridos. Se obtuvo información de documentos de la Municipalidad Provincial de Moropón-Chulucanas, el Comité de Defensa Civil, el Mapa de Peligros de Inadur y entrevistas con los miembros de la Apafa, docentes y directivos del C. E. S. Asimismo, detrás del centro se han asentado viviendas sin un ordenamiento normado por la Municipalidad Provincial.
- De acuerdo con la situación actual del proyecto se ha realizado un análisis de vulnerabilidades teniendo en cuenta el grado de exposición, la fragilidad y la resiliencia asociada al peligro de lluvias intensas. En relación con la vulnerabilidad de la I. E. Ignacio Escudero por *exposición* se identificaron los siguientes factores: inadecuada ubicación; inapropiada cobertura, varios ambientes tienen cobertura muy ligera; y formación de lagunas ciegas. Vulnerabilidad por *fragilidad*: carece de sistemas integrales de evacuación de aguas pluviales y de obras de protección; diseño sismorresistente inadecuado de las aulas prefabricadas; ubicación cercana a la quebrada; tipo de material de cobertura (calamina, muros, ventanas y puertas de triplay); desconocimiento de los padres de familia de los mapas de peligros y el Plan de Ordenamiento Urbano; y débil organización. En cuanto a la *resiliencia*: indiferencia de autoridades, personal docente y administrativo y padres de familia; inexistencia de planes de contingencia; población poco organizada para recuperar la escuela en caso de daños; y escasos recursos económicos para recuperar la infraestructura dañada por un desastre.

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo
Cuadro 4. Caracterización del sector de ubicación de la I. E.

SECTOR D: SURESTE		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	Ubicación	Al sureste del casco central de la ciudad de Chulucanas
	Superficie (hectáreas)	121,7
	Población en el año 2000	4.770 habitantes aproximadamente
	Densidad (habitantes por hectárea)	135
	Número de viviendas	1.040 viviendas aproximadamente
	Material predominante en las viviendas	70% de adobe o quincha
	Zona afectada	Comprende A. H. Ñacara, zona agrícola al sureste de la ciudad y zona de proyecto de vía de circunvalación
FACTORES DE GEODINÁMICA INTERNA		Zonas de alta y baja probabilidad de licuefacción de suelos
FACTORES DE GEODINÁMICA EXTERNA		Inundación por desborde de río y canal de regadío Erosión por escorrentía de aguas Zonas con deficiente drenaje Erosión de las riberas del río Yacatera
FACTORES DE VULNERABILIDAD	Instalaciones críticas	Centro Médico de Essalud. Pozo N.º 5
	Instalaciones de producción	No significativas
	Lugares de concentración	Estadio Víctor Eguiguren, C. E. Ñacara, Centro de Educación Ocupacional
FACTORES DE ATENUACIÓN		Defensas ribereñas en mal estado
RIESGO		ALTO

Fuente: Equipo Técnico de Inadur (marzo de 2000).


Infraestructura educativa vulnerable en centro educativo de Chulucanas, Piura.



Calle de ingreso, puerta de entrada y vista interior de aula de la I.E. Ignacio Escudero.

- Considerando los peligros a los que está expuesta la infraestructura y su vulnerabilidad, se preguntó a los padres de familia sobre su apreciación del riesgo de la I. E. Ignacio Escudero: 39% indicó un nivel muy alto y 34%, un nivel alto.
- La gravedad de la situación negativa que se intenta modificar es evidente. El problema existente se ha acentuado en los últimos años pues, a pesar de las múltiples gestiones realizadas por el centro educativo ante diferentes entidades del Estado para conseguir el mejoramiento de su infraestructura educativa, a la fecha de formulación de este estudio de preinversión no se ha solucionado el problema (temporalidad). Este es un problema estructural o permanente que continuará y se agudizará con el transcurrir del tiempo (relevancia). El grado de avance del problema se traduce en los indicadores que se exponen en el cuadro 5.

Es necesario resolver los problemas de la población estudiantil de la I. E. Ignacio Escudero por las condiciones antipedagógicas en las cuales se atiende a los alumnos. Esta situación se ve reflejada en la comunidad en general preocupada por la calidad de enseñanza que el colegio brinda a sus hijos y por las condiciones físicas (infraestructura en pésimas condiciones) en las que se desarrolla; de ahí el interés de la comunidad por resolver esta situación negativa. Con la solución del problema detectado se espera contar con una infraestructura que garantice el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, esta infraestructura debe contar con los criterios técnicos y normativos vigentes de acuerdo con lo establecido por el Área de Infraestructura del Ministerio de Educación y el Reglamento Nacional de Edificaciones, con lo cual se resolvería este problema que afecta a alumnos y docentes desde hace varios años. Además, se debe contar con las obras de protección y canalización en el interior y el exterior, de tal manera que la infraestructura quede totalmente protegida.

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

Cuadro 5. Indicadores de la gravedad del problema objeto del proyecto

INSEGURIDAD	La zona donde se ubica la I. E. Ignacio Escudero ha sido habitada con relleno de materiales de diferente tipo y cerca, aproximadamente a 30 metros, se ubica una quebrada sin protección por donde fluyen las aguas pluviales que van directamente al río Yapatera. La canaleta de tierra hecha por los padres de familia para evacuar las aguas de lluvia es insuficiente y deficiente ante inundaciones.
ORIENTACIÓN	La orientación de las aulas de material prefabricado (A01, A02, A03, A04, A05 y A06) respecto de la salida del sol para zonas cálidas o de costa es inadecuada (de este a oeste), pues debería ser de norte a sur, lo que genera que se calienten, perjudicando la comodidad de los alumnos.
VENTILACIÓN	No existe una adecuada ventilación en ninguno de los ambientes prefabricados, ya que todas las aulas tienen ventanas únicamente en la parte de acceso (fachada principal) lo que no permite una adecuada circulación ni renovación del aire (ventilación cruzada). Las dimensiones de las ventanas están fuera de los estándares establecidos por las Normas Técnicas de Diseño para Centros Educativos Urbanos. Esta situación no permite mitigar la temperatura ambiental, es decir, eliminar el calor producido por los usuarios y el asoleamiento de la cobertura de calamina (no cuentan con aislamiento térmico) y tabiquería de madera (triply), lo que origina malestar e incomodidad en alumnos y profesores.
ILUMINACIÓN	Según las Normas Técnicas de Diseño para Centros Educativos Urbanos, esta debe ser clara, abundante y uniforme y, además, debe estar entre 20 y 25% (costa templada) del total del área interior de las aulas. No se enmarca dentro de estos parámetros, pues el máximo valor que se ha encontrado en estas aulas de material prefabricado es 12,4%, muy por debajo de lo establecido. Solo existe iluminación en un lado de las aulas.
ÍNDICE DE OCUPACIÓN	Existe hacinamiento en algunas de las aulas debido que el área por alumno está por debajo de los límites establecidos por el sector para el nivel secundario (1,3-1,4 m ² /alumno), asimismo, por los problemas de hacinamiento no se puede cumplir con las exigencias modernas de la educación, ya que el reducido espacio limita la aplicación de dinámicas grupales y otras técnicas que promueven la participación y el trabajo en equipo de los educandos.

Elaboración propia.

2.2. Identificación del problema, los objetivos y las alternativas de solución, incorporando los resultados del análisis del riesgo

Tomando en cuenta los resultados del análisis del riesgo, se pasó a definir el problema central y elaborar el árbol de causas y efectos. Se determinó el problema central: «Población del nivel secundario de la I. E. Ignacio Escudero atendida en condiciones de inseguridad y riesgo en ambientes no adecuados». Su no resolución tendría como efecto final el retraso social y económico de los pobladores de la zona de influencia.

Las causas directas relevantes identificadas son:

- Inadecuadas condiciones físicas para brindar el servicio educativo.
- Insuficiente infraestructura.
- Insuficiente equipamiento.

Las causas indirectas relevantes identificadas son:

- Deterioro de la infraestructura de material prefabricado y carencia de ambientes (aulas, servicios higiénicos, ambientes administrativos, laboratorio y biblioteca).
- Infraestructura vulnerable a fenómenos naturales.
- Equipamiento inadecuado.

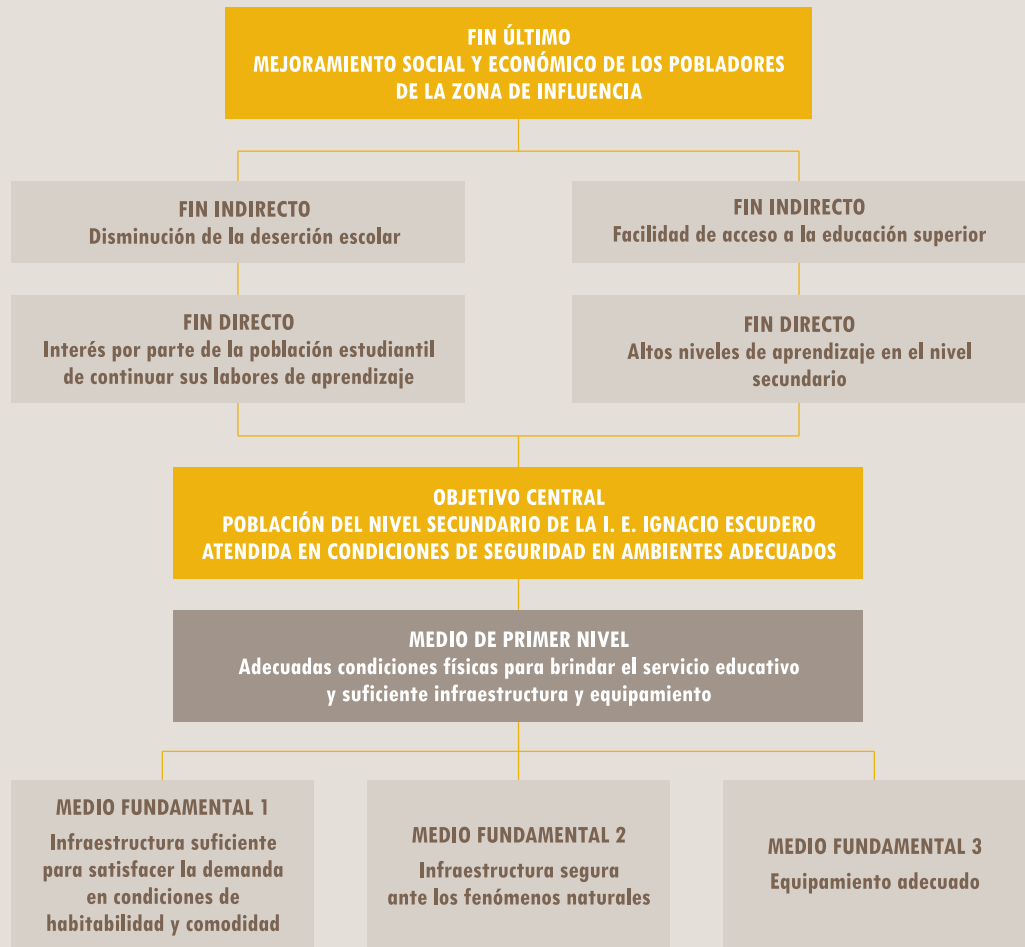
Los efectos directos relevantes identificados son:

- Desinterés de la población estudiantil por continuar sus labores de aprendizaje.
- Bajos niveles de aprendizaje en el nivel secundario debido a que, en las condiciones actuales, la población estudiantil no asimila la enseñanza impartida en este centro.
- Incremento de la deserción escolar. El desinterés de la población escolar por continuar estudios secundarios lleva al incremento de la deserción escolar.
- Dificultad de acceso a la educación superior. Debido al bajo nivel de aprendizaje, los alumnos no desarrollan las habilidades propias de su edad y, por tanto, tienen dificultades para acceder a la educación superior.

Posteriormente, sobre la base del árbol de causas y efectos, se ha construido el árbol de objetivos, o árbol de medios y fines, que muestra la situación positiva que se produce cuando se soluciona el problema central, definiéndose de este modo el objetivo central del proyecto: «Población del nivel secundario de la I. E. Ignacio Escudero atendida en condiciones de seguridad en ambientes adecuados». El árbol de medios y fines correspondiente a este objetivo central se presenta en el gráfico 4.

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector
educación incorporando el análisis del riesgo

Gráfico 4. Árbol de medios y fines



Elaboración propia.

Los tres medios fundamentales identificados que se presentan en el cuadro 6 son imprescindibles y presentan una relación de complementariedad. Por esta razón, resulta más conveniente llevarlos a cabo en conjunto, debido a que el mobiliario es complementario de la infraestructura a construir para el logro de mejores resultados. De esa manera se asegura una situación óptima.

Cuadro 6. Clasificación de medios fundamentales imprescindibles

	MEDIO FUNDAMENTAL 1	MEDIO FUNDAMENTAL 2	MEDIO FUNDAMENTAL 3	
	Infraestructura suficiente para satisfacer las demandas en condiciones de habitabilidad y comodidad.	Infraestructura segura ante fenómenos naturales.	Equipamiento adecuado.	

Elaboración propia.

Después de señalar cuáles medios fundamentales son imprescindibles y cuáles no, y de relacionar los medios fundamentales entre sí, se procede a plantear las acciones necesarias para alcanzar cada uno. De acuerdo con la Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Educativa establecida por el Ministerio de Educación, se señalan las siguientes alternativas de solución:

- *Alternativa de solución: situación optimizada «sin proyecto».* Consiste en la reorganización de la demanda con implementación del segundo turno. En esta situación se puede organizar dos turnos (mañana y tarde) en las aulas A1, A3 y A6 del croquis inicial, pues son las únicas que se encuentran en buen estado y las otras tres aulas de concreto armado han sido acondicionadas para almacenar instrumental de laboratorio (A5) y material didáctico de Biblioteca (A4) y la tercera para la Dirección del plantel (A2). Sin embargo, en esta situación se revela un déficit de infraestructura para brindar el servicio a la población escolar del nivel secundario.
- *Reubicación en otro centro educativo del área de influencia (con o sin fusión).* De acuerdo con la información disponible acerca de los centros educativos ubicados en el radio normativo del área de influencia, estos tienen un grado de hacinamiento, de tal forma que no es posible reubicar al alumnado del colegio en estos ambientes pues no se ajustaría a las normas técnicas, como se demuestra en la investigación.

Descartadas estas dos posibilidades para la solución del problema se han considerado dos alternativas del proyecto que se describen en el cuadro 7.

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo
Cuadro 7. Alternativas planteadas

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
ESPACIOS PEDAGÓGICOS	Construcción de 4 aulas comunes con tijerales metálicos y cobertura de planchas de fibrocemento (208,00 m ²)	Construcción de 4 aulas comunes con techo aligerado (208,00 m ²)
	Construcción de un laboratorio de física y química con tijerales metálicos y cobertura de planchas de fibrocemento (81,25 m ²)	Construcción de un laboratorio de física y química con techo aligerado (81,25 m ²)
	Construcción de veredas para circulación F'c = 175 kg/cm ² (87,20 m ²)	
ESPACIOS COMPLEMENTARIOS	Construcción de biblioteca con tijerales metálicos y cobertura de planchas de fibrocemento (96,20 m ²)	Construcción de biblioteca con techo aligerado (96,20 m ²)
	Construcción de veredas para circulación F'c = 175 kg/cm ² (30,60 m ²)	
ESPACIOS ADMINISTRATIVOS	Mejoramiento de ambientes para dirección, subdirección, secretaría-sala de espera, tópico, archivo, sala de profesores y servicios higiénicos en ambientes administrativos (104,25 m ²)	
	Construcción de depósito para material educativo con tijerales metálicos y cobertura de planchas de fibrocemento (96,20 m ²)	Construcción de depósito para material educativo con techo aligerado (96,20 m ²)
	Construcción de veredas para circulación F'c = 175 kg/cm ² (7,00 m ²)	
ESPACIOS DE SERVICIOS	Construcción de servicios higiénicos para alumnos (inodoros, urinario corrido y lavatorios) con tijerales metálicos y cobertura de planchas de fibrocemento (20,35 m ²)	Construcción de servicios higiénicos para alumnos (inodoros, urinario corrido y lavatorios) con techo aligerado (20,35 m ²)
	Construcción de servicios higiénicos para profesores (inodoros y lavatorios) con tijerales metálicos y cobertura de planchas de fibrocemento (5,40 m ²)	Construcción de servicios higiénicos para profesores (inodoros y lavatorios) con techo aligerado (5,40 m ²)
	Construcción de depósito para limpieza con tijerales metálicos y cobertura de planchas de fibrocemento (14,16 m ²)	Construcción de depósito para limpieza con techo aligerado (14,16 m ²)
	Construcción de veredas para circulación F'c = 175 kg/cm ² (18,60 m ²)	
EXTENSIÓN EDUCATIVA	Construcción de canaleta de concreto con rejilla para evacuación de aguas pluviales de F'c = 140 kg/cm ² (201,71 m ²)	
ZONA EXTERIOR	Encauzamiento de quebrada con mampostería de piedra (400,00 m ²)	
EQUIPAMIENTO (MOBILIARIO)	Biblioteca: mesas de madera de 1,20 x 2,40 m (3 unidades), sillas de madera (24 unidades) y estantes de madera (4 unidades)	
	Laboratorio: anaquel metálico (perfiles perforados) de 2,40 x 1,13 x 0,38 m (4 unidades)	
	Aulas: módulo unipersonal de metal y panel de fibromadera (65 unidades) y módulo para profesor (pupitre y silla de madera) (8 unidades)	

Elaboración propia.

3. VERIFICACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DEL PROYECTO

3.1. Verificación de la reducción del riesgo en situación con proyecto en la etapa de formulación

En la etapa de formulación del proyecto, después de haber confirmado el tamaño, la localización y el momento óptimo de la inversión, se incorpora la verificación de la inclusión de mecanismos que eviten que las dos alternativas planteadas generen vulnerabilidad al peligro en la situación con proyecto, para lo cual se utilizó la información del cuadro 8.

Cuadro 8. Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades con el proyecto

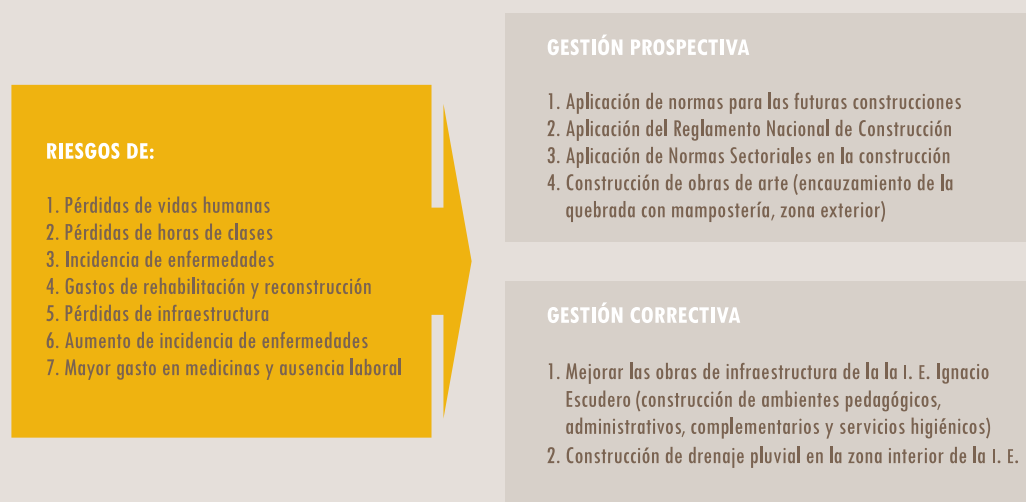
PREGUNTAS	SÍ	NO	Comentarios
A. Análisis de vulnerabilidades por exposición (localización)			
1. ¿La localización escogida para la ubicación del proyecto evita su exposición a peligros?		X	
2. Si la localización prevista para el proyecto lo expone a situaciones de peligro, ¿es posible técnicamente cambiar la ubicación del proyecto a una zona no expuesta?		X	
B. Análisis de vulnerabilidades por fragilidad (diseño)			
1. ¿La construcción de la infraestructura sigue la normativa vigente, de acuerdo con el tipo de infraestructura que se trate?	X		
2. ¿Los materiales de construcción utilizados consideran las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
3. ¿El diseño toma en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
4. ¿La decisión del tamaño del proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
5. ¿La tecnología propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
6. ¿Las decisiones de fecha de inicio y ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
C. Análisis de vulnerabilidad por resiliencia			
1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos (por ejemplo, sistemas alternativos para la provisión del servicio) para hacer frente a la ocurrencia de peligros?	X		
2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros (por ejemplo, fondos de emergencia) para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos (por ejemplo, planes de contingencia) para hacer frente a daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y/o organizativos para hacer frente a daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
5. ¿La población beneficiada del proyecto conoce los potenciales daños que se generan si el proyecto se ve afectado por una situación de peligro?	X		

Elaboración propia sobre la base de DGPM, MEF (2003).

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

Se pasó a efectuar el análisis del riesgo frente al peligro de lluvias intensas, tomando en cuenta el análisis de vulnerabilidad realizado anteriormente. De acuerdo con el resultado obtenido, se incorporaron medidas estructurales y no estructurales de reducción de riesgos en ambas alternativas (ver gráfico 5).

Gráfico 5. Medidas identificadas para reducir el riesgo



Elaboración propia.

Los servicios educativos que brindará el proyecto a través de estas alternativas corresponden al nivel de Educación Básica Regular Secundaria Escolarizada de Menores que se imparte en la I. E. Ignacio Escudero. Esta se caracteriza por:

- *Identificación del servicio:* Formación educativa de nivel secundario de menores de la I. E. Ignacio Escudero de la ciudad de Chulucanas, que está relacionada con las características del educando y determinada por las condiciones sociales y económicas del entorno de su población.
- *Definición del servicio:* Proceso sistémico de enseñanza-aprendizaje en el nivel secundario de menores en la I. E. Ignacio Escudero ubicada en la ciudad de Chulucanas.
- *Educación secundaria:* El nivel de educación secundaria se organiza en dos ciclos de estudios que comprenden 5 años o grados. El periodo de enseñanza es de 35 horas semanales y puede darse en uno o dos turnos de enseñanza.

- *La culminación satisfactoria de la educación básica*, en cualquiera de sus modalidades y programas, da derecho al diploma de egresado con mención en un área técnica que lo habilite para insertarse en el mercado laboral de acuerdo con los módulos ocupacionales específicos aprobados.
- *Uso del servicio*: Niños comprendidos entre los 12 y los 17 años, con necesidad de educarse en un centro educativo público.
- *En la situación con proyecto* es posible la racionalización, ya que se implementará el turno de la tarde con la oferta real más los cuatro ambientes académicos que se construirán para la asignación adecuada de la población escolar cómodamente en los dos turnos y los ambientes de laboratorios, biblioteca y dirección, entre otros.

El balance de oferta-demanda en la situación con proyecto es la diferencia de la oferta con proyecto a lo largo del horizonte de este con respecto de la demanda proyectada. Para el caso se demostró que existe oferta suficiente para atender a la población estudiantil, pues se muestra un superávit de población a atender hasta cierto periodo de la vida útil del proyecto; sin embargo, debido al crecimiento vegetativo de la población demandante, se presenta un déficit en cada sección a medida que avanzan los años del horizonte del proyecto.

Luego de haber presentado el balance de oferta-demanda de la población estudiantil, la formulación avanza a la estimación de los costos. Se comienza con el cálculo de los costos en la situación sin proyecto. Estos costos de la situación base son la cuantificación de los gastos que demanda la atención de la población estudiantil existente, con la infraestructura provisional y el personal con el que se cuenta. Se hace una proyección de los costos que se enfrentarán si el proyecto de inversión pública no se ejecuta (ver cuadro 9).

Posteriormente, se consideran los costos de cada alternativa (inversión, operación y mantenimiento) en la situación con proyecto que se establecen para 10 años, a precios de mercado y a precios sociales. Los costos del proyecto a precios privados son los costos a precios de mercado o a precios efectivamente vigentes (para aquellos productos afectos al IGV y al ISC se presenta el valor total incluyendo estos impuestos). Los costos del proyecto a precios sociales calculan el precio que existiría si no hubiese distorsiones (impuestos, subsidios, monopolio, monopsonio, etc.) en los mercados relacionados con cada bien, por lo que representan el costo asumido por el país en su conjunto.

Para la conversión de precios de mercado a precios sociales se aplican factores de conversión, en este caso se han utilizado los siguientes: 0,91 para la partida estudios definitivos; 0,68 para mano de obra no calificada; 0,84 para mano de obra calificada;

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

Cuadro 9. Costos de la situación sin proyecto a precios de mercado (nuevos soles)

COSTOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3		Año 10
A. Flujo de costos de operación y mantenimiento (B)	221.786,29	221.663,89	221.663,89	221.663,89	221.663,89	221.663,89
B. Operación y mantenimiento de la I. E. (C + D + E + F + G + H)	221.786,29	221.663,89	221.663,89	221.663,89	221.663,89	221.663,89
C. Mantenimiento rutinario	1.291,00	1.291,00	1.291,00	1.291,00	1.291,00	1.291,00
Insumos de origen nacional	801,00	801,00	801,00	801,00	801,00	801,00
Remuneraciones	490,00	490,00	490,00	490,00	490,00	490,00
D. Remuneraciones	212.872,89	212.872,89	212.872,89	212.872,89	212.872,89	212.872,89
E. Gastos en agua	1.266,00	1.266,00	1.266,00	1.266,00	1.266,00	1.266,00
F. Gastos en energía eléctrica	122,40	122,40	122,40	122,40	122,40	122,40
G. Gastos en útiles de escritorio	5.346,00	5.346,00	5.346,00	5.346,00	5.346,00	5.346,00
H. Gastos en servicio de telefonía	888,00	888,00	888,00	888,00	888,00	888,00

Elaboración propia.

y 0,91 para materiales, equipo y herramientas. Luego se calcula en cada año el incremento del costo con proyecto respecto del costo sin proyecto de cada alternativa.

Los costos incrementales en soles a precios sociales de las alternativas 1 y 2 en el periodo de evaluación de 10 años se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Costos incrementales de las alternativas planteadas

Cuadro 10a. Resumen de inversión de la Alternativa 1

Alternativa 1: precios sociales	AÑO			
	0	1	2	3
I. Expediente técnico	19.814,65			
II. Obras civiles	580.300,42			
III. Equipamiento con mobiliario	10.267,75			
IV. Supervisión y liquidación de obras (5%)	29.528,41			
Inversión total	639.911,22			
V. Costos sin proyecto		220.293,97	220.293,97	220.293,97
VI. Costos de operación y mantenimiento		268.115,81	268.115,81	268.115,81
VII. Costos incrementales	639.911,22	47.821,83	47.821,83	47.821,83

Elaboración propia.

Cuadro 10b. Resumen de inversión de la Alternativa 2

Alternativa 2: precios sociales	AÑO			
	0	1	2	3
I. Expediente técnico	21.144,31			
II. Obras civiles	619.930,47			
III. Equipamiento con mobiliario	10.267,75			
IV. Supervisión y liquidación de obras (5%)	31.509,91			
Inversión total	682.852,44			
V. Costos sin proyecto		220.293,97	220.293,97	220.293,97
VI. Costos de operación y mantenimiento		268.115,81	268.115,81	268.115,81
VII. Costos incrementales	682.852,44	47.821,83	47.821,83	47.821,83

Elaboración propia.

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector
educación incorporando el análisis del riesgo

AÑO						
4	5	6	7	8	9	10
-248.923,62						
-28.629,64	220.293,97	220.293,97	220.293,97	220.293,97	220.293,97	220.293,97
19.192,19	278.359,19	268.115,81	268.115,81	268.115,81	268.115,81	278.359,19
-201.101,78	58.065,22	47.821,83	47.821,83	47.821,83	47.821,83	58.065,22

AÑO						
4	5	6	7	8	9	10
-277.122,90						
220.293,97	220.293,97	220.293,97	220.293,97	220.293,97	220.293,97	220.293,97
-9.007,09	278.359,19	268.115,81	268.115,81	268.115,81	268.115,81	278.359,19
-506.423,96	58.065,22	47.821,83	47.821,83	47.821,83	47.821,83	58.065,22

3.2. Determinación de la rentabilidad y análisis de la mejor alternativa en la etapa de evaluación

La evaluación de los beneficios ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- Por la naturaleza del estudio, los beneficios en la situación sin proyecto están dados por la satisfacción de la demanda en las condiciones actuales, es decir, que la población estudiantil disponga de aulas en forma adecuada y suficiente utilizando la capacidad instalada. De acuerdo con el análisis efectuado en la situación actual optimizada (situación sin proyecto), en el nivel secundario se estaría atendiendo adecuadamente 444 alumnos.
- Los beneficios en la situación con proyecto estarían dados por la satisfacción de la demanda de un servicio educativo de calidad para el nivel secundario, del cual es un componente importante la inversión en infraestructura educativa. Es preciso indicar que para este análisis se tomará en cuenta la tasa de crecimiento promedio (TC = 3,62%) para las proyecciones de la población estudiantil a 10 años. Además, si cada aula a construir tiene una capacidad de 37 alumnos en las aulas existentes (37 x 6) y 40 alumnos en las aulas nuevas (40 x 2), se tendría un total de 302 alumnos por turno atendidos a la máxima capacidad en forma adecuada.
- Los beneficios están determinados por los costos que se evitan en rehabilitación y reconstrucción, lo que se logra al incluir medidas estructurales, como en este caso. Así, este beneficio se dará en el año de ocurrencia del fenómeno pluvial que se estima sucederá 13 años después del último FEN, lo que sería en el cuarto año del presente proyecto (año 2011).
- Para la evaluación social del proyecto se ha utilizado la metodología costo-efectividad. Este es un método de evaluación de proyectos que se aplica en los casos en los cuales no es posible valorar monetariamente los beneficios. Esta variante del análisis costo-beneficio se basa en expresar los beneficios en unidades no monetarias que permitan medir el costo de lograr los objetivos del proyecto. Los resultados se resumen en el cuadro 11 y permiten afirmar que la Alternativa 1 es la de mayor rentabilidad, pues logra un indicador costo-efectividad de 104,13 nuevos soles por alumno.
- Se ha utilizado como indicador de efectividad el total de alumnos beneficiados durante el horizonte de evaluación del proyecto (7.368 alumnos).

Para el análisis de sensibilidad de las alternativas, y en una primera aproximación a las variables que permita determinar escenarios distintos, se ha considerado variar los costos de inversión total. En el cuadro 12 se ha simulado variaciones en los costos de inversión inicial para la Alternativa 1 y la Alternativa 2, en un rango de 10, 15 y 20%; la Alternativa 1 ha resultado aquella de mayor rentabilidad social por registrar menores valores de CE (relación costo-efectividad).

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

Cuadro 11. Evaluación económica a precios sociales

INDICADORES DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
VACT (valor actual de los costos totales)	767.257,91	791.623,38
VAE (valor actual efectivo)	130.281,49	134.418,78
PA total (por alumno)	7.368	7.368
CE (relación costo-efectividad)	104,13	107,44

Elaboración propia.

Cuadro 12. Análisis de sensibilidad

VARIACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN (%)	ALTERNATIVA 1 (soles)			ALTERNATIVA 2 (soles)		
	VACT	VAE	CE	VACT	VAE	CE
5	799.253	135.714	108,476	825.766	171.213	112,075
10	831.249	141.147	112,819	859.909	177.011	116,709
15	863.245	146.580	117,161	894.051	182.808	121,342
20	895.240	152.013	121,504	928.194	188.606	125,976
30	959.231	162.879	130,189	996.479	200.201	135,244
-30	575.285	97.684	78,079	517.171	115.677	70,191
-20	639.276	108.550	86,764	655.053	142.226	88,905
-15	671.271	113.983	91,106	689.196	148.024	93,539
-10	703.267	119.416	95,449	723.338	153.821	98,173
-5	735.262	124.849	99,791	757.481	159.618	102,807

Elaboración propia.

El análisis de sostenibilidad comprendió:

- *Capacidad de gestión de la organización encargada del proyecto en su etapa de inversión.* La institución encargada de la ejecución del proyecto en la etapa de inversión es la Gerencia Subregional Morropón-Huancabamba del Gobierno Regional Piura, que cuenta con profesionales con la experiencia necesaria sobre la Ley 26850 (Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado).

- *Disponibilidad del recurso.* Una vez declarado viable el Perfil del Proyecto en estudio, y según la Programación del Presupuesto Participativo del Gobierno Regional Piura en coordinación con los gobiernos locales, la propuesta de su inclusión como prioridad para el año 2008 es inmediata.
- *Financiamiento de los costos de operación y mantenimiento.* Para los pagos de mantenimiento, es decir servicios básicos como limpieza y cuidado de la infraestructura del local, se ha coordinado con el director y la Apafa de la I. E. Ignacio Escudero y con la Municipalidad Provincial de Morropón-Chulucanas, los cuales se comprometieron mediante un documento a cubrir los costos de operación y mantenimiento del proyecto (anexo).
- *Participación de los beneficiarios.* Una vez concluida la obra, el Gobierno Regional Piura la entregará mediante acta de transferencia a la Dirección Regional de Educación Piura, a través del Área Departamental de Educación (ADE) de su jurisdicción, entidad que será la responsable de la I. E. Ignacio Escudero, comprometiéndose a realizar las gestiones pertinentes para su operación y mantenimiento.

El análisis de impacto ambiental tomó en cuenta que en la fase de construcción se realizan aquellas actividades que causan mayores impactos: movimiento de tierras y transporte de materiales. Sin embargo, al culminar el proyecto los impactos serán positivos: la cobertura final y el funcionamiento adecuado de las obras realizadas en condiciones estables y, además, el monitoreo del área, por lo menos durante el tiempo equivalente a la mitad de su vida útil, permitirá evaluar las obras y realizar algún ajuste, si se diera el caso. En resumen, el proyecto presenta impactos negativos sobre el medio ambiente que se caracterizan por ser localizados, leves y de carácter temporal.

Finalmente, el *marco lógico* del proyecto se presenta en el cuadro 13.

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo
Cuadro 13. Marco lógico del proyecto: perfil de preinversión

	RESUMEN DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	Mejoramiento social y económico de los pobladores de la zona de influencia.	Disminución de costos por reposición.	Estado de la situación de la infraestructura educativa.	
PROPÓSITO	Población del nivel secundario de la I. E. Ignacio Escudero atendida en condiciones de seguridad y en ambientes adecuados.	Mejora de 70% de la infraestructura educativa del colegio en el primer año. Aumento de las capacidades competitivas del alumnado. Obras de protección y drenaje culminadas en un 100% al primer año de ejecutado el proyecto.	Estados patrimoniales del I. E.: evaluaciones físicas, nóminas de matrícula y actas. ADE-DRE.	Disminución de gastos en mejora de infraestructura educativa frente a fenómenos naturales.
COMPONENTES	Adecuadas condiciones físicas para brindar el servicio educativo y suficiente infraestructura y equipamiento.	Construcción de ambientes pedagógicos (4 aulas) y administrativos (1), biblioteca (1), laboratorio (1), servicios higiénicos para profesores y alumnos, depósito de material educativo (1), depósito de material de limpieza (1), canaleta de concreto para drenaje pluvial, encauzamiento de la quebrada, dotación de mobiliario (65 carpetas) y equipo adecuado para laboratorio.	Valorizaciones, Cuaderno de Obra y Acta de Recepción de obras civiles y mobiliario.	Financiamiento apropiado y oportuno del Gobierno Regional Piura. Participación del gobierno local. Ejecución del proyecto en los tiempos previstos.
ACCIONES	Elaboración del expediente técnico. Licitación y contratación de obras. Ejecución de la obra: construcción de cuatro aulas, ambientes administrativos, biblioteca, laboratorio, depósito de material educativo, depósito de material de limpieza, servicios higiénicos de profesores y alumnos, canaleta de evacuación pluvial y encauzamiento de quebrada. Adquisición de mobiliario.	Resolución de Aprobación del Expediente Técnico. Licitación de obra y ejecución de obras civiles. Programa de Ejecución de obras civiles. Supervisión. El costo total de la obra, incluyendo la reducción de vulnerabilidades, asciende a 784.660,01 soles.	Reportes de avance de la Unidad Ejecutora. Normas sobre mobiliario escolar.	Disponibilidad de consultores locales y contratistas. Participación de la población.

Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

1. La incorporación del análisis del riesgo en proyectos de educación nos permitirá mejorar el nivel y la calidad del servicio educativo, contribuyendo no solo con el mejoramiento de la infraestructura sino con la ampliación de las capacidades y el desarrollo humano del alumnado.
2. Actualmente el área total de la I. E. es de 11.256,67 m², con un cerco perimétrico construido y otros elementos físicos-estructurales que requieren de las siguientes medidas correctivas para garantizar la seguridad de la infraestructura educativa: demolición de las aulas prefabricadas y construcción de nuevas aulas, biblioteca, laboratorio, depósitos de material educativo y de limpieza, servicios higiénicos con criterios técnicos establecidos por el Ministerio de Educación. Para lo cual se ha realizado el análisis del riesgo de estos elementos con el fin de mejorar la infraestructura se ha incluido veredas y canaletas para evacuación pluvial, ya que el discurrir de las aguas se activa en temporadas de precipitaciones pluviales intensas y pone en riesgo los diferentes elementos.
3. Dentro de las medidas prospectivas para garantizar la seguridad de los elementos físico-estructurales se ha previsto el encauzamiento de la quebrada cercana a la institución educativa, ya que en época de avenida no solo afectaría a esta sino también a las construcciones aledañas.
4. Se tiene prevista la formulación y la aplicación de planes de mantenimiento y de contingencia ante las emergencias, con el compromiso del personal docente y los padres de familia.
5. Se considera además el fortalecimiento de las asociaciones de padres de familia para que cumplan su rol y apoyen en el desarrollo oportuno de medidas permanentes de mantenimiento de la infraestructura.
6. Asimismo, para un eficiente mantenimiento se plantea como medida prospectiva la capacitación de los profesores y el personal administrativo en la aplicación de acciones de monitoreo y mantenimiento preventivo de los elementos estructurales.
7. De las alternativas de solución consideradas, la más adecuada es la Alternativa 1, que comprende: «Construcción de 04 aulas, Ambientes Administrativos, construcción de Biblioteca, construcción de Laboratorio, construcción de servicios higiénicos para alumnos y profesores, construcción de depósito de material educativo, construcción de depósito de material de limpieza, construcción de canaleta para evacuación de aguas pluviales, encauzamiento de quebrada, demolición y desmontaje general, y adquisición de mobiliario escolar para la I. E. Ignacio Escudero».

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

8. Durante la vida útil del proyecto se estima atender adecuadamente a toda la población escolar del centro educativo y beneficiar a 7.368 alumnos, número que se ha obtenido de sumar los alumnos atendidos durante los diez años.
9. El costo total de la obra, incluyendo el análisis del riesgo, se describe en el cuadro 14.

Cuadro 14. Resumen de la inversión en la Alternativa 1

RUBRO	PRECIOS PRIVADOS	FACTOR DE CORRECCIÓN	PRECIOS SOCIALES
SITUACIÓN CON PROYECTO			
A) Intangibles	21.796,11		19.814,65
Estudios definitivos (3%)	21.796,11	0,91	19.814,65
B) Obras civiles	580.410,82		471.788,96
Mano de obra calificada	52.236,97	0,91	47.488,16
Mano de obra no calificada	121.886,27	0,68	82.882,67
Materiales, equipo y herramientas	406.287,58	0,84	341.418,13
C) Mobiliario	10.269,70		8.347,76
Mano de obra no calificada	2.156,64	0,68	1.466,51
Materiales, equipo y herramientas	7.188,79	0,84	6.041,00
Mano de obra calificada	924,27	0,91	840,25
Subtotal (B+C)	590.680,52		480.136,72
Gastos generales (10%)	59.068,05		48.013,67
Utilidad (10%)	59.068,05		48.013,67
Imprevistos (3%)	17.720,42		14.404,10
Total antes de supervisión y liquidación	726.537,05		590.568,16
Supervisión y liquidación (5%)	36.326,85		29.528,41
Total de Alternativa 1	784.660,01		639.911,22

Elaboración propia.

10. El valor actual de los costos totales de la alternativa seleccionada es: $VACT = 767.257,91$, el costo-efectividad es: $CE = 104,13$ por alumno.
11. El análisis de sensibilidad permite concluir que ante incrementos en los costos de inversión desde 10 hasta 20% la Alternativa 1 sigue siendo efectiva.
12. Finalmente, se concluye que el proyecto es viable de acuerdo con los resultados: desde del punto de vista ambiental, el análisis de sostenibilidad, y desde el punto de vista económico, basado en la metodología costo-efectividad, se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el sector educación.

2. Recomendaciones

1. Como complemento se debe considerar el promover en la población una cultura de prevención ante los desastres, es decir, considerar en el currículo el componente de prevención ante los desastres para capacitar a alumnos, profesores y profesionales comprometidos con el sistema educativo en temas relacionados con la gestión del riesgo.
2. Fomentar el desarrollo de investigaciones que contribuyan a reducir el riesgo en las unidades sociales vulnerables.
3. Elaborar perfiles de proyecto del sector educación orientados a reducir la vulnerabilidad de los elementos físico-estructurales y concertarlos en los procesos de presupuesto participativo.
4. Ubicar la infraestructura educativa evitando cualquier exposición adicional innecesaria a peligros, especialmente debidos al FEN; es decir, tener en cuenta las zonas cercanas a cauces de ríos, quebradas, etc. y las zonas bajas con riesgo de inundación o sin obras de protección.
5. Utilizar tecnología adecuada y criterios de diseño correcto en cuanto a la comodidad (ventilación, orientación y asoleamiento, comodidad lumínica, acústica y térmica, uso de energías renovables, criterios de evaluación ambiental), seguridad, saneamiento, instalaciones eléctricas, aspectos constructivos y diseño estructural.
6. Difundir experiencias sobre construcciones apropiadas.
7. En el caso de la infraestructura existente, adaptarla en especial para soportar lluvias, calor intenso y vientos.
8. Capacitar y crear conciencia en educandos, profesores y personal administrativo para que identifiquen y adviertan las condiciones de las estructuras y los terrenos sobre los cuales se asientan los locales que puedan aumentar la vulnerabilidad ante distintos desastres potenciales.
9. Promover espacios para sensibilizar a los decisores institucionales sobre el nivel de vulnerabilidad de la infraestructura educativa de modo que se tomen en cuenta las medidas prospectivas y correctivas para la reducción del riesgo.

Determinación de la rentabilidad económico-social en perfiles de preinversión del sector educación incorporando el análisis del riesgo

BIBLIOGRAFÍA

- CARDONA, Omar Darío. 2001. *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo*. Tesis de Doctorado. Barcelona: Universidad de Cataluña. Disponible en <<http://www.desenredando.org>>.
- . 2003. *La noción de riesgo desde la perspectiva de los desastres: marco conceptual para su gestión integral*. Lima: La Red.
- CHARDON, Anne Catherine y GONZÁLEZ, Juan Leonardo. 2002. *Amenazas, vulnerabilidad, riesgo, desastres, mitigación, prevención*. Manizales: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA (CEPAL). 2002. *Un tema del desarrollo: la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres*. México, D. F.: Cepal.
- GTZ. 2006. *Materiales de capacitación sobre gestión del riesgo*. Lima: mimeo.
- LAVELL, A. 2004a. *Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición*. Lima: La Red.
- . 2004b. «Sustentos teórico-conceptuales sobre el riesgo y la GLR en el marco del desarrollo». En A. Lavell et ál., *La gestión local del riesgo. Nociones en torno al concepto y la práctica*. Ciudad de Panamá: Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (Cepredenac) / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- PERÚ. DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR PÚBLICO (DGPM), MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (MEF). 2006a. *Conceptos asociados a gestión del riesgo en el planeamiento del desarrollo*. Lima: DGPM, MEF.
- . 2006b. *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los proyectos de inversión pública*. Lima: DGPM, MEF.
- PERÚ. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (MEF). 2003. *Guía General de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública a nivel de Perfil*. Lima: MEF.
- . 2005a. *Conceptos asociados a la gestión del riesgo en el planeamiento del desarrollo*. Lima: MEF.
- . 2005b. *Pautas para incorporar el análisis de riesgo en los proyectos del SNIP*. Lima: MEF.
- PHILINE, Oft. 2005. *Memoria del Curso Taller Formulación de Proyectos de Inversión Pública Incorporando el Análisis del Riesgo*. Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) y AdR (11-14 de abril). Piura: SNIP.
- Direcciones de Internet:
- <www.desenredando.org>
 <www.indec.gov.pe>
 <www.inei.gov.pe>
 <www.mef.gov.pe>

B. Tesis sobre evaluación del riesgo de desastre
en procesos de desarrollo

TESIS 4

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo de la ciudad de Huaraz, Áncash

Vladimir Ferro

Tesis para optar el grado de Magíster

Programa de Maestría en Gestión de Desastres
para el Desarrollo Sostenible

Facultad de Ingeniería Civil
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Resumen

La presente investigación forma parte de la reflexión sobre la vinculación de los procesos de desarrollo con los procesos de configuración del riesgo de desastre y la necesaria incorporación de la evaluación del riesgo de desastre en el planeamiento del desarrollo urbano. Desde esta perspectiva, la investigación se centra en la evaluación del riesgo de desastre de la actual ciudad de Huaraz, que ha atravesado situaciones de desastre en los contextos del aluvión de 1941 y el terremoto de 1970, con el propósito de aportar una base de conocimiento para la planificación de su desarrollo.

La investigación determina el riesgo de desastre de la ciudad de Huaraz mediante el análisis del desarrollo urbano y la creación de las condiciones actuales de riesgo. Identifica que el medio físico —una subcuenca del río Santa— en el que ha crecido y crece la urbe presenta una fuerte dinámica geológica, y lo hace en una condición de exposición fehaciente por estar atravesada la ciudad por el cauce del río Quilcay y estar asentada en un suelo de material poco estable (material aluviónico irregular). Analiza que este patrón de crecimiento responde a las precarias condiciones sociales y económicas de gran parte de la población, las que contribuyen a que los nuevos hogares ocupen predios en áreas marginales muy expuestas o hacinen predios en áreas consolidadas, en su búsqueda de no perder el acceso a oportunidades económicas o de superación. El análisis de la vulnerabilidad se centra en mostrar indicadores que ponen de manifiesto el bajo nivel de resiliencia de la población y la fragilidad de sus medios de subsistencia, especialmente de las edificaciones de los predios urbanos. El análisis del riesgo cruza las áreas de acción de los peligros con la ubicación de los elementos prediales vulnerables y su grado de fragilidad y encuentra que 50% de los predios están en estado medio y alto de riesgo por sismo y 28% están en riesgo por inundación. Posteriormente, estima el riesgo de desastre a partir de la valorización económica de las afectaciones probables, lo que confirma que la ciudad presenta una situación de alto riesgo de desastre.



Elaboración propia sobre la base de Google Earth.

1. DESARROLLO URBANO Y DESASTRES EN LA HISTORIA DE LA CIUDAD DE HUARAZ

1.1. Antecedentes del desarrollo urbano en Huaraz y el desastre de 1941

La subcuenca del río Santa, cuyo principal afluente es el río Quilcay, localizada en el Callejón de Huaylas, es el medio físico en el que se fundó, en noviembre de 1572, el pueblo de indios de Huaraz Pampa de San Sebastián, con catorce barrios, emplazado en los llanos aladaños a la desembocadura del río Quilcay debido a la cercanía de una fuente abundante de agua y por el acopio potencial de madera, producto de la abundancia de árboles en la zona (Gonzales, 1992: 19).

Este pueblo que después sería la ciudad de Huaraz no tuvo mayor precedente urbano. En la época prehispánica, en el contexto de la cultura Recuay, la influencia de la cultura Huari y el apogeo Inca, todo el Callejón de Huaylas era una sabana de pueblos rurales cuyas relaciones ideológicas y económicas tenían cierta continuidad y se proyectaban a diversas regiones aladañas como la costa, por Casma, y la serranía, por el Callejón de Conchucos. Para el antiguo peruano las zonas llanas se dedicaban a la agricultura; las altas, al pastoreo; y las zonas de transición con pendientes eran las mejores para emplazar grandes pueblos.

Este patrón de ocupación de la subcuenca cambió en la época colonial. En un primer momento, Huaraz fue una hacienda y mantuvo su índole rural prehispánico, cerca de la ribera del río Santa. Luego, con las reducciones de indios del virrey Toledo se asentó una primera traza urbana sin modificar su ubicación. Durante el siglo XVIII Huaraz evolucionó a un centro urbano mestizo que se habría consolidado a raíz de la recuperación de un desastre, el terremoto de 1725, de acuerdo con la mayoría de autores revisados. La ubicación del Callejón de Huaylas como eje paralelo a la costa con mayor dotación de recursos consolidó esta zona como corredor importante para el desarrollo regional, y Huaraz se afirmó como lugar céntrico, sin mayor consideración de los procesos naturales dinámicos que moldearon el medio.

En la época republicana, la ciudad de Huaraz obtuvo, en 1835, la categoría de capital del departamento de Huaylas, formado por las provincias de Huaylas, Cajatambo, Conchucos y Santa. Sesenta años después se inició la primera modernización de la ciudad de Huaraz (1895) mediante la expansión urbana, especialmente dirigida al norte, para lo cual se quebró la barrera de chacras y huertos que la rodeaban; esta expansión se vio favorecida por la introducción de la energía eléctrica, el telégrafo, el teléfono y el cinematógrafo, y la instalación de industrias (fábricas de bebidas y curtiembres). El momento cumbre de este periodo fue la creación de un

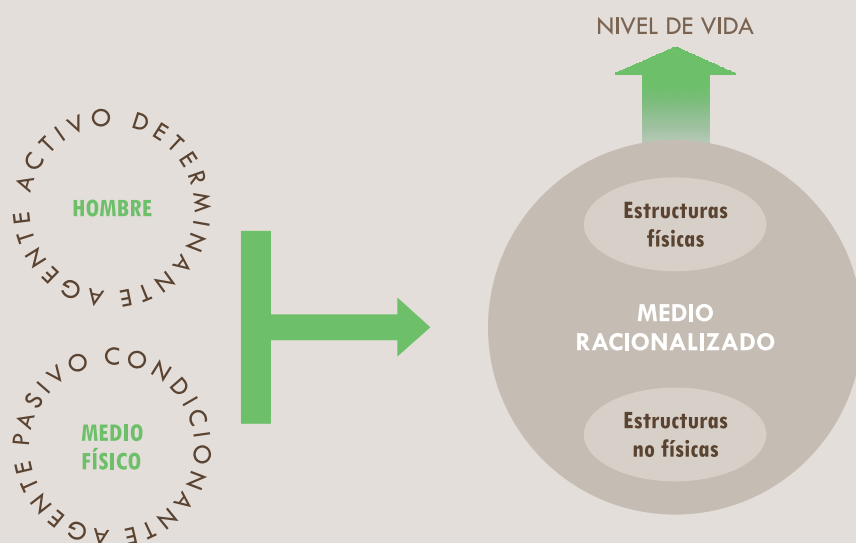
La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash

nuevo barrio al norte de Huaraz, El Centenario, llamado así en conmemoración de los cien años de la independencia peruana.

La caída del gobierno de Leguía, a raíz de la gran crisis mundial de 1929, frenó el desarrollo de Huaraz. Luego de los disturbios políticos y populares que acompañaron esta crisis, la ciudad de Huaraz siguió desarrollándose hasta habilitar completamente el barrio El Centenario, junto con la construcción de carreteras que unían la ciudad con las diversas provincias del Callejón de Huaylas. Mientras tanto, otro servicio de comunicaciones se introdujo en la urbe: la radio.

A lo largo de esta evolución se evidencia, desde la perspectiva del planeamiento, la construcción de la ciudad de Huaraz como un establecimiento humano donde la población interactúa con el medio físico, la microcuenca del río de Quilcay que desemboca en el río Santa, para asentarse. Resultado de ello es la construcción social de lo que se denomina, desde la teoría que orienta esta investigación, el medio racionalizado, formada por una serie de estructuras tanto físicas (edificios, pistas, parques, veredas y demás infraestructura) como no físicas (el ordenamiento político, social, religioso, económico y cultural) que van atendiendo las necesidades materiales y no materiales del hombre y definiendo así el nivel de vida de la población.

Gráfico 1. El establecimiento humano



Fuente: Canelo (s. f.).

Sin embargo, los procesos de origen natural o que son precipitados por el hombre, cuyas expresiones se dan en el medio físico y el medio racionalizado inserto en él, pueden generar peligros ambientales naturales (Henry y Heinke, 1999: 85), que son las condiciones o los procesos del ambiente que derivan en pérdidas de vidas o daños económicos en poblaciones humanas expuestas a su acción.

Ese fue el caso del aluvión ocurrido el 13 de diciembre de 1941 que discurrió por todo el cauce del río Quilcay, arrasó gran parte del nuevo barrio El Centenario y acarrió la pérdida de hasta ocho mil vidas humanas, según algunos cronistas (Glynn y Heinke, 1999: 27), como se aprecia en el gráfico 2.

Gráfico 2. Efectos del aluvión de 1941



Fuente: Servicio Aerofotográfico Nacional, 1942.

Este es el primer desastre con documentación probatoria en la historia de la ciudad de Huaraz que afectó el emergente desarrollo urbano en curso. Se entiende como desastres (Lavell, 2003: 14) a las ocasiones de crisis asociadas con pérdidas y daños humanos y materiales socialmente significativos.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo de la ciudad de Huaraz, Áncash

1.2. El desarrollo urbano en Huaraz y el desastre de 1970

La principal reacción ante el desastre de 1941 fue la reorientación de la expansión urbana de Huaraz hacia el sur, de tal modo que se concentró en la margen izquierda del río Quilcay. El crecimiento de la población y su asentamiento fueron expresión también de la migración del campo a la ciudad, lo que llevó al proceso de tugurización de la ciudad. Este crecimiento urbano tuvo relación directa con la mayor trascendencia de la urbe como ente político y administrativo en la región, más que con el impulso de una actividad económica productiva en particular.

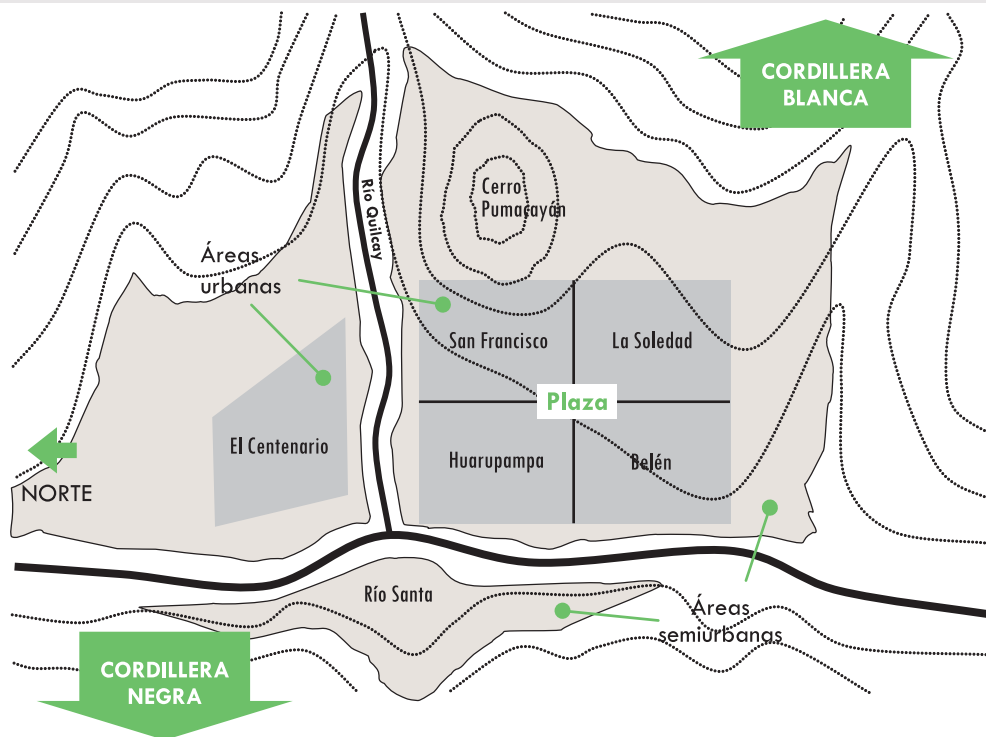
Así, hasta 1970, la ciudad de Huaraz como establecimiento humano tuvo ciertas características propias de las ciudades andinas de ese entonces. Estaba formada principalmente por los cuatro barrios antiguos, San Francisco, La Soledad, Huarupampa y Belén, en la margen izquierda del río Quilcay; y la zona más reciente y rehabilitada, el barrio Centenario, en la margen derecha. Las calles de la ciudad eran bastante estrechas, tanto que la más ancha tenía solo cinco metros. Las casas eran de tipo colonial con amplios patios traseros y sus residentes, hacendados y comerciantes de holgada solvencia económica.

El 31 de mayo de 1970, a las 3:23 p. m., un sismo de gran intensidad (VIII en la Escala Mercalli Modificada) estremeció gran parte del territorio del norte peruano, alrededor de 83 mil km², y afectó a cuatro departamentos: Áncash, La Libertad, Lima y Huánuco. El área precisa de afectación severa correspondió a la faja costera que va desde Chancay a Trujillo y la zona entera del Callejón de Huaylas. El esquema urbano de la ciudad de Huaraz cuando ocurrió este evento se presenta en el gráfico 3.

El sismo (Oliver-Smith, 2002: 153-155) tuvo su epicentro 110 kilómetros al oeste de la ciudad de Chimbote y duró 45 segundos; un tiempo prolongado, más que suficiente para derrumbar todo tipo de vivienda de adobe y también parte de las de material noble, lo que ocurrió en los primeros 15 segundos. El movimiento del suelo fue lateral, lo que imposibilitó el desplazamiento normal a pie de las personas, y las principales causas de mortandad fueron el aplastamiento de personas por derrumbe de muros hacia fuera (efecto típico de un sismo de movimiento lateral), el aplastamiento por desmoronamiento del techo de las viviendas y el impacto físico de las tejas al caer.

El saldo de víctimas mortales fue de 60 mil personas en todo el país, de las cuales 10 mil en la ciudad de Huaraz (un tercio de su población, aproximadamente) y otras 5 mil en Yungay (donde hubo un aluvión proveniente del nevado Huascarán). Los sectores urbanos más afectados fueron aquellos de la parte central de la ciudad, prácticamente los cuatro barrios antiguos de Huaraz fueron destruidos, mientras que las zonas periféricas, incluida gran parte del barrio Centenario, quedaron en pie. Así, una tercera parte de la población huaracina sucumbió. Más de la mitad de los sobrevivientes optaron por emigrar.

Gráfico 3. Esquema urbano de Huaraz antes de 1970



Elaboración propia.

Si el primer desastre evidenció la exposición de la emergente ciudad de Huaraz al peligro del aluvión que discurrió parcialmente por el establecimiento humano, este segundo desastre hizo evidente un más alto grado de precariedad y la casi total extensión urbana de exposición al peligro de terremoto. En particular, mostró la validez de la teoría referencial de la investigación que caracteriza a la urbanización como uno de los procesos inherentes del medio racionalizado, en tanto responde a la necesidad de obtener un espacio cerca de las fuentes de oportunidades y consumo de bienes (las ciudades). Este medio da cobijo al desarrollo individual de las personas dentro de hogares reunidos en comunidades a pesar de que este proceso, cuando es inadecuado, no solo lleva a la degradación del medio sino sobre todo a exponer al colectivo social a trastornos naturales propios del medio físico.

El desastre en la ciudad de Huaraz es el resultado de un proceso de desarrollo urbano en el piso llano del territorio de una subcuenca del río Santa; de la construcción

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash

de un medio racionalizado expuesto y susceptible a sufrir este tipo de daños con el impacto del peligro natural: el aluvión de 1941 y el sismo de 1970. El desastre fue un fenómeno social en el que intervino un fenómeno natural peligroso para el establecimiento humano en la ciudad de Huaraz. La estimación de los daños ocasionados por este desastre en todo el país se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Estimación de los daños producto del terremoto de 1970 en todo el país

Personas muertas	60.000
Personas heridas	140.000
Edificaciones derrumbadas	160.000
Personas sin vivienda	500.000
Personas afectadas de algún modo	3.000.000
Pueblos y ciudades afectados	150
Aldeas afectadas	1.500
Pérdida económica (dólares americanos)	500.000.000

Fuente: Basado en Lugo e Inbar (2002).

De los 30 mil habitantes que se presume tenía Huaraz en el momento del terremoto, una tercera parte murió, otra tercera parte emigró y el resto se quedó. Este último grupo correspondía en su mayor parte a los habitantes de las zonas periféricas o semiurbanas. El núcleo social originario de Huaraz se vio desintegrado para dar lugar a la formación de uno nuevo, el de los inmigrantes, sector que explica en gran parte la rápida recuperación de la población de la ciudad de Huaraz un año después del terremoto en el contexto de la reconstrucción de la ciudad, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Población de Huaraz por grandes grupos según ámbito de origen, censos de 1961 y 1971

ORIGEN	POBLACIÓN EN 1961	POBLACIÓN EN 1971
Natural	12.598	18.142
Migrante	7.747	11.493
Extranjeros	60	101
Nacionales no ancashinos	2.700	4.522
Callejón de Huaylas	1.960	4.322
Costa de Áncash	1.998	404
Resto de la sierra ancashina	1.029	2.144
Total	20.345	29.635

Fuente: Censos 1961 y 1971, INEI.

2. EL MEDIO FÍSICO DE LA CIUDAD DE HUARAZ: ESCENARIO DE PELIGROS

2.1. La subcuenca (Quilcay) del río Santa: el medio físico de la ciudad de Huaraz

La ciudad de Huaraz se ubica en la provincia del mismo nombre en la terraza o planicie que se forma en la intersección entre el río Quilcay (procedente de la Cordillera Blanca) y el río Santa, en el piso ecológico Quechua (2.300-3.500 m.s.n.m). Su clima, según el método de Thornthwaite modificado, se puede clasificar como $C_2B'_1wa'$, lo que indica un clima templado, no muy húmedo con presencia de lluvias (subhúmedo lluvioso) y sin variaciones extremas de temperatura a lo largo del año, con cierta aridez en la estación de mayor temperatura.

La zona donde se emplaza la ciudad de Huaraz pertenece al espacio geográfico del Callejón de Huaylas, donde las dos cadenas montañosas, la Cordillera Blanca y la Cordillera Negra, ofrecen vertientes pronunciadas en sus flancos, los cuales se caracterizan por la siguiente topografía:

- Pendientes muy fuertes en las zonas de quebrada.
- Pendientes fuertes a moderadas en las laderas utilizadas para cultivos.
- Pendientes suaves en las terrazas de origen fluvial o aluviónico, en las cuales se concentran los poblados y la agricultura intensiva.

El ámbito del Callejón de Huaylas donde se ubica Huaraz es extenso y ha constituido un macroescenario en el cual se han presentado eventos peligrosos. Se ha identificado tres etapas en las cuales se consignan los eventos ocurridos:

- 1700-1950: cuatro sismos (uno provocó un aluvión) y ocho eventos de aluviones y/o deslizamientos.
- 1950-1970: cinco sismos (el de 1970 provocó el gran aluvión que destruyó el poblado de Yungay) y seis eventos de aluviones y/o deslizamientos.
- 1970-2000: un sismo y seis eventos de aluviones y/o deslizamientos.

De estos aluviones y/o deslizamientos solo seis ocurrieron en las quebradas que circundan la ciudad de Huaraz (el de 1941 fue el que más dañó la ciudad) y los terremotos de 1725 y 1970. No obstante, las avalanchas, los deslizamientos o los aluviones han mantenido una regularidad de aparición. Los principales peligros naturales que históricamente han afectado la ciudad de Huaraz con la probabilidad de volver a suceder son de tipo geológico (sismos) y geológico-climático (aluviones). Se caracterizan como tales en tanto acontecimientos extremos en la naturaleza, potencialmente dañinos para los seres humanos y que se producen con una frecuencia suficientemente escasa como para no ser considerados parte de la condición o estado

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo de la ciudad de Huaraz, Áncash

normal del medio; pero sin dejar de ser motivo de preocupación en una escala humana de tiempo. Por esta razón, se presentan a continuación las principales características del medio físico específico asociadas a la conversión de un fenómeno natural en peligro potencial para la ciudad.

El casco urbano actual de la ciudad alcanza el ámbito de los distritos de Huaraz e Independencia, que es la unión de los centros urbanos de Huaraz y Centenario, habiéndose expandido en ambas márgenes del río Quilcay hasta las riberas de los ríos Seco y Monterrey, también afluentes menores del río Santa. Así, el medio físico macro específico de Huaraz es la subcuenca que forman estos tres afluentes, en la cual destaca la microcuenca del río Quilcay. El gráfico 4 presenta el mapa de ocupación urbana de la ciudad.

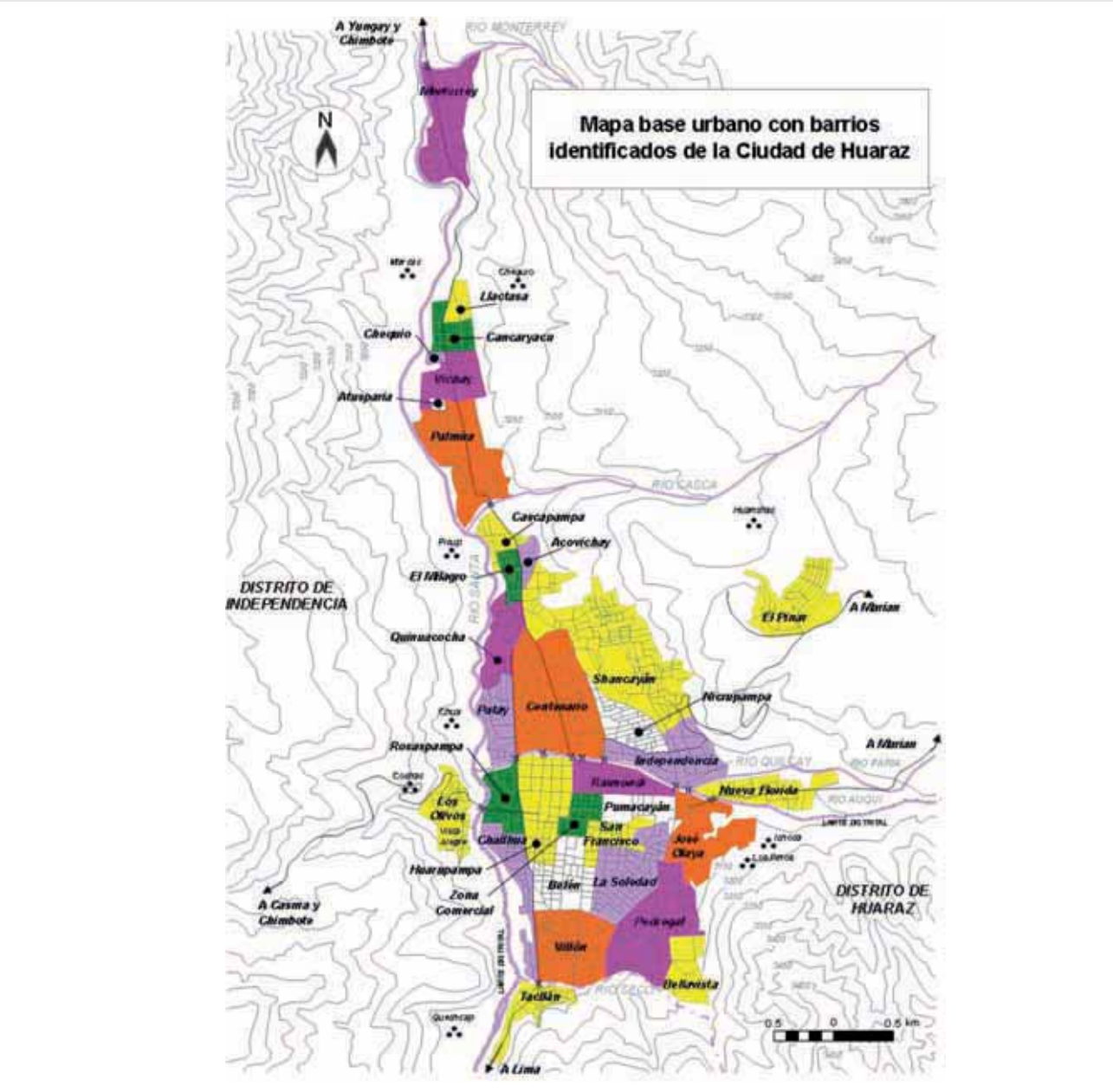
La subcuenca se caracteriza porque el principal cuerpo de agua que la recorre de sur a norte es el río Santa, el que atraviesa la ciudad de Huaraz en su extremo occidental (separación del barrio Los Olivos del resto de la urbe), recibiendo principalmente las aguas del río Quilcay, que hace su recorrido de este a oeste y es producto de la unión de los ríos Auqui y Paria, los cuales descienden y se abastecen de los glaciares de la Cordillera Blanca. El río Paria tiene su origen en la laguna Cojup (o Palcaraju), mientras que el río Auqui se abastece de las lagunas Shurup, Tullpacocha (o Tullparaju) y Shallap. Todas estas lagunas son de origen glaciar y la reserva de agua de la que disponen está delimitada por el área glaciar que las abastece (44,71 km²).

A partir de los registros de caudales (promedios diarios en m³/s) compilados por Sanindustrias S. A. para el estudio del río Quilcay, se conoce que el caudal promedio mensual de este río para el periodo 1970-1983 era 7,38 m³/s. El mismo estudio concluye que el río Paria, afluente que discurre al norte del río Auqui, tributaba alrededor de 30% del volumen total de aguas del río Quilcay. De esta manera, los caudales mensuales eran 5,17 m³/s y 2,21 m³/s para los ríos Auqui y Paria, respectivamente. En la actualidad, según la EPS Chavín, los caudales mensuales son 9 m³/s y 6 m³/s para los ríos Auqui y Paria, respectivamente. El aumento de caudal anterior se debe al proceso de deshielo en los glaciares que se ha acelerado en los últimos 30 años, expresión local del acelerado cambio climático planetario.

La ubicación de la ciudad de Huaraz en esta subcuenca puede apreciarse en el gráfico 5 que presenta una fotografía que destaca la red hidrológica que debe ser considerada ante la posibilidad de peligros naturales como aluviones.

Por otra parte, la formación geológica regional en la que se localiza esta subcuenca es un componente del medio físico que se debe destacar para entender la conversión de los fenómenos naturales en peligros para la ciudad de Huaraz, la cual está compuesta principalmente por formaciones rocosas (ver cuadro 3).

Gráfico 4. Huaraz: mapa base urbano e identificación de los barrios de la ciudad



Fuente: Indeci (2003).

**La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash**

Gráfico 5. Mapa del sistema de quebradas y lagunas que pueden afectar Huaraz por desborde



Fuente: Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos (UGRH), Inrena (1989); Google Earth (2007).

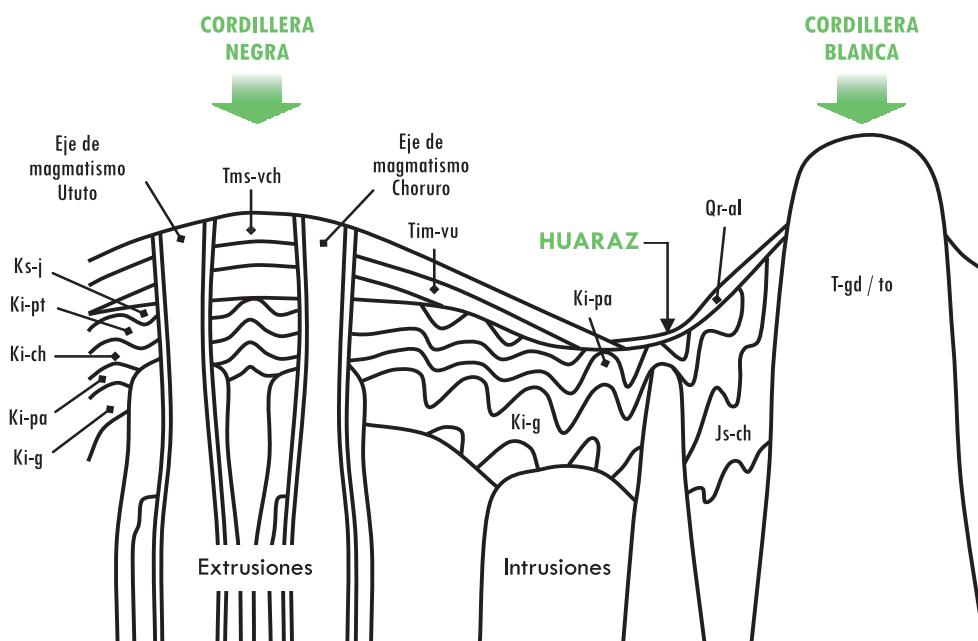
Cuadro 3. Formaciones rocosas de la subcuenca

ROCAS SEDIMENTARIAS	ROCAS VOLCÁNICAS	ROCAS INTRUSIVAS	DEPÓSITOS CUATERNARIOS
Formación Jumasha (Ks-j) Formación Pariatambo (Ki-pt) Formación Chimú (Ki-ch) Formación Pariahuanca (Ki-pa) Grupo Goyllarisquizga (Ki-g) Formación Chicama (Js-ch)	Grupo volcánico Calipuy: ■ Calipuy Inferior (Tim-vu) ■ Calipuy Inferior (Tms-vch)	Batolito de la Cordillera Blanca (T-gd / to)	Depósitos aluviales recientes (Qr-al)

Elaboración propia.

El gráfico 6 muestra el perfil geológico en el cual se asienta la ciudad de Huaraz.

Gráfico 6. Perfil geológico donde se asienta la subcuenca de Huaraz



Fuente: Enríquez (1999).

El proceso geológico que ha formado el suelo de la ciudad de Huaraz puede deberse a diversos tipos de erosión y sedimentación. Existen procesos de tipo aluviónico en los cuales se ejerce una violenta erosión del basamento rocoso (el suelo rocoso in situ) debido al transporte y la deposición de material arrastrado (producto de un aluvión) hasta modificar el relieve original. Otros procesos se deben a la deposición permanente que hacen los cuerpos de agua, sean ríos sin obstáculos o aquellos que han sido embalsados por algún otro evento (por ejemplo, un aluvión).

El mapa geomorfológico local de la ciudad realizado en 1972 por Lagesa después del terremoto identifica que el tipo AL-Q2 (escombros de aluvión) subyace en las inmediaciones del río Quilcay, producto del aluvión acaecido en 1941; los tipos AL-Q1 (origen aluvional anterior), T3-s y T2-s (ambos propios de la acción fluvial del río Santa) se combinan con grupos de arcilla y arena (D-Ac-Ar) para dar origen al suelo del núcleo urbano. Todos son propios de la Era Cuaternaria.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash**2.2. Aluviones y evaluación de peligro para la ciudad de Huaraz**

Hay evidencias de que, en el tiempo geológico, a lo largo de la red de quebradas de la subcuenca se han producido aluviones por desprendimientos de masas de hielos o rotura de los diques morrénicos como consecuencia del retroceso glaciar. El estado actual de las diversas quebradas indica que siguen constituyendo fuente de potenciales eventos. En todas las lagunas se efectuaron trabajos de seguridad; la mayoría tiene colmataciones morrénicas que obligaron a ejecutar aliviaderos y solo la laguna de la quebrada de Cojup ha tenido actividad de deshielo en grandes bloques sin mayor afectación hasta el momento. El cuadro 4 presenta un resumen de esta situación.

Cuadro 4. Estado actual de las quebradas y el río de la subcuenca

LUGAR	ESTADO ACTUAL
Quebrada Cojup	A 4.500 m.s.n.m. se encuentra la laguna Palcacocha alimentada por los deshielos de los nevados Tocllaraju, Palcaraju y Pucaraju. Luego del aluvión de 1941 se hicieron trabajos de seguridad, se bajó el nivel del embalse natural y se construyó un dique con desagüe por rebose (conducto cubierto). El 19 de marzo de 2003, por desprendimiento de material morrénico, se produjo un oleaje que rebasó el dique, con incremento del caudal del río Quilcay.
Quebrada Quilcayhuanca	A 4.100 y 4.400 m.s.n.m. se ubican las lagunas Cuchillococha y Tullparraju, alimentadas por los deshielos de los nevados Pucaraju y Andaville. En la década de 1970 se hicieron trabajos de seguridad, se bajó el nivel del embalse natural y se construyó un dique con desagüe por rebose (conducto cubierto). Las aguas de las lagunas drenan por el río Quilcay, atraviesan la ciudad de Huaraz y reciben en su recorrido las aguas de la quebrada Shallap.
Quebrada Shallap	A 4.270 m.s.n.m. se ubica la laguna Shallap alimentada por el deshielo del nevado San Juan. Con fines de seguridad, en la década de 1970 se hicieron trabajos para reducir el nivel del embalse natural y se construyó un dique con desagüe por rebose (conducto cubierto). En la actualidad, con un análisis profundo del riesgo, la laguna se ha convertido en una presa de regulación. La quebrada entrega las aguas hacia la quebrada Quilcayhuanca en la cota 3.700 m.s.n.m.
Río Quilcay	Un tramo de este río se encuentra canalizado, con una capacidad de conducción a todas luces subdimensionada y que difícilmente podrá contener volúmenes de agua provenientes de lluvias excepcionales (por ejemplo, las del Fenómeno El Niño), menos aún, probables aluviones que se originen por rompimiento de las lagunas que se ubican en la parte superior de sus subcuencas.
Quebrada Rajucolta	A 4.300 m.s.n.m. se ubica la laguna Rajucolta alimentada por el deshielo del nevado Huantsan. Tiene desagüe natural por el dique morrénico roto, no se han hecho trabajos de seguridad física en la laguna. Desagua al río Santa por el cauce de la quebrada Pariac.

Elaboración propia.

Se debe recordar que el aluvión del 13 de diciembre de 1941 se produjo por el desembalse intempestivo de la laguna Palcacocha, que activó la quebrada Cojup y alcanzó la ciudad de Huaraz y dejó a su paso 5 mil muertos. En el caso de la quebrada Rajucolta, en el año 1883 se produjo el rompimiento del dique morrénico de la laguna, originando un aluvión. Por otra parte, el tramo hídrico resultante de la conjunción de las quebradas Quilcayhuanca y Cojup hasta su desembocadura en el río Santa, que atraviesa la ciudad de Huaraz, es un terreno con constante deposición de sedimentos, los cuales componen el suelo urbano huaracino, proceso que tomó fuerza con los aluviones, el último de los cuales fue el de 1941.

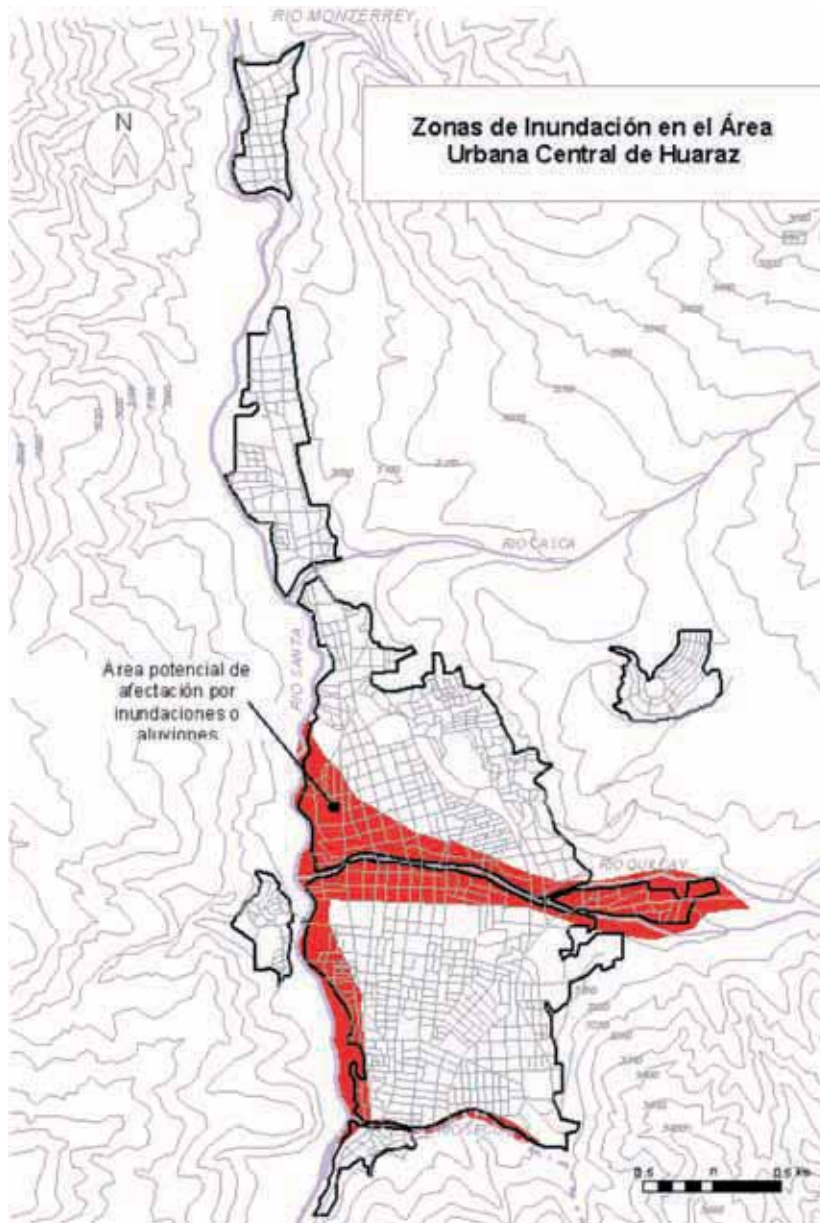
La evaluación del peligro de un aluvión se ha realizado tomando en cuenta estos antecedentes, el estado actual de la red hidrológica y los estudios del Indeci, especialmente el mapa empleado para la elaboración del Mapa de Peligros Múltiple de la ciudad. El principal criterio empleado para establecer las zonas expuestas al aluvión ha sido conjugar la topografía del área urbana con los límites alcanzados por otros eventos de la misma naturaleza, teniendo como gran referente el aluvión de 1941. El gráfico 7 muestra el mapa de las áreas expuestas a inundación.

Se debe tener en cuenta que el aluvión de 1941 en el área urbana de Huaraz siguió una dispersión de clara forma de abanico hasta llegar a la mitad de su recorrido a su paso por la ciudad, luego se estrechó ligeramente influenciado porque gran parte de su carga ya venía depositándose y la parte occidental de la ciudad aún tenía cobertura agrícola y forestal, lo que actuó como un freno. Es importante recalcar que el aluvión acaecido en Huaraz tuvo una masa de remoción de 4 millones de m³, mientras que el de Yungay, a raíz del sismo de 1970, removió 33 millones de m³ de material. De acaecer en Huaraz un aluvión de proporciones mayores, se puede presumir que la afectación siga las curvas de nivel de la ciudad desde su llegada a la urbe y que el represamiento del río Santa por material aluviónico lo haría desbordarse hacia sus márgenes aguas arriba, de manera especial a las áreas urbanas (la margen contraria son laderas de cerros).

Por todas estas razones, se puede establecer la zona que el desborde impactaría en Huaraz: el cono aluviónico abarca los sectores de Nueva Florida, Raimondi, Independencia, Huarupampa, Centenario y, de manera drástica, Patay y Challhua. El área de río Seco también se vería afectada si el aluvión estuviera acompañado de un sistema continuado de lluvias (ocurrencia de un FEN), lo que ocasionaría la activación de quebradas (caso del río Seco). El aluvión tiene un efecto arrasador y no hay mayor estimación de sus niveles de peligro que la simple exposición que se presenta desde ya como de peligro alto.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash

Gráfico 7. Zonas de inundación en el área urbana central de Huaraz



Fuente: Indeci (2003).

2.3. Sismo y evaluación de peligro para la ciudad de Huaraz

Según la experiencia del terremoto de 1970 (análisis de isosistas), a Huaraz se le adjudicó una intensidad de VIII en la Escala Mercalli Modificada. Los efectos locales fueron la destrucción de toda la zona céntrica de Huaraz y únicamente quedó en pie la zona de Centenario (Independencia).

Los estudios sísmicos incorporados en la investigación se remiten a los efectuados y posteriormente consolidados por el Programa de Estudios de Ciudades Sostenibles del Indeci (2003) correspondiente a Huaraz, estudio que sintetiza los diversos estudios técnicos anteriores. Entre las principales variables revisadas para plantear el nivel de peligro están las siguientes:

- Características del estrato geológico.
- Presencia de aguas subterráneas y nivel de afloramiento (nivel freático).
- Características de la capacidad de resistencia del suelo para soportar carga (capacidad portante).
- Amplificación de las ondas sísmicas provenientes de la roca firme profunda en su recorrido por el suelo inmediato superior hasta la superficie (amplificación sísmica).

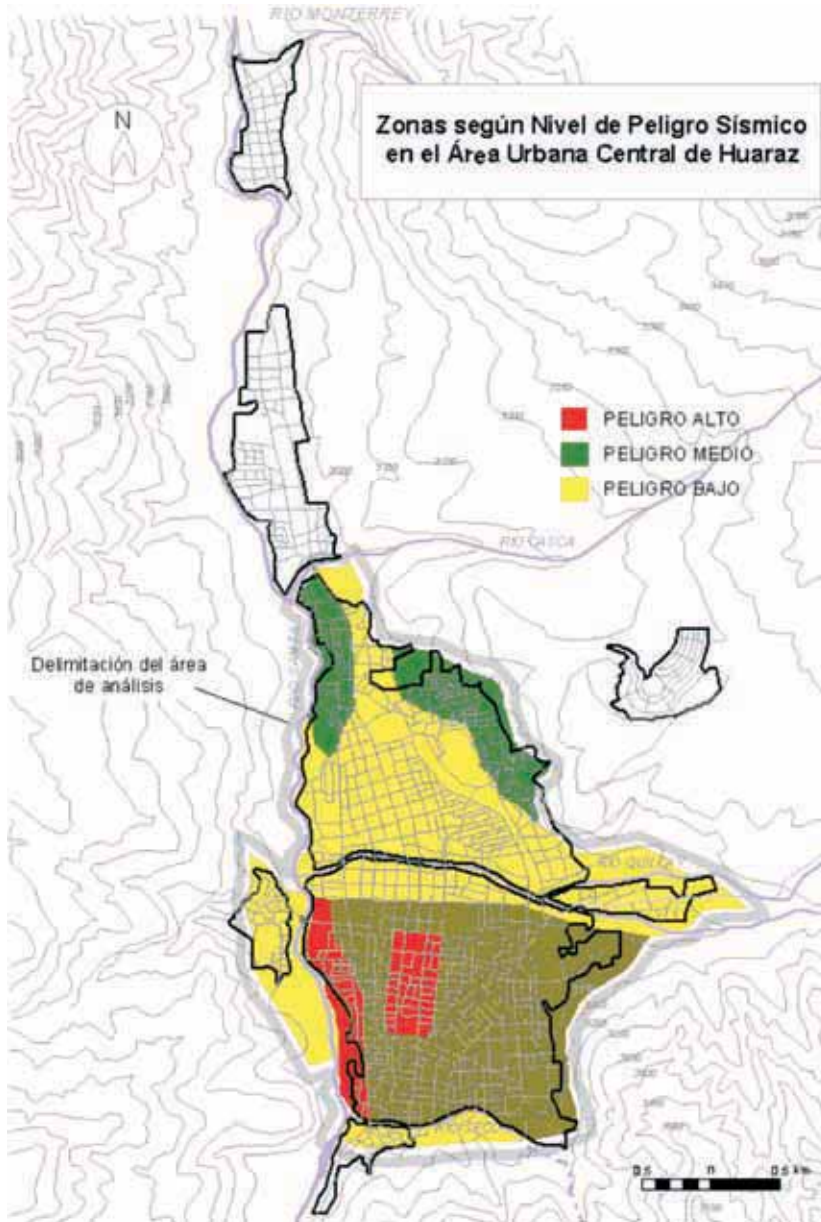
Al realizarse un análisis sobre la probabilidad de futuros sismos mediante la predicción de aceleraciones con un determinado retorno (utilización del programa Risk), se obtuvo aceleraciones en roca firme de 44,9 y 83,1 gales (44,9 y 83,1% de la aceleración de la gravedad) para periodos de retorno de 30 y 100 años, respectivamente. Es importante señalar que esta aceleración en roca firme sufre modificaciones al transmitirse en el suelo en el que se asienta la ciudad de Huaraz y que por lo general ocurren amplificaciones. Así, una aceleración de 83,1 gales en roca firme se puede triplicar a 249,3 gales en el terreno y producir daños al menos en las viviendas de adobe. La amplificación en el suelo de Huaraz es un factor importante y, de acuerdo con los efectos del terremoto de 1970, esta se concentra en la zona céntrica de los distritos de Independencia y Huaraz.

Para este caso se escogió la zona de mayor concentración urbana de Huaraz, que empieza al norte, desde la unión de la Av. Confraternidad Oeste con la Av. Centenario (distrito de Independencia) hasta la quebrada de río Seco al sur. Esta delimitación ha permitido una inspección de campo más viable, con un estudio lote por lote. En ese sentido, el gráfico 8 muestra la demarcación del área establecida de análisis y la tipificación de las áreas por grado de peligro sísmico.

Se puede apreciar que casi la mitad del área urbana de Huaraz está en zonas de peligro medio, y que la parte urbana que se ubica al norte de la Av. Raimondi es la zona más segura, a excepción de la zona de ladera que corresponde a Shancayán y la parte ribereña del río Santa (Quinuacocha, El Milagro y Cascapampa), ambas zonas tienen un grado de peligro medio. Por último, la zona más peligrosa en el orden sísmico está en las riberas del río Santa, es decir, parte de Rosaspampa, todo el ámbito de Chalhua y el área central de la ciudad, donde confluyen Belén y la zona comercial. El resto de áreas es de peligro medio (la mayor parte del distrito de Huaraz).

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash

Gráfico 8. Zonas según nivel de peligro sísmico en el área urbana central de Huaraz



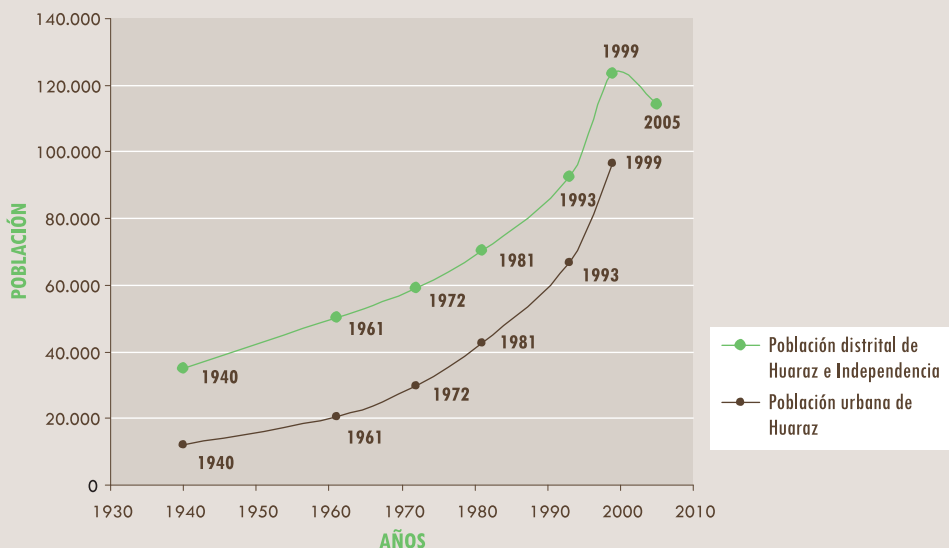
Fuente: Indeci (2003).

3. LA POBLACIÓN Y EL DESARROLLO URBANO EN EL MEDIO RACIONALIZADO DE LA CIUDAD DE HUARAZ

3.1. Crecimiento de la población y expansión urbana de la ciudad de Huaraz

La ciudad de Huaraz está comprendida íntegramente en dos distritos: Huaraz e Independencia. Por tanto, para fines prácticos, se asume que la población urbana de ambos distritos es la que forma la ciudad de Huaraz. El área urbana comprende 939,26 hectáreas que albergan una población estimada anteriormente en 95 mil habitantes, así, la densidad poblacional se calcula en aproximadamente 101 habitantes por hectárea. La ciudad ha experimentado un incremento sostenido de la población urbana con respecto del total de los distritos (la diferencia poblacional correspondería a la población rural), asociado a un fuerte proceso de urbanización, si bien no ha logrado absorber íntegramente a los distritos (existen asentamientos humanos en áreas silvestres, amplias y llenas de accidentes geográficos). La tasa de crecimiento fue de 4% anual durante el periodo intercensal 1972-1981, y de 3,4% en el periodo 1981-1993 (INEI, 2006).

Gráfico 9. Evolución de la población de la ciudad de Huaraz y de los distritos de Huaraz e Independencia



Elaboración propia a partir de INEI.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo de la ciudad de Huaraz, Áncash

Las estimaciones oficiales de la población de los distritos de Huaraz e Independencia divergen con las cifras del último censo, pero la diferencia no es importante, por lo que se puede estimar que en la actualidad la población total de Huaraz e Independencia (urbana y rural) bordearía los 120 mil habitantes.

Gradualmente, la población rural ha ido disminuyendo y convirtiéndose en urbana. Este cambio se debe primordialmente a dos factores: un fuerte proceso de migración del campo a la ciudad y un acentuado proceso de urbanización. La primacía de la población rural se ve anulada por estos procesos a partir de 1972. Además, este se acelera por la reconstrucción de la ciudad de Huaraz después del terremoto de 1970, que significó una gran posibilidad de asentarse en un medio urbano. En la actualidad, el porcentaje de población urbana debe estar bordeando el 80%, cuando menos, y con ello se puede estimar que la población de la ciudad de Huaraz oscilaría alrededor de los 95 mil habitantes, con una tasa de crecimiento anual de 2,6% (calculada durante el periodo intercensal 1993-2005).

La ciudad de Huaraz está habitada por pobladores oriundos de distintas partes del país, cuya migración inicial se remonta hasta tres generaciones y aún continúa. Después del terremoto de 1970, la población que servía de núcleo originario de la identidad huaracina quedó mermada. Los sobrevivientes de esta población, junto a aquellos que procedían de estancias rurales muy cercanas, comenzaron a asentarse al este del barrio Centenario, área urbana que quedó casi intacta a pesar del terremoto, formando el actual ámbito conocido como Nicrupampa (ubicado al norte del río Quilcay).

La reconstrucción, que atrajo la ocupación de personas de diversas partes del país, finalizó en el moderno casco urbano de Huaraz con amplias calles y espacios destinados al comercio (área comercial central de Huaraz). Esta oportunidad laboral y luego comercial fue el punto de atracción para población migrante con algún capital y capacidad de inversión (proveniente del norte y el centro del país). Muy pronto, las zonas marginales aledañas al río Quilcay, como la zona de Antonio Raimondi, se tugurizaron para finalmente acoger el comercio menor e informal. Este proceso se aceleró por oleadas migratorias de origen regional más recientes.

La zona norte de Huaraz, en el distrito de Independencia, fue el lugar de expansión urbana de la ciudad y acogió a población del norte de Áncash y de las estancias cercanas. Mientras que en el sur, zonas urbanas como Pedregal, Villón y Bellavista hacían lo propio como lugar de residencia para migrantes sureños. Por último, las estancias cercanas que se ubican al lado de la Cordillera Negra aglutinaron la población migrante en la margen oeste del río Quilcay, conocida como Los Olivos.

En la actualidad, nuevas áreas, como la confluencia de los ríos Auqui y Paria que origina el río Quilcay, están siendo pobladas por migrantes. Esta zona se conoce como Nueva Florida y tiene importante presencia de población del altiplano peruano.

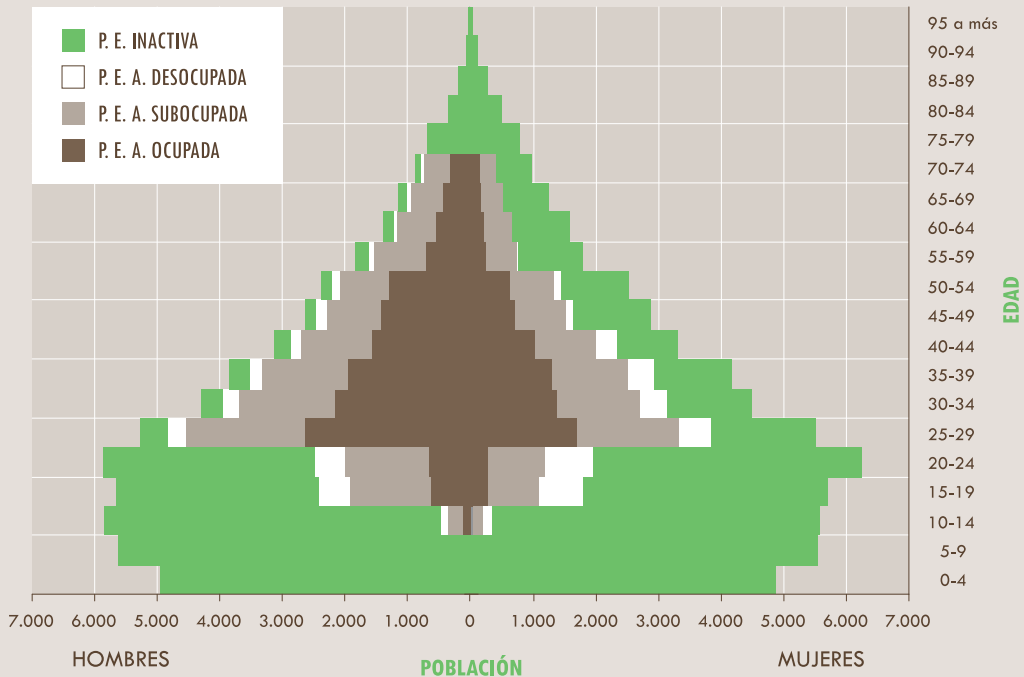
Nota aparte merece la formación de áreas debidamente habilitadas para atender la demanda de vivienda para el personal vinculado a la minería y que ejerce cargos directivos y técnicos (cuyos lugares de origen son muy diversos, inclusive foráneo); la más notoria es la residencial El Pinar, ubicada en la altiplanicie adyacente al oeste del área urbana de Independencia.

En los estudios realizados por la Municipalidad Provincial de Huaraz se ha identificado los siguientes sectores de asentamientos urbanos:

- Sector I (491,75 ha): área central del casco urbano de Huaraz
- Sector II (91,31 ha): área de Shancayán
- Sector III (171,98 ha): área entre el río Casca y el casco urbano central de Independencia
- Sector IV (232,95 ha): Monterrey y zonas periféricas a ambos márgenes del río Santa en Independencia
- Sector V (3.346,16 ha): zonas urbanas periféricas en las laderas alrededor del casco urbano central
- Sector VI (5.353,31 ha): áreas más lejanas para expansión urbana
- Sector VII (197,16 ha): áreas en zonas de aluvión

Resulta importante precisar que es mayor el área heterogénea e importante la cantidad de asentamientos en lugares empinados o con riesgo de inundaciones. En la mayor parte de estas zonas heterogéneas, los servicios y el equipamiento se han habilitado después de su asentamiento (algunas zonas aún carecen de ellos). La zona adecuada para una expansión urbana ya es exigua, la ciudad ya saturó toda zona llana que corresponde a la margen oriental del río Santa y solo quedan la margen contraria (que no es extensa) y las zonas agrícolas de la planicie encima de la urbe al oeste (que continúa la expansión de El Pinar). Por otra parte, la mayor densidad poblacional está en los barrios céntricos de la ciudad (Centro Comercial, Belén y Huarupampa), seguidos de Nicrupampa; mientras que Monterrey es el sector que pertenece al ámbito urbano consolidado con áreas más extensas por lote (típico de las zonas de recreo comercial).

En el gráfico 10 se observa que la población económicamente activa (PEA) de la ciudad de Huaraz presentaba los siguientes ratios en el año 2002: tasa de actividad de 61,1% y tasa de desempleo de 12,1%, de acuerdo con los resultados de la ENAHO (INEI, 2002). La búsqueda de trabajo ha traído a ciudades como Huaraz población que no es asimilada completamente por el mercado laboral urbano, lo que da una tasa mayor de desempleo en el nivel regional. A esto se une una mayor inactividad debido a que existe mayor número de estudiantes en educación superior (entre las principales causas). En cuanto al subempleo, su número, 44,1% de la PEA total, es equiparable al del empleo adecuado (43,9% de la PEA total). El sector servicios es el que concentra la generación de empleo en Huaraz, como se muestra en el cuadro 5. El problema radica en que existe un 61,4 % de la PEA que puede estar inmersa en actividades económicas informales (dentro de las empresas o de manera individual).

**La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash**
**Gráfico 10. Identificación de la población económicamente activa e inactiva en la
pirámide de edades de los distritos de Huaraz e Independencia, 2002**


Fuente: INEI (2002).

Cuadro 5. PEA relativa según rama de actividad económica

RAMA DE ACTIVIDAD	PORCENTAJE
Extractiva	6,2
Industria manufacturera	6,2
Construcción	6,6
Comercio	23,6
Servicios no personales	43,8
Servicios personales	11,1
Hogar	2,4
Total	100,0

Fuente: INEI (2002).

3.2. Usos del suelo urbano en la ciudad y comunicación vial en Huaraz

La ciudad de Huaraz se caracteriza por ser una ciudad en la que predomina como actividad económica el sector servicios, así lo demuestra su mapa de uso de suelos: gran parte del suelo es de uso comercial y administrativo y casi nada para uso industrial (que se identifica con el color morado en el gráfico 11). Gran parte de las zonas comerciales aparecen adyacentes a las avenidas importantes que corren de norte a sur de la ciudad, atravesando inclusive el río Quilcay mediante puentes; entre las principales, Av. Confraternidad Oeste y Este y Av. Fitzcarrald-Luzuriaga.

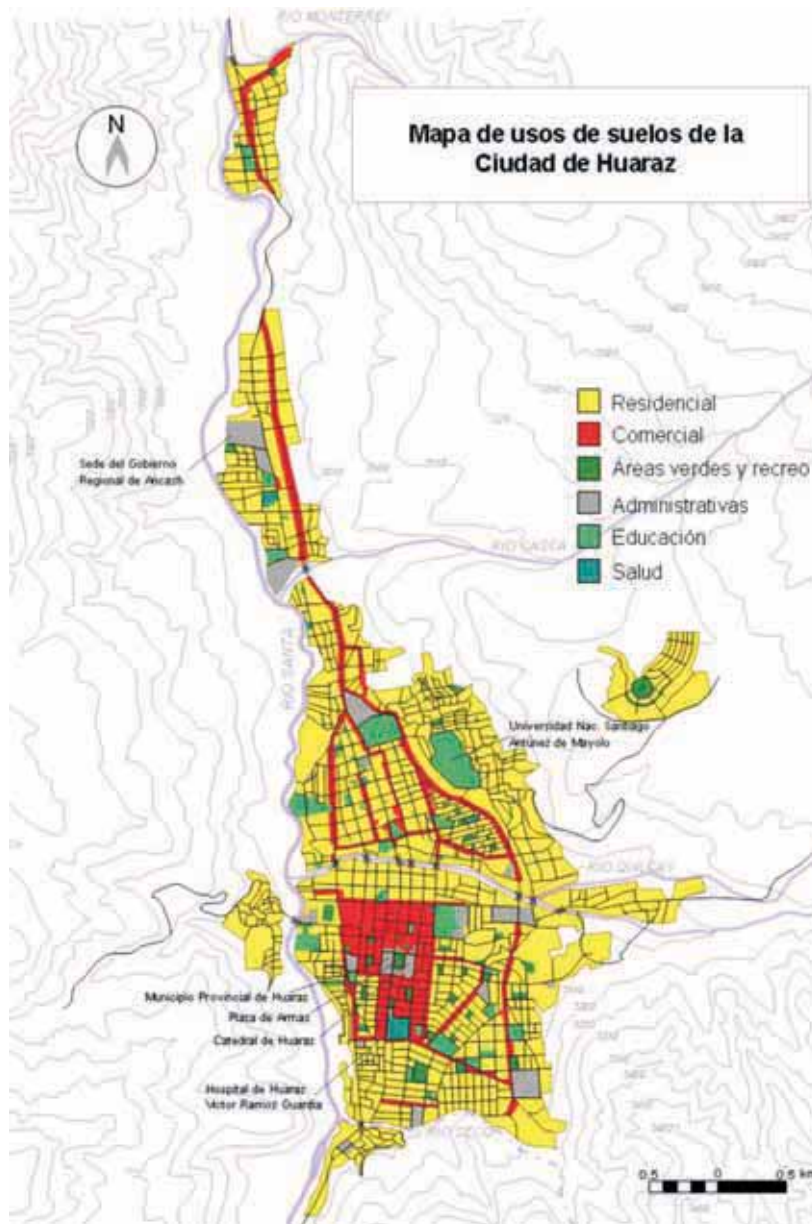
Otras zonas comerciales están próximas a vías transversales de las principales, como las avenidas Antonio Raimondi, 28 de Julio y Villón, entre las importantes; mientras que el resto de la concentración comercial se establece en las áreas de la zona comercial y parte de los barrios de Huarupampa, Belén y San Francisco. Es importante señalar que en las zonas aledañas al río Quilcay, conocidas como el cono aluviónico (Raimondi y parte de Huarupampa, Rosaspampa, Centenario y Patay), existe un importante comercio informal que, en algunos casos, invade las vías vehiculares.

En cambio, las instituciones administrativas, aparte de estar regularmente concentradas en torno de la plaza de armas, aparecen diseminadas en todo el espacio urbano, por ejemplo, el Gobierno Regional Áncash está en Vichay; mientras que las instituciones de salud y educación están mucho más diseminadas. Asimismo, la ciudad de Huaraz mantiene un atractivo para la banca debido al flujo comercial, administrativo y empresarial, lo que permite la presencia de varios bancos importantes. No obstante, la actividad bancaria se orienta al financiamiento de la pequeña y la microempresa, dando la oportunidad de entrar al mercado financiero a diversas cajas municipales.

La intención del Municipio Provincial de Huaraz, junto con su par distrital de Independencia, sobre la regulación del suelo es que las zonas comerciales adyacentes a las vías principales que son periféricas deben alcanzar los 5 pisos (C5), mientras que en las vías céntricas solo deben llegar hasta los 3 pisos (C3). En el caso de la extensa zona comercial que se ubica en el centro de la ciudad debe tener una categoría C5. Mientras que las zonas residenciales como los barrios consolidados al este de la ciudad (Villón, San Francisco y Shancayán, entre otros) solo pueden alcanzar los 4 pisos (R4). Únicamente en Centenario y Nicrupampa, aprovechando las condiciones favorables del suelo se puede autorizar una categoría R5, en el resto de barrios, a excepción de las áreas pertenecientes al cono aluviónico o de inundación que se pretenden erradicar (ríos Santa, Quilcay, Casca, Monterrey y Seco), solo se permiten construcciones de hasta 3 pisos (R3). Todas estas densidades normativas recogen las sugerencias del estudio realizado por el Indeci (2003).

**La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
 de la ciudad de Huaraz, Áncash**

Gráfico 11. Mapa de uso de suelos de la ciudad de Huaraz



Fuente: Municipalidad Provincial de Huaraz (2004).

En la práctica existe un desorden constructivo porque proliferan construcciones mayores de 5 pisos en el mismo centro de la ciudad, y mayores de 3 pisos en las zonas periféricas, incluyendo las zonas aluviónicas o inundables. Al respecto, aún no se han planteado soluciones, al menos para la zona aluviónica.

Otra gran preocupación, aparte de establecer áreas futuras de expansión, es la designación de áreas para uso industrial para motivar y prever la necesidad ante el eventual desborde poblacional que iría en busca de una actividad económica sostenida (no sustentada en servicios). Estas áreas estarían al sur en Tacllán (Quechcap incluido), al frente de la desembocadura del río Casca por Picup y en las inmediaciones de Marcac; se prevén futuros puentes para comunicar estas áreas con la urbe.

En cuanto a la red vial, en la actualidad, la función que realizan las vías en varios casos está lejos de su cometido inicial. Tal es el caso de la Av. Confraternidad que debiera comportarse como una vía de evitamiento pues rodea la ciudad; pero algunos tramos de esta arteria aún no se completan debido a que la proyección de sus trazos se cruza con muchas zonas de reciente y desordenado asentamiento que se consolidaron rápidamente. Solo el tramo occidental de esta avenida está operando (Confraternidad Oeste), lo que permite desviar el tránsito interprovincial de la zona central de la ciudad. Por tanto, la principal vía que permite el flujo interprovincial sin contratiempos es la Av. Confraternidad (cuyo tramo oriental se está completando lentamente).

La conexión entre los distritos de Huaraz e Independencia se realiza mediante nueve puentes, de los cuales siete cruzan el río Quilcay, uno cruza el río Santa hacia Los Olivos (único acceso desde el oeste a Huaraz) y el último cruza el río Auqui hacia Nueva Florida. Existen otros tres puentes: el puente Tacllán sobre el río Seco que da acceso a la ciudad de Huaraz desde el sur, el puente sobre el río Casca que une Cascapampa con Palmira y el puente sobre el río Monterrey que permite el acceso a Huaraz desde el norte.

Esta red vial soporta, además del transporte nacional, la presión del transporte interprovincial dentro del Callejón de Huaylas, el que se puede separar en rutas que van al norte (Caraz como principal destino) y aquellas que van al sur (Catac, más allá de Recuay, como principal destino); además de la presión del transporte interurbano que asocia la ciudad con su entorno provincial (la mayor parte de las unidades son camionetas rurales y automóviles). El cuadro 6 presenta las empresas y las unidades vehiculares que realizan el transporte en cada ámbito.

En este cuadro se aprecia una proliferación de vehículos de taxi o colectivos cuya cantidad sería mayor si se incluyera a los informales. De este modo, las camionetas rurales y estos vehículos dominan 70% del parque automotriz de la ciudad. La afluencia de tantos vehículos cuyos paraderos están en plena vía pública (solo 33 empresas tenían paraderos establecidos de partida y llegada en el año 2004) ha hecho que las vías principales que cruzan el centro de la ciudad hayan sido declaradas

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash**Cuadro 6. Empresas y unidades vehiculares que realizan el transporte desde y dentro de Huaraz, 2005-2006**

	ÁMBITO	CANTIDAD DE EMPRESAS	CANTIDAD DE UNIDADES
Interprovincial fuera del Callejón de Huaylas	Buses y minibuses	24	96
	Automóviles	2	76
Interprovincial dentro del Callejón de Huaylas	Rutas norte (camionetas rurales)	24	191
	Rutas sur (camionetas rurales)	6	56
Interurbano (dentro de la provincia)	Público (camionetas rurales y demás)	19	274
	Taxis y colectivos	23	1.057
	Servicio escolar	3	16
	Camionetas de carga	4	22

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2006).

zonas rígidas para el estacionamiento. Sin embargo, el tráfico persiste y la semaforización de los cruces de las vías principales recién se está completando.

Huaraz es el centro político-administrativo de la subregión y la ciudad es sede de la Municipalidad Provincial de Huaraz encargada directamente del distrito de Huaraz. El Concejo Municipal es el máximo órgano de gobierno y el alcalde preside las juntas de delegados vecinales comunales y el Comité de Defensa Civil. En la actualidad, la municipalidad tiene las siguientes gerencias: Gerencia de Administración y Finanzas, Gerencia de Planificación y Presupuesto, Gerencia de Administración Tributaria y Rentas, Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural, Gerencia de Servicios Municipales y Gerencia de Asesoría Jurídica. El catastro y las obras públicas dependen de la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural que actualmente se han acogido al Plan de Desarrollo Urbano Huaraz-Independencia, 2004-2009. Plan que toma las sugerencias de los estudios del Programa de Ciudades Sostenibles del Indeci (2003), pero no presenta un diagnóstico sobre el propio desarrollo de la ciudad. Lo destacable es el establecimiento de áreas de expansión urbana, la implementación de nuevas vías y la separación de zonas de uso especial (principalmente de índole industrial).

3.3. Servicios y oportunidades de desarrollo que concentra Huaraz

El Callejón de Huaylas se comporta claramente como una subregión cuyo núcleo central es la ciudad de Huaraz, que se encuentra a la mitad de un gran eje que la conecta con el rosario de ciudades que lo recorre de sur a norte, en forma longitudinal, en medio de las cordilleras Negra y Blanca. Estas ciudades dependen mucho de la influencia de Huaraz que, como gran polo, concentra los servicios y las actividades económicas principales de la zona, y se yergue frente a otros polos de relevancia microrregional (Huari o Pomabamba), regional (Chimbote) y nacional (Lima). Se recurrió al análisis gravitacional como método científico para delimitar la zona de influencia del Callejón de Huaylas y se encontró que la población que depende de Huaraz como polo subregional es de alrededor de 350 mil habitantes y la población que vive dentro de la microrregión de Huaraz es de aproximadamente 178 mil habitantes (80% urbana).

La ciudad de Huaraz concentra los servicios básicos de educación, salud, saneamiento, energía eléctrica y medios de comunicación. Así se tiene que:

- Los barrios Belén, San Francisco, Huarupampa, La Soledad, Nicrupampa y Centenario son los que tienen mayor concentración de instituciones educativas, sobre todo este último.
- Forma parte de la red de salud de Huaraz que está regentada por el Hospital de Apoyo Víctor Ramos Guardia (ubicado en Belén) y que tiene seis microrredes cuyos centros de salud se ubican en San Nicolás, Pira, Huarupampa, Nicrupampa, Palmira y Monterrey y que atienden en su jurisdicción y en los ámbitos urbanos y rurales por igual. Alberga un hospital de segundo nivel (ubicado en Vichay) que asiste a todo el Callejón de Huaylas, además de a la ciudad. Asimismo, existen clínicas particulares de reciente establecimiento como San Pablo e Internacional, ubicadas en Centenario y Belén, respectivamente.
- El servicio de agua potable lo brindan la EPS Chavín y las Juntas Administradoras (en Shancayán, Monterrey y parte de Los Olivos). Estas dos principales formas de servicio ofrecían en el año 2004 una cobertura de 74 y 26% de la población total, respectivamente. La captación del agua que se potabiliza para el consumo de la ciudad de Huaraz procede de dos ríos: Auqui y Paria (ambos afluentes del río Quilcay). En cuanto a las tuberías de conducción de agua potable (EPS Chavín), la red tendida tiene 116 kilómetros y es 80% de asbesto-cemento, 18% de PVC y 2% de fierro fundido. El problema radica en que las tuberías de asbesto-cemento tienen ya más de treinta años (desde la reconstrucción del terremoto de 1970) y muchas están colapsando.
- La red tendida de desagüe que es administrada por la EPS Chavín tiene 90 kilómetros, el material utilizado es 70% de concreto y el 30% restante de PVC

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo de la ciudad de Huaraz, Áncash

(instalación reciente); el problema radica en que todas las aguas servidas se vierten en los ríos circundantes. A su vez, el sistema de alcantarillado tiene un déficit de 15 kilómetros de red y existe poco mantenimiento (colmatación por deposición de sedimentos y basura), lo que hace que en la actualidad las aguas pluviales escurran hasta alcanzar las zonas más llanas.

- La energía eléctrica es proporcionada, entre otras de nivel nacional, por la empresa Hidrandina S. A., que administra la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato. Esta empresa deriva el suministro de esta central auxiliada por la explotación energética del río Pariac (cuenca inmediata al sur de Huaraz, en la Cordillera Blanca) hacia la subestación ubicada en Picup, cuya potencia instalada es de 7.500 kW. Para el año 2004, la cobertura alcanzaba 90% de la potencial demanda (19.368 conexiones domiciliarias), mientras que al finalizar el año 2005 las conexiones domiciliarias eran 19.612. En cuanto al alumbrado público, para el año 2004 se atendían 18.090 lámparas, en total 1.450 kW de potencia. La telefonía, la radiodifusión y los modernos medios de comunicación se han generalizado.

La dinámica económica de la ciudad está activada principalmente por la actividad del turismo que refuerza e impulsa el flujo de bienes y servicios en el Callejón de Huaylas principalmente, lo que además de expresarse en la alta movilidad del turismo interno también lo hace en el crecimiento de las actividades comerciales, de servicios de transporte de personas y la reactivación de la artesanía. Otras actividades complementarias son la agricultura y la piscicultura en el entorno rural de la ciudad y en los centros del eje urbano del Callejón de Huaylas. El cuadro 7 presenta indicadores que destacan el crecimiento de la demanda de turismo en la ciudad de Huaraz.

Huaraz, que en la actualidad corresponde al grupo de destinos cuya estancia es menor de una semana, cuenta con diversos atractivos turísticos y, a su vez, es el centro de operaciones del servicio turístico en el nivel microrregional (Callejón de Huaylas y el ámbito de Conchucos, al lado oriental de la Cordillera Blanca). Así, la ciudad de Huaraz es el lugar de partida para el ecoturismo que regularmente se concentra en la visita al Parque Nacional de Huascarán (lagunas y nevados) y el turismo cultural que tiene como principal atractivo los restos arqueológicos de Chavín de Huántar (Callejón de Conchucos).

Cuadro 7. Indicadores de la oferta y la demanda de turismo en Huaraz, según distrito, 2003-2005

		INDICADORES POR DISTRITO	2003	2004	2005
DISTRITO DE INDEPENDENCIA	OFERTA	Número de establecimientos	24	25	27
		Número de habitaciones	391	406	433
		Número de plazas-cama	892	928	962
	DEMANDA	Promedio de permanencia (días)	2,10	2,14	2,07
		Nacionales	1,90	2,05	2,02
		Extranjeros	2,71	2,59	2,33
		Total de llegadas	12.529	14.678	19.049
		Nacionales	9.281	11.876	16.107
		Extranjeros	3.248	2.802	2.942
		Total de pernoctaciones	26.889	31.758	40.078
		Nacionales	17.865	24.461	33.164
		Extranjeros	9.024	7.297	6.914
		Total de empleo	84	81	89
DISTRITO DE HUARAZ	OFERTA	Número de establecimientos	112	115	115
		Número de habitaciones	1.792	1.829	1.888
		Número de plazas-cama	3.734	3.815	3.889
	DEMANDA	Promedio de permanencia (días)	1,42	1,44	1,44
		Nacionales	1,36	1,35	1,36
		Extranjeros	1,75	1,86	1,73
		Total de llegadas	90.736	99.179	97.184
		Nacionales	77.055	82.493	78.749
		Extranjeros	13.681	16.686	18.435
		Total de pernoctaciones	131.129	144.260	142.117
		Nacionales	106.366	111.990	108.475
		Extranjeros	24.763	32.270	33.642
		Total de empleo	285	294	333
TOTAL DE AMBOS DISTRITOS		Número de establecimientos	136	140	142
		Total de pernoctaciones	158.018	176.018	182.195
		Nacionales	124.231	136.451	141.639
		Extranjeros	33.787	39.567	40.556
		Total de empleo por mes	369	375	422

Fuente: Mincetur.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash4. VULNERABILIDAD Y CONSTRUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE
EN LA CIUDAD DE HUARAZ4.1. Desarrollo urbano y marco teórico de creación de condiciones
de riesgo en la ciudad de Huaraz

Como se ha analizado anteriormente, los dos tipos principales de amenazas, aluvión y sismo, pueden ocurrir en el futuro y convertirse en peligros debido tanto a la exposición de la actual población de la ciudad de Huaraz (más del triple en relación con 1970) como a los problemas críticos que se han creado por los fenómenos de inmigración proveniente del entorno rural subregional, la mayor concentración de los servicios básicos y las oportunidades de desarrollo en la ciudad de Huaraz respecto de los otros centros urbanos, y de lejos de los distritos de mayor perfil rural del entorno. Al mismo tiempo que la población está saturando la ciudad, la mayor parte de la PEA presenta condiciones de inserción laboral precaria, en el marco de una economía local que aún no logra despegar, a pesar de la creciente importancia del turismo. Todo esto contribuye a que los nuevos hogares ocupen predios en áreas marginales muy expuestas o se hacen en predios de áreas consolidadas, en su búsqueda de no perder el acceso a oportunidades económicas o de superación.

En esta lógica se puede afirmar que, de ocurrir algún evento peligroso, podría resultar un desastre por lo menos parcial en la ciudad de Huaraz, porque hasta aquí se ha avanzado en identificar algunas condiciones de riesgo de desastre. De acuerdo con la reciente teoría de gestión del riesgo, el riesgo (Lavell, 2003: 16) es una condición objetiva latente: presagia o anuncia probables daños y pérdidas futuras asociados con el impacto de un evento físico externo sobre una sociedad afectada, midiendo la autorrecuperación de tal impacto y sus efectos. El resultado derivaría en un contexto que puede acarrear una reducción de las opciones de desarrollo pleno u óptimo de algún elemento o componente de la estructura social y económica. Desde esta óptica es que el desastre es la concreción del riesgo construido en el proceso de desarrollo.

Entonces, el riesgo se construye socialmente en un contexto de posibles amenazas físicas cuando los procesos de desarrollo aumentan la vulnerabilidad de las unidades sociales y sus medios. La vulnerabilidad (Predecán / GTZ, 2006: 20-21) se refiere a la capacidad de un elemento o sistema frente a las siguientes incidencias:

- *Exposición*, la cual es medida de forma espacial y temporal y se refiere a la influencia que puede ejercer una amenaza o un evento en un elemento o sistema por estar en un momento y un área determinados.

- *Fragilidad*, la cual se refiere al nivel de resistencia y protección frente al impacto de una amenaza o evento.
- *Resiliencia*, la cual mide el nivel de asimilación o capacidad de recuperación frente a los efectos de un evento.

En la postulación de la hipótesis se plantea que la ciudad de Huaraz se encuentra en una situación imperativa de riesgo de desastre debido a que existe un patrón de asentamiento urbano cuyas zonas de expansión y consolidación se realizan en lugares expuestos a peligros. Además, la población asentada posee muy poca resiliencia y un alto nivel de fragilidad que se evidencian mediante indicadores socioeconómicos y la evaluación de los principales medios de subsistencia identificados, con mayor énfasis en las edificaciones de los predios urbanos. La estimación de las afectaciones de traducirse el riesgo en impacto procurará determinar si se accede a una situación de desastre.

Al haber demostrado que el desarrollo urbano ha tenido lugar exponiendo a la ciudad a los peligros que antes concurren en la generación de los desastres precedentes, se trata ahora de profundizar primero en la vulnerabilidad social para luego determinar los niveles de vulnerabilidad de los predios urbanos, variable específica seleccionada para ello. Finalmente, se busca hacer la evaluación y el mapeo del riesgo de sismos e inundaciones de la ciudad.

La vulnerabilidad social se refiere al estado de las unidades sociales de referencia (hogares, personas, entre otros) que varía en relación inversa a su capacidad para controlar las fuerzas que modelan su propio destino, o para contrarrestar sus efectos sobre el bienestar. La generación de amenazas y vulnerabilidades radica en el quehacer cotidiano de la población, en especial de la población que sufre exclusión social. Así, el riesgo cotidiano (de índole socioeconómica) viene a ser el que enfrenta el pobre que no puede acceder a bienestar alguno, porque sufre de desempleo, desnutrición, insalubridad, violencia familiar y social, drogadicción y alcoholismo, entre otros factores. De esta manera se da paso a la transformación de la pobreza en factor de amenaza y vulnerabilidad. En el marco de la aplicación de estos criterios al análisis de la vulnerabilidad social en la ciudad de Huaraz, en resumen se encontró:

- Que los indicadores ofrecen un ámbito urbano cuya dotación de servicios es adecuada. No obstante, el uso de estos servicios es irregular y se rige según la estratificación socioeconómica de la población. Las poblaciones en áreas semi-urbanas y marginales mantienen altos índices de morbilidad y tienen viviendas en su mayoría de adobe y albañilería, mal concebidas en su diseño y construcción. Además, una parte de la población está tugurizando las zonas consolidadas, como muestran los arreglos familiares (hogares multifamiliares) y las características del jefe de familia.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash

- El aspecto más crítico se ubica en la economía de los hogares donde la mayoría no obtiene un ingreso económico suficiente para ahorrar o invertir en mejores condiciones de vida. El mantenimiento deficiente y la saturación de los predios urbanos, sobre todo para fines de vivienda, es el resultado de la situación anterior. Por tanto, la evaluación de los predios urbanos es vital para la seguridad y el bienestar inmediato de la población, más aún si los peligros son de orden sísmico y geológico. Con insuficiente cultura de participación cívica y estrés social (violencia y alcoholismo), la población refuerza su falta de resiliencia ante un impacto en sus bienes y su necesidad de organización para afrontar la situación.

Para examinar y determinar la vulnerabilidad de los predios urbanos, se profundizó en el análisis del tipo de vivienda y de tenencia que predominan en los barrios del área de estudio de la ciudad de Huaraz. El trabajo de inspección en campo realizado en el año 2006 permitió conocer el número total de viviendas y llegar a identificar:

- Dos grandes grupos de barrios en cuanto al tipo de vivienda construido: 1) *barrios con gran mayoría de viviendas de adobe*: Pedregal, Pumacayán, Independencia y Nueva Florida Baja; y 2) *barrios con gran mayoría de viviendas de albañilería*: Belén, Huarupampa, Rosaspampa, San Francisco, la zona comercial y El Pinar. Por otra parte, la mayor proporción de edificios con pórticos se ubican específicamente en la zona comercial.
- El Pinar y Nueva Florida Baja aparecen como las zonas más homogéneas con un solo tipo de vivienda. No obstante, en Nueva Florida la situación responde a un asentamiento temporal sobre zonas peligrosamente inundables, mientras que El Pinar es una urbanización con viviendas de albañilería bastante bien planificada.
- Sobre el tipo de tenencia de la vivienda, en 91% de los casos esta es propia y en 5% se trata de adquirida en posesión por invasión (sobre todo en las zonas periféricas). Una proporción importante de viviendas está en estado potencial de hacinamiento: 22% de casos que tienen tres habitaciones o menos.

Los predios para uso de vivienda se comportan como activos que suplen una necesidad básica y engloban a otros diversos activos (herramientas, mobiliario, medios de comunicación, etc.). Entonces, la resiliencia, que es un reacomodo de activos subsistentes ante la pérdida de vivienda, difícilmente se realiza y es más sensible en personas con ingresos per cápita exiguos (como es el caso de gran parte de la población de Huaraz), por lo que la restitución de lo perdido puede crear una cadena involutiva de deficiencia de activos, hasta llegar al decaimiento del nivel de vida.

Para los efectos de la evaluación de riesgo de desastre incorporando Mapas de Riesgo, la investigación seleccionó como indicador clave susceptible de medición de la vulnerabilidad a la variable fragilidad de los predios urbanos, para luego cruzar

la ubicación de estos predios y sus características con las zonas de peligro. En el caso de sismos, los predios pueden ofrecer cierta resistencia al evento y, por tanto, se puede identificar niveles de vulnerabilidad (vulnerabilidad sísmica). En el caso de aluviones, su efecto arrasador no permite mayor resistencia de los predios por lo que principalmente se mide la exposición al evento.

Por otra parte, la estimación del riesgo se realizó por medio de la metodología de cruces de indicadores de vulnerabilidad y peligro propuesta por el Indeci (2006), que se muestra en el cuadro 8. En este, los colores sirven para designar el nivel de riesgo en las subsiguientes ilustraciones gráficas.

Esta designación de niveles de riesgo que, en principio, es de carácter cualitativo se puede llevar al nivel de probabilidades mediante una equivalencia de los niveles cualitativos a rangos. Esta probabilidad será asignada luego como indicador del nivel de deterioro o pérdida económica al término del impacto de un evento adverso (la cuantificación económica se realiza en el siguiente capítulo). Los rangos de pérdida por nivel de riesgo se presentan a continuación:

- Riesgo bajo: 0,0 - 25,0%
- Riesgo medio: 26,0 - 50,0%
- Riesgo alto: 51,0 - 75,0%
- Riesgo muy alto: 76,0 - 100,0%

Para estimar la vulnerabilidad sísmica se recopiló en el trabajo de campo los indicadores básicos de cada lote que son propios de la vivienda y que pueden determinar un grado de vulnerabilidad.

Cuadro 8. Matriz metodológica para la estimación del riesgo

ESTIMACIÓN DEL RIESGO	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MUY ALTA
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

Fuente: Indeci (2006).

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo de la ciudad de Huaraz, Áncash

Entre estos indicadores destacan los siguientes:

- Tipo de material y/o sistema de construcción, con clases de cimentación y techo
- Número de pisos
- Antigüedad de la edificación (rangos de años: 0-20, 20-35, 35 o más)
- Simetría en las configuraciones de planta y elevación
- Deficiencias adicionales (muros, asentamientos o humedad)

4.2. Vulnerabilidad predial y Mapa de Riesgo de Sismos en la ciudad de Huaraz

La estimación de la vulnerabilidad ante los sismos obedeció a criterios técnicos que ponderaban cada una de las deficiencias según el tipo de edificación. De este modo, las viviendas de adobe eran observadas con mayor detalle si tenían 2 o más pisos y mayor antigüedad, mientras que las estructuras de albañilería lo eran por la simetría de la elevación y estado de los muros. En el caso de sistemas con pórticos, la acumulación de deficiencias les otorgaba el grado de vulnerabilidad. Los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad de los predios urbanos denotan una concentración de lotes vulnerables en las zonas ribereñas de los ríos Quilcay y Santa. Asimismo, los diversos edificios que son de adobe y resistieron el terremoto de 1970 en la zona de Centenario forman otra concentración de alta vulnerabilidad.

En resumen, se observa que la mayor parte de viviendas de adobe con mayor vulnerabilidad está en los barrios perimetrales, sobre todo alrededor de las márgenes de los ríos Santa y Quilcay. Otra gran parte de estos predios de adobe muy vulnerables se ubica en el sector céntrico y antiguo del distrito de Independencia. Para el caso de viviendas de albañilería, los predios de mayor vulnerabilidad se ubican en los lugares céntricos del distrito de Huaraz cuyos usos o funciones son mixtos: vivienda, comercio y político-administrativo. De un total de 12.384 predios, un subtotal de 5.007 (40,4%) presenta alto grado de fragilidad; y 6.573 (53,0%), un nivel medio.

Aplicando el método de estimación del riesgo se ha podido identificar y cuantificar los lotes por grado de riesgo, observándose que la principal zona que presenta lotes contruidos de adobe con alto grado de riesgo es Challhua; la gran mayoría de lotes de adobe del área de estudio presentan riesgo medio; Challhua y Rosaspampa poseen la mayor proporción de lotes de albañilería con alto riesgo; y Belén y la zona comercial tienen una afectación media (ver cuadro 9).

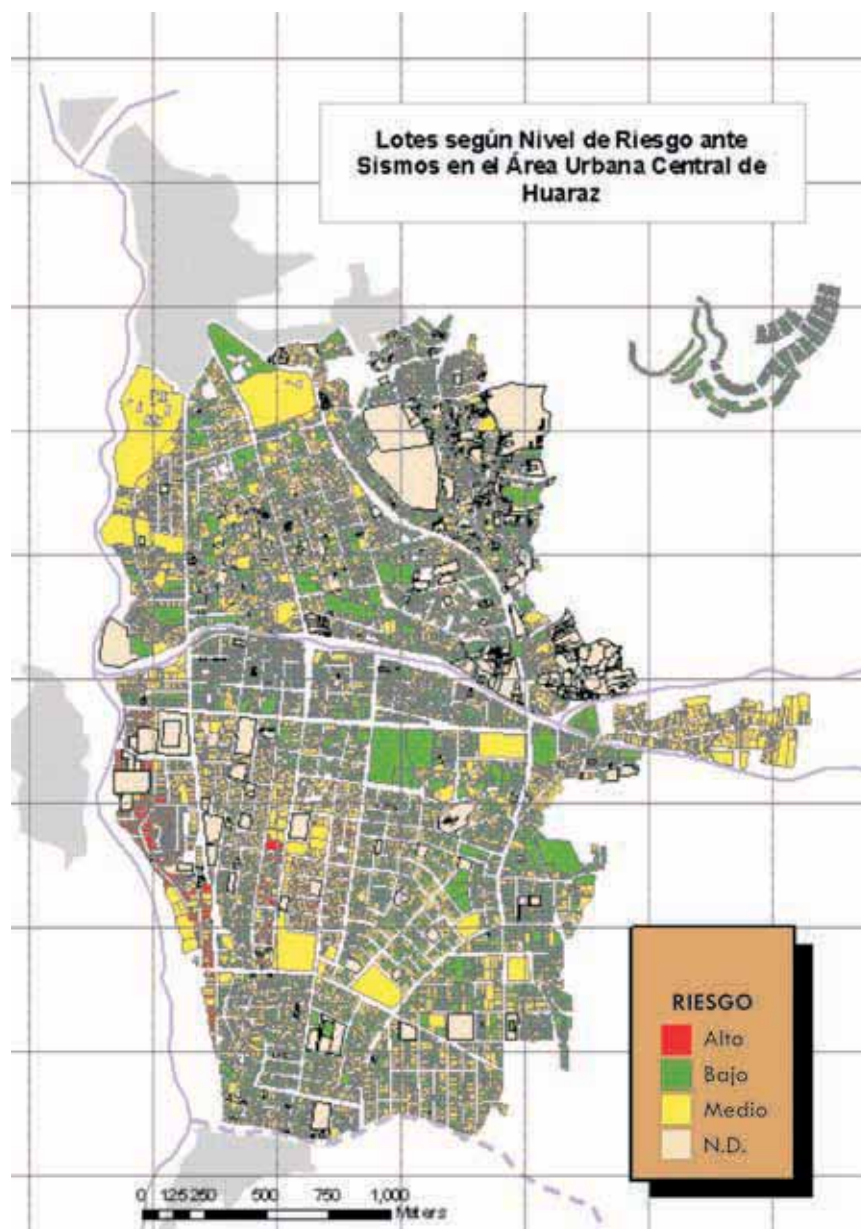
Cuadro 9. Lotes por grado de riesgo sísmico, según tipo de construcción, para cada barrio del centro urbano de Huaraz, 2006 (%)

LUGAR		RIESGO									TOTAL	
		Adobe			Albañilería			Aporticado				
DISTRITO DE HUARAZ		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Porcentaje	Número
	Belén	10,2	15,9	2,0	0,4	57,4	11,8		1,6	0,8	100	509
	Challhua	30,9	5,3	2,6	40,8	9,2	9,2	0,7		1,3	100	152
	Huarupampa		24,3	0,9		67,0	4,3		3,5		100	115
	Pedregal		40,5	20,0		6,1	33,0			0,4	100	1.268
	Pumacayán		34,9	25,9		4,0	34,9			0,4	100	1.098
	Raimondi		30,4	25,9		1,7	41,8			0,2	100	968
	Rosaspampa	5,4	8,9		36,9	44,3	3,0	0,3	0,9	0,3	100	336
	San Francisco		15,2	5,5		18,9	59,8		0,6		100	164
	Soledad		18,8	12,0		19,6	45,9		0,4	3,2	100	682
	Villón	3,0	31,6	20,1	3,2	17,4	23,9		0,5	0,3	100	1.147
Zona comercial	1,5	5,4	5,4	2,8	51,4	19,9		10,2	3,5	100	463	
DISTRITO DE INDEPENDENCIA	Centenario		51,2	2,2		2,9	43,3		0,1	0,4	100	1.669
	El Pinar						100,0				100	572
	Independencia		48,8	20,7		0,8	29,8				100	363
	Nicrupampa		22,7	27,9		15,7	33,2			0,5	100	578
	Nueva Florida Baja		97,3	2,7							100	296
	Patay		54,1	1,2		29,6	14,9				100	763
	Shancayán		25,5	16,5		4,8	53,3				100	1.241
	Total (absoluto)	158	4.057	1.644	238	1.700	4.442	2	73	70	100	12.384

Elaboración propia.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash

Gráfico 12. Lotes según nivel de riesgo ante sismos en el área urbana central de Huaraz



Elaboración propia.

4.3. Vulnerabilidad predial y mapa de riesgo de inundaciones en la ciudad de Huaraz

En el caso de los aluviones, el mapa de vulnerabilidad se construye considerando la exposición a este tipo de peligros. La investigación encontró que son 3.485 los predios expuestos, casi la cuarta parte del total de predios de la zona urbana analizada. Una gran parte de estos predios se ubica en el barrio Raimondi (27,8%) en la margen del río Quilcay, la mayoría de adobe, un poco más que los de albañilería. Esto indica que este espacio altamente expuesto está en vías de una consolidación urbana nociva. Otros sitios de mayor peligro son Pumacayán, Centenario y Patay. Los dos primeros por su ubicación en las márgenes del río Quilcay y el último por situarse en la pendiente baja en la confluencia del río Quilcay y el río Santa. En todos los casos, las viviendas de material noble tienen una gran presencia, por lo que los procesos de consolidación urbana se mantienen a pesar del peligro (ver gráfico 13).

4.4. Estimación del riesgo ante desastres de Huaraz y escenarios de riesgo en el proceso de desarrollo

De mantenerse las actuales condiciones de vulnerabilidad y ante el desencadenamiento de un sismo o un aluvión, las pérdidas sociales y económicas serían estimadas en torno al nivel de riesgo que muestra la población y sus medios de subsistencia, en especial los predios urbanos.

Se realizaron los análisis pertinentes para cada situación de desastre: sismo y aluvión. Para lo cual se consideraron dos tipos de afectaciones, el correspondiente a la población y otro a sus medios de subsistencia en los niveles de hogares y colectivo. Esta concepción se relaciona con el propósito de analizar la vulnerabilidad. Entre las principales afectaciones a los bienes de subsistencia se tienen aquellos a edificaciones o predios urbanos, redes de agua y desagüe, infraestructura vial y pérdidas asociadas al detenimiento de la economía, como el estancamiento del turismo y la ausencia de tributos. Estos indicadores obedecen al reconocimiento de la fragilidad de tales bienes, la naturaleza de los peligros y la caracterización de la economía local para el caso de la ciudad de Huaraz. En cuanto a la población, las afectaciones se catalogan en pérdidas de vidas, lesionados y damnificados. Esto imprime el carácter de indefensión y la necesidad de inmediata asistencia de la población tras el impacto. Pero también existe población que no necesariamente se ve afectada físicamente, sino que sufre la paralización de sus actividades cotidianas (acceso de servicios y continuidad de sus empleos o labores). Esto se indica por medio de la población que gravita directa e indirectamente en torno a la ciudad de Huaraz.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash



La investigación aplica una metodología de estimación de las afectaciones del riesgo futuro en los contextos de sismo y aluvión (inundaciones). Como resultado de esta aplicación se muestran en el cuadro 10 las pérdidas y las afectaciones en general, según tipo de evento. El sismo logra sobrepasar los mil millones de nuevos soles mientras que el efecto de un aluvión equivaldría a casi la mitad de este monto. En el caso de un evento concatenado, es decir, un fuerte sismo que da pie a un aluvión, las afectaciones no serían necesariamente la suma del efecto de cada uno por separado, puesto que habría en parte un doble cálculo de pérdidas. No obstante, se debe recordar que lo estimado es simplemente la afectación acreditada por el desarrollo de este estudio, y que debe haber numerosas afectaciones adicionales. Sin embargo, se parte de que las afectaciones aquí identificadas son lo más neurálgico de la situación futura de desastre.

Finalmente, es preciso señalar que las afectaciones más palpables en el caso combinado de sismo y aluvión tienen casi la misma magnitud de impacto del terremoto de 1970 que alcanzó los 500 millones de dólares. En resumen, la ciudad no podría recuperarse de tan gran impacto y sus consecuencias traspasarían el plano regional y podrían llegar al nacional, por lo que habría que recurrir a la ayuda externa, lo que concretaría el estado de desastre. Con lo cual los escenarios y las rutas probables que puede cursar la ciudad de Huaraz corresponden a los niveles III a VI que se presentan en el

Cuadro 10. Estimación de pérdidas y afectaciones para el ámbito de Huaraz según tipo de evento

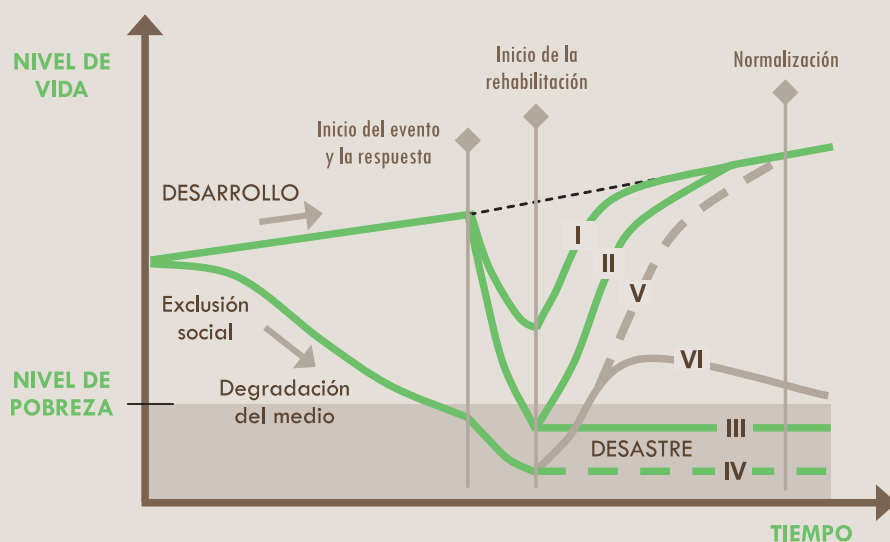
	TIPO DE AFECTACIÓN	SISMO	ALUVIÓN
POTENCIALES PÉRDIDAS ECONÓMICAS (soles)	Edificaciones	991.405.40	450.419.643
	Red de agua potable	14.848.000	2.969.600
	Red de desagüe	5.040.000	1.008.000
	Infraestructura vial		16.000.000
	Turismo	6.640.382	6.640.382
	Tributaciones	4.374.025	1.458.008
	Mínimo de pérdidas	1.022.307.808	478.495.633
POTENCIALES PERSONAS AFECTADAS (personas)	Víctimas fatales	1.393	2.440
	Lesionados y afectados directos	43.344	
	Damnificados	21.798	3.485
	Directos económicamente	178.000	
	Indirectos económicamente	172.000	

Elaboración propia.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash

gráfico 14, el cual resume las determinaciones y los cursos del proceso de desarrollo que encaran las situaciones de riesgo construidas sin políticas ni medidas de gestión del riesgo para reducir vulnerabilidades.

Gráfico 14. Nivel de vida y desastre



Descripción de las curvas

- I. Sociedad con nivel de vida ascendente y sostenido que, a pesar del efecto de un evento adverso, restablece su nivel rápidamente antes de que caiga en forma significativa.
- II. Sociedad con las mismas características de la anterior que, a pesar de haber recibido un impacto más profundo en su nivel de vida, logra restablecerlo por sí sola.
- III. Sociedad que habiendo tenido un desarrollo aparente (desarrollo precario), ante un evento adverso no logra restablecer su nivel de vida al punto de no tener recuperación alguna propia (desastre).
- IV. Sociedad que se ha visto afectada por procesos de exclusión social y degradación del medio. El resultado es un estado de casi nula respuesta (vulnerabilidad extrema) ante eventos adversos, pudiendo estos bajar el nivel de vida hasta niveles ínfimos permanentes (desastre).
- V. Sociedad que, después de haber sufrido un desastre, recibe apoyo externo para su restablecimiento hasta alcanzar un proceso de desarrollo sostenido (o proceso de planificación adecuada).
- VI. Sociedad del mismo caso anterior pero que, a diferencia de este, no logra realizar una apropiada planificación y es arrastrada por los mismos procesos que la llevaron a un estado vulnerable.

Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

1. La configuración urbana actual de Huaraz ha sido producto de un esfuerzo espontáneo de la población que traduce la búsqueda de satisfacción de necesidades básicas y la realización de emprendimientos económicos, ante un ámbito en el cual el centralismo nacional provocó la escasez de normas para guiar, sobre todo, un desarrollo ordenado de ciudades como Huaraz. Los eventos de 1941 y 1970 han sido la concreción de situaciones reconfiguradas de riesgo ante la desidia frente al reordenamiento urbano.
2. El ámbito de análisis e intervención con fines de gestión del riesgo y desarrollo es la subcuenca del río Santa, relativa a la ciudad de Huaraz, donde se encuentran los espacios de origen de amenazas (aluviones) y las áreas de impacto (urbe). Toda área menor de análisis y gestión tendría un efecto sesgado.
3. La configuración del riesgo de desastres para la ciudad desde la vulnerabilidad indica que la población de Huaraz ofrece condiciones insuficientes de bienestar que merman su capacidad de resiliencia debido a un proceso de estratificación y marginalidad socioeconómica, donde la subocupación y la poca actividad económica motriz producen un bajo ingreso económico promedio en los hogares y condicionan el asentamiento de viviendas en zonas expuestas a peligros.
4. La configuración del riesgo de desastres para la ciudad desde las amenazas indica que el tipo de peligros más probables son los naturales (aluviones y sismos) debido al emplazamiento en un medio físico con alta dinámica geológica.
5. El riesgo de desastres en un escenario futuro ha sido estimado priorizando la variable afectación en predios urbanos, donde las pérdidas superan los mil millones de nuevos soles (en caso de sismo o combinación sismo-aluvión).
6. La ciudad cursa definitivamente en una situación real de riesgo de desastres por la envergadura de las afectaciones que se producirían ante estos eventos naturales. Tal magnitud de impacto es casi comparable con aquella del sismo de 1970 (500 millones de dólares). Se está ante el escenario de un establecimiento humano con nivel de vida precario y muy vulnerable ante un evento adverso.
7. Para la evaluación del riesgo de desastres han sido preponderantes los siguientes puntos:

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo de la ciudad de Huaraz, Áncash

- La revisión de los antecedentes históricos de desastres (situaciones de riesgo ya concretadas).
- El establecimiento de un espacio territorial de análisis que engloba zonas de causalidad e impactos.
- La determinación de las zonas expuestas a peligros.
- La revisión de los niveles socioeconómicos y culturales de la población en búsqueda del grado de resiliencia (demografía, educación, salud, PEA).
- La identificación de los principales medios de subsistencia susceptibles a deterioro.
- La estimación del riesgo y las afectaciones con base en la población y sus medios de vida.

2. Recomendaciones

RELATIVAS A UNA GESTIÓN CORRECTIVA DEL RIESGO

1. Reubicar los predios de las zonas muy expuestas a peligros y que recién se están consolidando, como el caso de Nueva Florida Baja. Además, reubicar aquellos predios que bordean las márgenes del río Quilcay (malecones de los barrios Centenario y Huarupampa) y complementar con obras de defensa (estructuras y zonas verdes).
2. Se debe evaluar y monitorear el proceso de deshielo y desagüe de las diversas lagunas glaciares que están en la cabeza de las distintas quebradas que componen la microcuenca del río Quilcay. En la actualidad existe hermetismo y poco interés por el desarrollo permanente de estas actividades entre las autoridades y el colectivo social.
3. Urge mejorar las técnicas constructivas, sobre todo en el caso de sistemas de albañilería. Por otro lado, las viviendas de adobe de más de un piso y aquellas que datan de antes del terremoto de 1970 deben ser evaluadas y reemplazadas.

RELATIVAS A UNA GESTIÓN PROSPECTIVA DEL RIESGO

Se sugiere analizar y proponer políticas para promover un desarrollo de la ciudad que mejore la resiliencia de su población y aminore la exposición a peligros. Tales políticas deben estar establecidas en los diversos documentos de gestión edilicios como el Plan de Desarrollo Concertado, el Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Desarrollo Local, que deben enmarcar los proyectos que se presenten para su aprobación en los Presupuestos Participativos anuales. A continuación se señalan algunos lineamientos específicos de desarrollo que van en esa dirección, de acuerdo con lo analizado en el presente estudio:

1. Control del desarrollo urbano:

- Fortalecimiento del sistema catastral
- Construcción de infraestructura preventiva ante desastres
- Habilitación de zonas seguras de expansión
- Reubicación progresiva de la población de zonas altamente expuestas
- Protección de espacios rurales, paisajísticos y arqueológicos
- Uniformar la prestación de servicios en toda la provincia

2. Fortalecimiento de la actividad básica del turismo:

- Construcción de vías hacia parajes locales y centros de servicios turísticos
- Mejoramiento de los terminales terrestres
- Mejoramiento del ornato de la ciudad
- Empadronamiento de las empresas de servicios turísticos

3. Sensibilización ante los peligros naturales en el colectivo social:

- Realización de simulacros
- Obligación de la existencia de medidas preventivas en toda actividad o edificación urbana

4. Formalización de los sectores económicos y desarrollo de capacidades empresariales:

- Promoción de actividades productivas en el medio rural contiguo de Huaraz vía recolonización

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash

BIBLIOGRAFÍA

- ALBA, Augusto. 1989. «Reseña histórica de Huaraz». En Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concytec), *Áncash: historia y cultura*. Lima: Concytec.
- ÁLVAREZ-BRUN, Félix. 1970. *Áncash, una historia regional*. Lima: PLV.
- BLAIKIE, Piers et ál. 1996. *Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres*. Santa Fe de Bogotá: La Red.
- BUSO, Gustavo. 2001. *Vulnerabilidad social: nociones e implicancias de políticas para Latinoamérica a inicios del siglo XXI*. Santiago de Chile: Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (Celade).
- . 2002. *Vulnerabilidad sociodemográfica en Nicaragua: un desafío para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza*. Santiago de Chile: Celade.
- CANELO, Nemesio. *Planeamiento urbano y regional*. Documento inédito.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA (CEPAL) / CENTRO LATINOAMERICANO Y CARIBEÑO DE DEMOGRAFÍA (CELADE). 2002. *Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas*. Brasilia: Celade.
- ENKERLIN, Ernesto et ál. 1997. *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*. México, D. F.: Thomson.
- ENRÍQUEZ, José. 1999. *Estratigrafía y factores metalogenéticos en la Cordillera Negra*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo. Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- GACITÚA, Estandislo y DAVIS, Shelton. 2000. «Introducción a la pobreza y exclusión social en América Latina y el Caribe». En Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso), *Exclusión social y reducción de la pobreza en América Latina y El Caribe*. San José de Costa Rica: Flacso / Banco Mundial.
- GONZALES, Francisco. 1992. *Huaraz, visión integral*. Huaraz: Safori.
- HENRY, Glynn y HEINKE, Gary. 1999. *Ingeniería ambiental*. México, D. F.: Prentice Hall.
- INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES. 2002. *Recursos mundiales. La gente y los ecosistemas: se deteriora el tejido de la vida*. Madrid: Ecoespaña.
- ÍSMODES, Julio. 1997. *Economía urbana. La ciudad de Lima*. Lima: edición del autor.

- LAGESA, INGENIEROS CONSTRUCTORES. 1972. *Estudio de suelos para cimentación y pavimentos. Proyecto Huaraz-Cryrza (Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada)*. Lima: Ministerio de Vivienda.
- LAVELL, Allan. 2003. *Gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Ciudad de Panamá: Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (Cepredenac) / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- . 2005. «Vulnerabilidad social: una contribución a la especificación de la noción y sobre las necesidades de investigación en pro de la reducción del riesgo». En Intermediate Technology Development Group (ITDG), *Nuevas perspectivas en la investigación científica y tecnológica para la prevención y atención de desastres*. Lima: ITDG.
- LUGO, José e INBAR, Moshe. 2002. *Desastres naturales en América Latina*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- OLIVER-SMITH, Anthony. 2002. «El gran terremoto del Perú, 1970: el concepto de vulnerabilidad y el estudio y la gestión de los desastres en América Latina». En J. Lugo y M. Inbar, *Desastres naturales en América Latina*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- PACHAS, David y MEDINA, Máximo. 2001. *Crisis económica y calidad de vida en la sociedad huaracina*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (Unasam).
- PERÚ. INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI). 2003. *Plan de Prevención ante desastres, usos de suelo y medidas de mitigación: ciudad de Huaraz*. Lima: Indeci.
- . 2006. *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*. Unidad de Estudios y Evaluación del Riesgo (UEER). Lima: Indeci.
- PERÚ. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). 2002. *El empleo en el Perú 2002*. ENAHO 2002-III. Lima: INEI.
- PERÚ. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 1989. *Inventario de Glaciares del Perú. Primera Parte*. Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos (UGRH). Lima: Inrena.
- PERÚ. MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO (MINCETUR). *Resultados de la Encuesta Mensual a Establecimientos de Hospedaje Temporal*. Lima: Mincetur. (Fecha de consulta: 13 de enero de 2007). Disponible en <<http://www.mincetur.gob.pe/turismo/ESTADISTICA/clasificados/actividad.asp>>.

La evaluación del riesgo de desastre en la planificación del desarrollo
de la ciudad de Huaraz, Áncash

PERÚ. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC), SEDE HUARAZ. 2006.
Base de datos sobre empresas de transporte interprovincial. Huaraz: MTC (disquete).

PERÚ. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAZ. 2004. *Plan de Desarrollo Urbano Huaraz-Independencia 2004-2009*. Huaraz: Municipalidad Provincial de Huaraz.

PROYECTO PREVENCIÓN DE DESASTRES EN LA COMUNIDAD ANDINA (PREDECAN) / GTZ.
(2006). *Incorporación del análisis del riesgo en los procesos de planificación e inversión pública en América Latina y El Caribe*. Lima: Predecán / GTZ.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). 2004. *Informe de desarrollo humano: Perú 2005*. Lima: PNUD.

Direcciones de Internet:

Google Earth. Programa geográfico computacional. Disponible en <<http://earth.google.es/>>



TESIS 5

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares, distrito de Mariano Melgar, Arequipa

Ricardo Cruz Cuentas

Tesis para optar el grado de Magíster

Programa de Maestría en Planeamiento y
Gestión Urbana Ambiental

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

Resumen

La presente investigación forma parte de la reflexión sobre la construcción de modelos de gestión local del riesgo de desastre que respondan a la realidad socioeconómica y cultural de los asentamientos humanos formados por inmigrantes andinos. Desde esta perspectiva, encuentra valiosos aportes en la historia andina del país, así como un terreno fértil en la historia y la situación actual urbana del distrito de Mariano Melgar, zona periférica de la ciudad de Arequipa, para analizar la gestión del riesgo (GdR) de desastre y la formulación de un modelo alternativo de gestión local del riesgo.

La investigación determina la importancia estratégica de la construcción de una red de gestión local del riesgo de desastre que integre las potencialidades culturales de los actores populares, con base en su organización territorial, y los articule en relaciones de mutua cooperación con las entidades públicas, en el marco de una visión y objetivos compartidos para la reducción de las vulnerabilidades. Luego de analizar el cambio histórico-cultural —prehispánico y colonial— en la gestión del territorio respecto de la adaptación a la naturaleza y los desastres, se examina la expansión y la consolidación urbana de la ciudad de Arequipa en la época republicana, con énfasis en el papel de la gestión pública y la organización popular. La evaluación del riesgo de desastre por inundación de los asentamientos humanos ubicados en el borde de la torrentera El Guarangal parte de la identificación y la estimación económica de las pérdidas en los desastres por inundación de los últimos diez años, para luego centrarse en el análisis de las amenazas de inundación y los factores de vulnerabilidad que permiten determinar una situación de riesgo en el futuro y, asimismo, rescatar las potencialidades sociales. Finalmente, presenta la propuesta de un modelo alternativo de gestión local del riesgo armónico con la hipótesis confirmada, es decir, la concepción comunitaria y la vinculación de la GdR con el desarrollo sostenible.



1. CULTURAS Y GESTIÓN DEL TERRITORIO EN LA HISTORIA DEL PERÚ Y DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

1.1. Culturas andinas y adaptación prehispánica a los peligros naturales y cambios en la época colonial

El territorio que hoy ocupa el Perú siempre ha sido propenso a los desastres asociados a aspectos geológicos y climáticos. Por un lado, está la presencia de la placa de Nazca que se encuentra debajo de la placa Sudamericana, lo que crea una zona de subducción que dio origen a la cordillera de los Andes y hace de esta una zona con mucha actividad sísmica y volcánica; por otro lado, la presencia de la Corriente del Niño, que viene desde la costa del Ecuador, altera de modo radical el ecosistema de la normalmente fría Corriente Peruana, lo que produce lluvias torrenciales en algunos sectores y sequías en otros, manifestaciones extremas del Fenómeno El Niño (FEN).

La cultura andina se remonta cerca de 5 mil años, cuando las sociedades simples pasaron la «gran divisoria» para convertirse en sociedades complejas. Existen muchos indicios sobre estas anomalías climáticas, especialmente en la historia y los vestigios de las culturas Moche y Nazca, en la costa norte y sur del país respectivamente, que constituyeron escenarios de severas inundaciones ante la ocurrencia del FEN.

Una forma de conocer y entender el mundo andino es a través de sus mitos. La concepción andina de los desastres se puede encontrar en las numerosas versiones que los cronistas y los estudiosos contemporáneos presentan sobre el fenómeno del «Gran Pachacuti». En quechua, «pacha» designa simultáneamente el tiempo, el suelo y el lugar, y «cuti» quiere decir el fin temporal. El término se referiría al gran cambio por el cual una época finaliza, una especie de «inversión del espacio y el tiempo». Estos cambios estarían relacionados con calamidades sociales, pero también con desastres «naturales» que aparecen interpretados como castigos de Dios. Por lo que se puede deducir que un desastre dentro de la cosmovisión andina no es otra cosa que «una inversión del espacio y el tiempo».

Las culturas prehispánicas del Perú partían de una concepción de la relación armónica del hombre con la naturaleza por la cual el hombre no se sentía ajeno a su medio ambiente sino que se consideraba parte de él, de tal modo que su comportamiento era de un profundo respeto a los elementos que lo rodeaban, a los cuales inclusive rendía culto, como un reconocimiento de la importancia de cada uno de ellos en su vida. Casi todo el pensamiento andino gira en torno al concepto de Pacha, que significa «mundo o cosmos», una de cuyas manifestaciones es el culto a la Pachamama con ritos que han trascendido hasta la actualidad, tales como el «pago a la tierra» que siempre se hace antes de iniciar la siembra o la construcción de alguna obra.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa

Otra dimensión de la cosmovisión andina está referida al comportamiento del hombre dentro de su comunidad, que es parte del tema de la gestión del riesgo. Se trata de su vocación comunitaria en el quehacer cotidiano, la cual responde también a los principios que han regido ancestralmente sus relaciones sociales, como solidaridad y reciprocidad. Muchos investigadores han escrito sobre el tema, uno de ellos es el arquitecto peruano Carlos Milla Villena, quien plantea la tesis de que estos conceptos han estado desde siempre presentes en el comportamiento del hombre andino (2000). Este es un aspecto importante que se debe considerar en cualquier modelo de gestión del riesgo, porque se debe tener en cuenta que los asentamientos populares del Perú, y de Arequipa en particular, están poblados por habitantes que en su mayoría proceden de las zonas rurales que aún conservan muchas tradiciones y costumbres ancestrales, por lo que han internalizado estos comportamientos comunitarios que vienen desde el *ayllu* incaico.

El respeto a la naturaleza y la vocación comunitaria impulsaron un particular patrón de ocupación del territorio que reducía la exposición del hombre andino a los peligros naturales. Según Anthony Oliver-Smith (1994), la forma en la cual la población prehispánica se adaptó a la existencia de estos fenómenos naturales puede dividirse en cinco modelos básicos: a) control de múltiples niveles ecológicos; b) dispersión de los asentamientos humanos; c) empleo de materiales y técnicas de construcción adecuados para el ambiente; d) preparación; y e) ideología y modos de explicación. Estos modelos se implantaron sobre todo en el tiempo de los incas, luego de varios siglos de aprendizaje y experimentación.

Uno de los principales aspectos de la cultura Inca que se debe revalorar es la eficiente planificación del Tahuantinsuyo, que aseguró el bienestar de la población incaica. Según Santiago Agurto Calvo (1987), los incas manejaron tres niveles de planificación: a) la planificación social, asociada al control y el manejo de la población; b) la planificación económica, que aseguraba adecuados niveles de productividad y el equilibrio entre producción y consumo; y c) la planificación física, que velaba por la buena organización territorial, urbana y constructiva. Una de las principales estrategias de seguridad alimentaria, basada en el reconocimiento del peligro potencial que presentaban los distintos aspectos del ambiente, fue el establecimiento de un sistema de redistribución basado en un gran número de depósitos de acopio de productos excedentes para casos de emergencia. Para ello se construyeron cientos de estos depósitos, llamados *qollcas*, con condiciones que aseguraban la conservación de los alimentos y excluían toda posibilidad de carencias en el largo plazo ocasionadas por la posibilidad de la ocurrencia de desastres.

En el Tahuantinsuyo, la organización del territorio se basaba en tres componentes principales: a) el sistema de ejes, formado por el camino principal o Cápac Ñan, el eje de la costa y los ejes transversales que integraban los diferentes pisos ecológicos; b) el sistema de centros urbanos, integrado por las diferentes categorías de

asentamientos y ciudades que se encontraban a lo largo del territorio; y c) los pisos ecológicos, que estaban interrelacionados y permitían una adecuada administración de los recursos (Agurto, 1987). Por otro lado, esta estructura física se complementaba muy bien con la estructura funcional que tenía los siguientes componentes: a) el sistema de comunicaciones, basado en el sistema de chasquis; b) el flujo de bienes, que tenía como soporte los tambos y los depósitos; y c) el sistema de unidades de administración, que consideraba una subdivisión completa del territorio, para efectos del control socioeconómico.

La llegada de los españoles durante la tercera década del siglo XVI fue calificada por muchos como uno de los «pachacutis», por el carácter destructivo de este proceso que significaba «el final de una época», lo que está bien documentado. No solo fue el final del Incario, sino un colapso demográfico cataclísmico, la destrucción de los sistemas de adaptación al ambiente y la sustitución del eje económico agrario por la minería. Se modificó drásticamente el modelo de organización del Tahuantinsuyo que incluía estrategias de adaptación a los peligros naturales y de prevención ante posibles situaciones de desastre; además, se abandonó la lógica de desarrollo «vertical» o «transversal» por una lógica «longitudinal» que priorizaba el desarrollo de la costa en desmedro de la sierra y la selva, lo que bloqueaba la fluidez de la relación entre los diferentes niveles ecológicos. Según Luis Lumbreras (1983), este cambio sería uno de los factores más importantes de la actual crisis del país.

Las medidas implementadas por los españoles dejaron a la población indígena sin acceso a tierras adecuadas, o sin el control de la mayor parte de la producción, y desarticulaban el sistema logístico de las *qollcas*. Como afirma Oliver-Smith:

El sistema económico que se implementó durante la colonia estaba centrado en la producción de valor para los amos europeos mediante la institución del intercambio de mercados. El cambio de equilibrio entre una economía de valores para uso cotidiano por otra orientada a la producción de valores de intercambio en el mercado, constituyó un cambio en los valores e ideología que tuvo consecuencias muy profundas en el bienestar de la sociedad andina, creando carencia sistemática y pobreza en la mayoría de los sectores. (1994: 8)

Los españoles fundaron ciudades por todo el territorio con fines de evangelización y reagrupamiento de las poblaciones para su fácil control y explotación como mano de obra disponible, y demostraron que no solo ignoraban sino que desestimaban los conocimientos andinos sobre territorialidad y modelos de asentamiento. Al decidir la ubicación de las poblaciones, hicieron caso omiso de la experiencia sobre peligros en el ambiente andino y ubicaron sus pueblos sobre todo en los puntos de confluencia de los ríos donde eran vulnerables a inundaciones y huaicos.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa**1.2. La ciudad de Arequipa: creación y expansión
hasta la década de 1980**

En el caso específico de Arequipa, cuando Francisco Pizarro hizo entrega de la encomienda de los Yarabaya a Diego Hernández, y con la posterior repartición de tierras y la fundación española en 1540, nace y se inicia el crecimiento urbano de la ciudad el cual, como en todos los casos, respondía a criterios de planificación urbana española y a intereses de facilismo funcional y dominio territorial, no a criterios de acondicionamiento territorial en respuesta a las características fisiográficas, geológicas e hidrometereológicas propias de la región. El trazo ortogonal urbano original tipo damero mide 875 por 850 metros y está formado por 49 manzanas con calles de 10,3 metros de ancho. La plaza era el espacio principal simbólico y representativo de la ciudad por la presencia de la iglesia y el cabildo. Un rasgo fundamental del emplazamiento de la ciudad es que la cuadrícula se ubicó en forma diagonal a las curvas de nivel del terreno, para permitir un drenaje más fácil de las aguas pluviales.

Pero inclusive así, la ciudad de Arequipa tiene una alta vulnerabilidad desde su nacimiento debido a los siguientes peligros que la amenazan:

- Peligro sísmico, porque está ubicada dentro de la influencia de subducción entre las placas oceánicas y de Nazca.
- Peligro de erupción volcánica, porque es un territorio expuesto dentro del área de influencia de la erupción de los volcanes Misti, Chachani y Pichu Pichu.
- Peligro de inundaciones, porque se encuentra ubicada dentro de la cuenca hidrográfica del Chili, con microcuencas de torrenteras, o *llocllas*, con alto escurrimiento superficial y gran densidad de drenaje en las épocas de lluvia.

Por esta razón, Oliver-Smith afirma en relación a la fundación de la ciudad: «Es el caso más asombroso de poner en peligro a la gente... [y agrega] evidentemente, a los fundadores de la ciudad no se les ocurrió cuestionar la razón por la cual una zona propicia se encontraba tan escasamente poblada» (1994: 10).

El río Chili siempre fue el eje de desarrollo y abastecimiento de agua para el consumo humano y el riego de los campos agrícolas, pero también constituía un obstáculo para la integración política y administrativa de las dos márgenes, motivo por el cual se construyó el primer puente colgante en Chilina. Lamentablemente, este puente fue destruido por las fuertes avenidas del río en 1549, lo que constituyó el primer desastre importante de la época. Este puente fue reemplazado posteriormente por el actual puente Bolognesi, construido en 1547.

Durante la época colonial, las manifestaciones del Fenómeno El Niño fueron numerosas en todo el país y produjeron situaciones de desastre. Una cronología ya clásica determina que durante la colonia ocurrieron 36 eventos desastrosos: 10 de nivel muy fuerte, 19 de nivel fuerte y 7 de nivel moderado (Quinn, Neal y Antúnez de Mayolo, 1987). En el caso de Arequipa hay poca información sobre las inundaciones ocurridas

en esa época, como en los años 1779-1780 cuando hubo graves trastornos climáticos, al parecer producidos por el FEN, que desataron intensas lluvias e inundaciones que afectaron las ciudades de Cusco y Arequipa.

Ya en la República, el abandono de la sierra se acentuó debido al reforzamiento de la costa por el incremento del volumen del comercio marítimo, en especial, debido a la explotación y la venta en el mercado internacional del guano de las islas y los nitratos. A estos factores se sumó el progreso de la agricultura de exportación (azúcar y algodón) y la preponderancia cada vez mayor de la capital, Lima, frente a las otras ciudades, lo que resultaba en un centralismo económico y administrativo cada vez más fuerte.

Durante el periodo 1821-1900, el crecimiento y la renovación urbana de la ciudad de Arequipa fueron mínimos. No se construyeron nuevos edificios pero, debido al terremoto del 13 de agosto de 1868 que destruyó parcialmente la ciudad, hubo que efectuar trabajos de reconstrucción de los edificios públicos afectados e iniciar una renovación urbana y la construcción de nuevos edificios, iglesias, conventos y edificaciones privadas. Esto se hizo aplicando las corrientes europeas de estilo inglés o francés, tales como la construcción del hospital Goyeneche y el Arzobispado, de estilo francés, la construcción del ferrocarril y el puerto de Mollendo, de estilo inglés, y la renovación urbana con el planteamiento de nuevas vías urbanas como alamedas (bulevares) y avenidas. Son los casos de la alameda Siglo XX, que une la plaza Santa Marta con el hospital Goyeneche, la avenida Bolognesi y la planificación del barrio de Vallecito, todos ellos de influencia francesa.

Lamentablemente, estas influencias muchas veces solo fueron una copia y no se consideró en el diseño y la construcción las condicionantes propias del modo de vida de la población, la geografía, la topografía y los peligros naturales que amenazan esta región; lo que llevó a la creación de áreas urbanas vulnerables, como la zona urbana de Vallecito y el Barrio Obrero, que se ubican dentro del área de inundación del río Chili, por citar un ejemplo.

Asimismo, en este periodo se construyeron edificaciones de uso administrativo y privado que se expandieron hacia las áreas de inundación de las torrenteras, como la Estación del Ferrocarril de Arequipa que requirió la construcción de los estribos del puente del ferrocarril sobre la primera torrentera, el puente Isuchaca frente al Parque Industrial y el puente de viga metálica sobre la segunda torrentera, frente al cuartel Arias Aragüez en Tingo.

Durante el periodo 1900-1980, el crecimiento de la influencia en el Perú de la economía estadounidense tiene consecuencias sobre el desarrollo y el modo de vida de la población. Así, la ciudad de Arequipa se consolida como centro de desarrollo político, industrial y urbano del sur del país.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares, distrito de Mariano Melgar, Arequipa

Se debe destacar que en 1905 se funda e inicia su publicación el diario *El Pueblo*, que se constituiría en la fuente periodística principal de registro de las incidencias climáticas, fuesen leves, moderadas o intensas, incluidas las que causaron inundaciones en la ciudad de Arequipa.

En esta época aparecen las «barriadas» en la periferia de la ciudad, las cuales impulsan la aparición de los asentamientos populares. Las urbanizaciones de Miraflores marcan el camino para el crecimiento hacia lo que es hoy el distrito de Mariano Melgar. Por otro lado, se inicia la expansión hacia las áreas agrícolas, lo que gradualmente atentará contra el equilibrio ecológico de la ciudad.

Durante los primeros cincuenta años, sobre todo en la década de 1940, se produce un fuerte incremento de las migraciones desde otras ciudades andinas como Puno y Cusco y las provincias altas de Arequipa. Esto significa, aparte del crecimiento de la ciudad, la aparición de nuevos patrones de comportamiento de la población, ya que la gente trae consigo tradiciones, costumbres, hábitos, que serán importantes en el proceso de urbanización. Algunos de esos patrones culturales pueden convertirse en oportunidades para el desarrollo. Estas migraciones darán pie a las primeras invasiones en terrenos eriazos del Estado, pues aparecen asentamientos como Gráficos, Edificadores Misti y la ampliación de Miraflores.

La construcción de infraestructura de servicios, el sistema del ferrocarril del sur y el parque industrial consolidaron la hegemonía de Arequipa como polo de desarrollo en el sur y aceleraron el desarrollo urbano, los fuertes flujos migratorios, el crecimiento poblacional y la carencia de políticas de integración socioeconómica y de vivienda para estas poblaciones. Esto trajo como consecuencia la desocupación, la delincuencia y el caos urbano, pues se desarrolló un proceso de invasión de suelos eriazos, la habilitación de suelos agrícolas para uso urbano y la aparición de pueblos jóvenes o urbanizaciones populares donde se asentaron las nuevas poblaciones. En 1958 se inicia la construcción del hospital Honorio Delgado, edificio moderno de concreto armado, que delimita la margen derecha de la torrencera El Guarangal en este sector.

Después de los terremotos de 1958 y 1960 se produce un crecimiento urbano explosivo que reacondiciona el espacio urbano, además de triplicarse el crecimiento de la población debido a las migraciones producto de las sequías en el altiplano; se produce así la invasión de suelos eriazos ubicados entre las torrenceras y se crean pueblos jóvenes sin servicios básicos, con viviendas hechas mediante la autoconstrucción, sin asesoramiento técnico y con un inadecuado empleo de materiales.

En el segundo gobierno de Manuel Prado se aplica la política de «dejar hacer», aumenta la inversión privada y se crea, en 1960, el Instituto Nacional de Vivienda, encargado de habilitar terrenos de uso urbano para renta y, en el mismo año, se inicia la construcción de la avenida Alcides Carrión. Luego, en 1963, se construyen y ponen en funcionamiento el parque industrial y la planta de tratamiento de agua

potable de La Tomilla. En esa época se produce una explosión urbana que lleva a la expansión hacia el noroeste (hacia Jesús) y hacia el norte y noreste de la ciudad (hacia el aeropuerto). A mediados de la década de 1960 se construyen las avenidas Prolongación Mariscal Castilla, Jesús y Progreso, que unen los barrios populares de los distritos de Miraflores, Mariano Melgar y Paucarpata, consolidando el crecimiento de la ciudad hacia el este.

El crecimiento urbano no fue planificado sino fruto de la adición de asentamientos humanos unos a continuación de otros, con el resultado de una tipología urbana incoherente, que ocupa zonas vulnerables frente al peligro (cercanas a barrancos, en áreas de inundación, o con suelos con alto periodo de vibración y poca resistencia ante los sismos, etc.). Este proceso y la indiferencia o la falta de decisión de las autoridades y las instituciones encargadas de la planificación y el control territorial consolidaron el nacimiento de áreas urbanas vulnerables.

2. DESASTRES Y AMENAZAS DE INUNDACIONES EN LA MICROCUENCA DE LA TORRENTERA EL GUARANGAL

2.1. Desastres en contextos de inundación en los últimos 10 años en la torrentera El Guarangal

El riesgo de desastre es la probabilidad de que la unidad social o sus medios de vida sufran daños y pérdidas como consecuencia del impacto de un peligro (Dirección General de Programación Multianual del Sector Público —DGPM— 2006); por tanto, el riesgo es la probabilidad de que ocurra un desastre. En ese sentido, la amenaza es la probabilidad de que se produzca un fenómeno físico de origen natural o humano capaz de desencadenar un desastre, que se convierte en un riesgo ante la vulnerabilidad de la población y sus medios. La vulnerabilidad es la condición en virtud de la cual una población está expuesta o en peligro. En consecuencia, el riesgo y el desastre solo se presentan como producto de la coexistencia en una misma comunidad de la amenaza y la vulnerabilidad, así, ninguno de estos factores podría en forma aislada dar lugar ni al riesgo ni al desastre.

El área de estudio se encuentra en el distrito de Mariano Melgar, al este de la ciudad de Arequipa. Es parte de la microcuenca de la torrentera El Guarangal, una de las seis torrenteras de la ciudad. Esta nace a más de 4.200 m.s.n.m., en las faldas del volcán Misti, discurre en dirección sur-oeste y recibe aguas abajo el aporte de una serie de tributarios que alimentan su caudal, entre los que destaca dentro del distrito el ramal de Jerusalén que atraviesa parte de la ciudad hasta llegar al río Chili.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares, distrito de Mariano Melgar, Arequipa

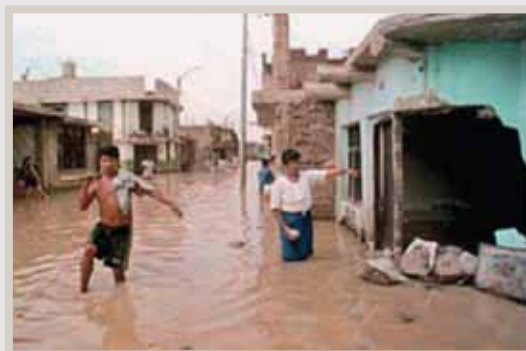
En el distrito Mariano Melgar, la torrentera presenta gran variedad de características y secciones, con una pendiente promedio de su curso principal de 5,26%, calculada según varios métodos de homogeneización (Municipalidad Distrital Mariano Melgar / Fondo Ítalo-Peruano, 2006). La naturaleza de los suelos en el área natural es de infiltración moderada cuando están mojados, en su mayor parte son suelos con texturas moderadamente finas a gruesas. En el área urbana, el suelo es prácticamente «impermeable» por lo que el agua precipitada discurre rápidamente hacia cauces mayores.

Se ha estimado en la investigación las afectaciones que caracterizaron los desastres producidos por inundaciones en la ciudad de Arequipa y la torrentera El Guarangal en los últimos diez años. Para ello se ha recurrido a los reportes recogidos de las instituciones encargadas como el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), Defensa Civil y la Región Arequipa, así como a las informaciones periodísticas que resultan muy reveladoras.

El FEN 1997-1998, se presentó solo 14 años después del último evento y provocó desastres por inundaciones, sobre todo en la costa ecuatoriana y el norte del Perú. En este contexto, el 25 de febrero de 1997 se produjo en Arequipa una precipitación sin precedentes que ocasionó inundaciones en las diferentes áreas de la ciudad que carecían de medidas preventivas como limpieza de torrenteras, limpieza de la sección hidráulica de los puentes, organización y preparación del comité provincial de Defensa Civil, capacitación y preparación de la población que habitaba en los bordes o cerca de las torrenteras, entre otros; lo que demostró el alto grado de vulnerabilidad de la ciudad frente al peligro de inundaciones.

Según el Senamhi, las causas de la inundación estuvieron relacionadas con una alteración climática en la región que produjo el desplazamiento de una célula convectiva (masas de aire caliente que se elevan y son reemplazadas por aire frío) que vino del frente boliviano y se desplazó desde el SO (de Characato) al NO (hacia Cerro Colorado), lo que originó una precipitación torrencial acompañada de descargas eléctricas de gran intensidad. Este fenómeno también es conocido como el desplazamiento de la Alta Bolivia, que vendría a ser un intenso sistema anticiclón-vaguada cuasi estacionario que se localiza en los niveles altos de la atmósfera, cuyo núcleo estaría alrededor de los 17° S y 65° W, que se extiende sobre la mayor parte de América del Sur. (La fotografía muestra el nivel al que llegaron las aguas en los barrios.)

Ya en el nuevo milenio, la ciudad volvió a verse afectada por inundaciones en dos eventos casi continuos: las fuertes



precipitaciones del 14 marzo de 1999 y del 19 de marzo de 2001. A esta última inundación le siguió el terremoto del 23 de junio de 2001 que significó uno de los mayores desastres para el departamento de Arequipa. Las lluvias torrenciales del 14 de marzo de 1999, a pesar de responder al desplazamiento de la Alta Bolivia, no contaron con la presencia del FEN. No obstante, se registraron algunos eventos que sí calificaron como desastres en algunos sectores de la ciudad. La situación en el año 2001 fue similar a la de 1997 y sus consecuencias también fueron dramáticas.

La intensidad de las lluvias de estos tres eventos se ha podido establecer a partir de la información pluviométrica obtenida del Senamhi-Arequipa y del Instituto Geofísico de la Universidad Nacional de San Agustín (Estación de Characato) por el Fondo Ítalo Peruano. Mediante el más simple de los métodos, el aritmético, se señala la intensidad de las lluvias de estos tres eventos: en 1997 esta fue 45,43 mm; en 1999, 29,97 mm; y en el año 2001, 34,10 mm (Municipalidad Distrital Mariano Melgar / Fondo Ítalo Peruano, 2006). La estimación de las pérdidas económicas por inundación en toda la ciudad de Arequipa en los últimos tres desastres se ubica alrededor de los 4.800.000 dólares, como se aprecia en el cuadro 1.

Cuadro 1. Estimación de pérdidas económicas por los últimos tres desastres por inundación en Arequipa (dólares)

	25-2-1997	14-3-1999	19-3-2001	TOTAL
Pérdidas económicas	2.299.138,50	681.468,00	1.816.124,75	4.796.731,25

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci) (2003).

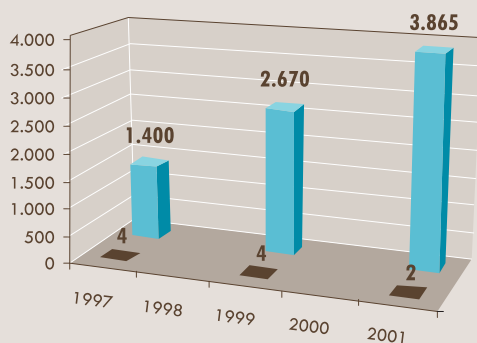
La estimación de las pérdidas económicas y de los daños personales que sufrieron los pobladores ubicados en la microcuenca de la torrentera El Guarangal, en el distrito de Mariano Melgar, se presenta en el cuadro 2. Se debe mencionar que esta torrentera atraviesa varios distritos aguas abajo antes de llegar al río Chili.

Al igual que en el resto de la ciudad, es en las viviendas donde se observan los daños más cuantiosos. En los últimos diez años se han acumulado en este sector pérdidas por 1.336.500 de dólares americanos, con 33 viviendas destruidas y más de 1.500 afectadas e inundadas. Si se tiene en cuenta que el total de damnificados en toda la ciudad de Arequipa por los últimos tres desastres se acerca a los 14 mil, se puede afirmar que este sector es el de mayor riesgo, pues el número de damnificados se acerca al sesenta por ciento del total en una ciudad atravesada por seis torrenteras y otras áreas urbanas en riesgo (gráfico 1). En estos tres desastres se han reportado en la microcuenca 10 muertos y 3.865 damnificados (Indeci, 2003).

**Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
 distrito de Mariano Melgar, Arequipa**
**Cuadro 2. Estimación de pérdidas económicas en la torrentera El Guarangal
 en los últimos desastres por inundación (dólares)**

TIPO DE BIEN	25-2-1997	14-3-1999	19-3-2001	TOTAL DE DAÑOS	COSTO UNITARIO	COSTO ACUMULADO
Viviendas destruidas	20	5	8	33	3.500	115.500
Viviendas afectadas	110	49	285	444	1.500	666.000
Viviendas inundadas	150	480	480	1.110	500	555.000
Locales industriales inundados	0	0	15	15	1.800	27.000
Puentes colmatados	3	2	3	8	1.200	9.600
Puentes afectados	0	1	0	1	12.500	12.500
Puentes destruidos	0	0	1	1	154.800	154.800
Pistas destruidas (metros)	1.760	165	120	2.045	105	214.725
Pistas afectadas (metros)	6.000	150	1.600	7.750	13,50	104.625
Redes de agua	200	25	38	263	300	78.900
Redes colectoras de desagüe	400	125	85	610	150	91.500
Muros de contención destruidos (metros)	65	150	228,35	443,35	505	223.892
Vehículos afectados	50	40	50	140	10	1.400
Apoyo social posterior al desastre	140	267	386,50	793,50	8,50	6.745
Costo parcial	733.915,00	469.919,50	1.058.352,00			
Total						2.262.186,50

Fuente: Indeci (2003).

**Gráfico 1. Comparación de fallecidos y damnificados en la torrentera El Guarangal
 en los últimos desastres por inundación**


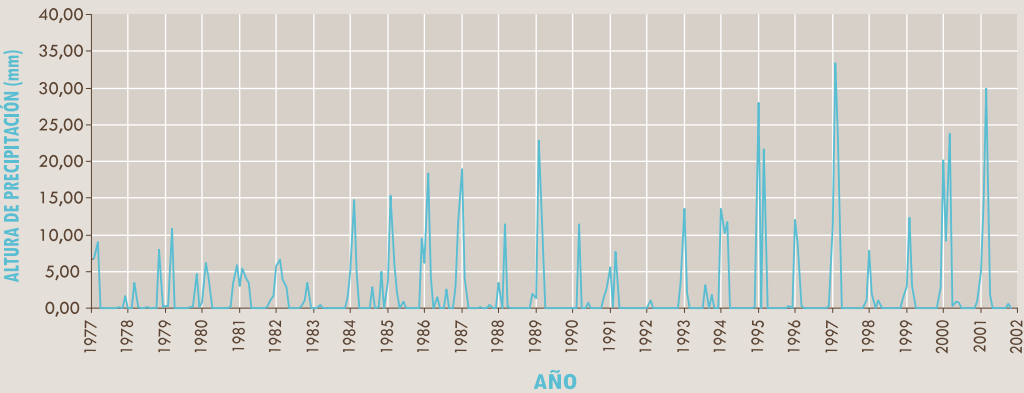
	25-2-1997	14-3-1999	19-3-2001
■ Número de fallecidos	4	4	2
■ Número de damnificados	1.400	2.670	3.865

Elaboración propia.

Por ser el tema de esta investigación el riesgo de desastre por inundación, en una primera fase se centra en el análisis de la generación de las inundaciones asociadas a precipitaciones pluviales extraordinarias en la microcuenca. Para ello se revisan los estudios de hidrología del área de estudio, en particular aquellos cuyo principal objetivo es calcular los volúmenes probables de avenidas, en metros cúbicos por segundo, que se presentarán en la época de lluvias para los diferentes periodos de retorno propuestos. Este análisis es imprescindible para conocer las características del peligro natural, probable causante de desastres por inundaciones en el futuro.

La información pluviométrica utilizada en este estudio ha sido obtenida de dos instituciones por la Municipalidad Distrital Mariano Melgar y el Fondo Ítalo-Peruano: el Senamhi y el Instituto Geofísico de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Estación de Characato). Las estaciones elegidas para ese estudio fueron La Pampilla, Characato y Chiguata, en las cuales se ubicó el registro de las precipitaciones promedio entre 1977 y 2001. En nuestro medio, el cálculo de la magnitud de las precipitaciones no es fácil, pues la insuficiencia, la inconsistencia y la falta de homogeneidad de la información hidrometeorológica representan grandes dificultades para estudiar la evolución hidrológica, y superarlas requiere el análisis y la realización de una serie de cálculos para corregir la información de manera gradual.

Gráfico 2. Precipitación máxima en 24 horas, Estación La Pampilla



Fuente: Municipalidad Distrital Mariano Melgar / Fondo Ítalo-Peruano (2006).

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa

Así, se calculó el promedio de precipitaciones para 25 años (1977-2001) a través del método de isoyetas, que permite conocer la distribución de los promedios de las precipitaciones en una determinada área, a manera de curvas de nivel de un plano topográfico, donde se puede ver de forma muy clara y gráfica toda la información. En esta etapa, en dos años se presentaron registros mayores a los 40 mm y en siete se sobrepasaron los 20 mm, lo que va marcando las probabilidades de ocurrencia de fenómenos similares en la microcuenca de la torrentera El Guarangal.

2.2. Amenaza de inundaciones en la torrentera El Guarangal

La cantidad de las precipitaciones todavía no da información que permita medir el peligro, porque puede llover mucho y no necesariamente convertirse en un desastre por inundación si la lluvia es moderada y constante, por eso el otro aspecto que interesa conocer es la manera en la que se presenta esta precipitación; lo que se establece mediante la evaluación de la relación intensidad-duración-frecuencia (I-D-F), que se determinó al estudiar el registro del evento presentado el 25 de febrero de 1997. El resumen pluviográfico de la Estación La Pampilla permite apreciar que la precipitación se presentó en forma de tormenta corta, solo tres horas, entre las 16:27 y las 19:46 horas; además, la mayor intensidad ocurrió a las 18:18 cuando llegó a los 29,00 mm/h. Esto fue lo que generó la inundación, una de las más dramáticas en mucho tiempo (cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen pluviográfico de la Estación La Pampilla (25-2-1997)

HORA (h)	INTERVALO DE TIEMPO (minutos)	TIEMPO ACUMULADO (minutos)	ALTURA DE PRECIPITACIÓN PARCIAL (milímetros)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (milímetros)	INTENSIDAD (mm/h)
16:27					
16:46	19	19	1,40	1,40	4,42
18:00	74	93	9,80	11,20	7,95
18:18	18	111	8,70	19,90	29,00
19:06	48	159	9,40	29,30	11,75
19:23	17	176	1,50	30,80	5,29
19:46	23	199	1,00	31,80	2,60
Total	199		31,80		

Fuente: Municipalidad Distrital Mariano Melgar / Fondo Ítalo-Peruano (2006).

Después se buscó conocer los caudales que se generan al momento de producirse la inundación, para lo cual se hicieron los cálculos respectivos de avenidas para la microcuenca del distrito de Mariano Melgar, para tres horas de duración y en distintos periodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años) en los puntos clave elegidos previamente por los técnicos del proyecto, los resultados se presentan en el cuadro 4.

**Cuadro 4. Caudales promedio en distintos periodos de retorno
(metros cúbicos por segundo)**

LUGAR	PROGRESIVA	PERIODO DE RETORNO: NÚMERO DE AÑOS					
		2	5	10	25	50	100
Salida El Chilcal	10+270	5,50	15,50	21,62	28,59	33,33	37,72
Salida Jerusalén	8+725	7,01	23,30	33,19	44,53	52,26	60,79
Puente Mariscal Castilla	6+925	15,40	36,77	49,25	61,56	70,64	103,04
Puente Av. Jesús	6+050	17,00	39,32	52,43	65,42	74,94	106,12
Badén (Prolongación Porongoche)	5+580	18,30	41,94	55,65	69,27	79,28	106,09
Puente Av. Prolongación Pizarro	5+080	18,50	41,97	55,69	69,30	79,32	109,25
Puente Av. A. A. Cáceres	2+400	22,34	48,40	63,41	78,41	89,14	114,44
Puente Av. Alfonso Ugarte	0+290	24,43	52,22	68,14	84,01	95,18	101,47
Desembocadura (altura Colegio Prescott)	0+000	25,86	54,60	70,95	87,35	98,80	121,017

Fuente: Municipalidad Distrital Mariano Melgar / Fondo Ítalo-Peruano (2006).

Como se observa en el cuadro 4, se consideraron dos puntos clave de la torrentera El Guarangal: el puente Mariscal Castilla y el puente de la Av. Jesús, elementos de conexión urbana de primer orden. Se muestra, en cada uno de los periodos de retorno y en cada punto clave definido, los caudales promedio estimados, lo que permite una lectura clara de las probabilidades de ocurrencia de este tipo de eventos naturales que luego pueden generar desastres por inundación. Después de analizar la información procesada se puede afirmar que, en la torrentera El Guarangal, los puentes Mariscal Castilla y Av. Jesús son totalmente vulnerables a eventos que se presentan cada diez años, debido a que tienen secciones reducidas de menos de 15 metros, lo que ocasiona inundaciones en los sectores aledaños a la Urbanización Santa Rosa.

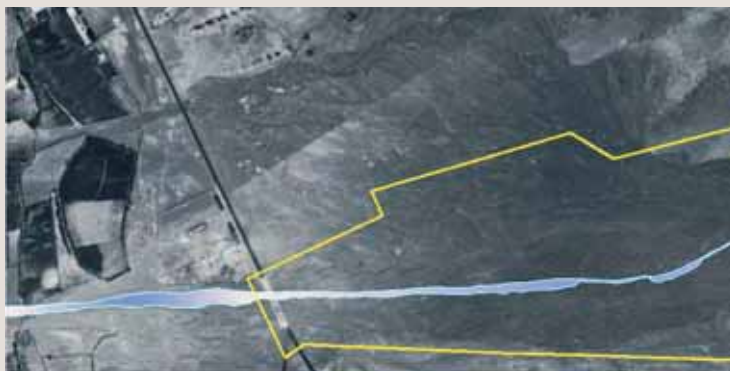
Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa3. FACTORES DE VULNERABILIDAD EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS
UBICADOS AL BORDE DE LA TORRENTERA EL GUARANGAL3.1. Proceso de creación de vulnerabilidad
y factores físico-ambientales

La vulnerabilidad es una condición social producto de los procesos y las formas de cambio y transformación de la sociedad. Se expresa en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población, sus formas de organización social y educación y sus características culturales e ideológicas; pero también en términos de su localización en el territorio, manejo del ambiente, características y capacidades propias para recuperarse y adecuación al medio y los peligros que este presenta (DGPM, 2006).

Para entender las causas de la vulnerabilidad de los asentamientos populares del distrito de Mariano Melgar es necesario hacer una revisión histórica de cómo, poco a poco, se ha ido ocupando el distrito y sobre todo la torrentera El Guarangal. Este análisis se hace en tres etapas fundamentales: 1958-1986, 1987-1997 y 1997-2006. A partir de la información existente en la municipalidad y, en especial, mediante las fotos aéreas de 1944, 1962, 1978, 1997 y 2003 con las que se cuenta.

La ocupación de lo que hoy es el distrito de Mariano Melgar empezó a inicios de la década de 1940 como consecuencia de las primeras migraciones a Arequipa desde otras ciudades y pueblos andinos y por el crecimiento vegetativo de la ciudad. Ya en 1944 se observa el trazo de la nueva Urbanización Mariano Melgar, a un costado de la torrentera de Miraflores, que ocupaba alrededor de diez manzanas con cerca de 400 habitantes.

Gráfico 3. Ocupación del distrito de Mariano Melgar, 1994



Elaboración propia.

A estas alturas, la torrentera El Guarangal se mantenía libre de ocupación humana, aunque tenía algunas manzanas cerca alrededor de una trocha que llega a atravesar el cauce, como se aprecia en el gráfico 3 que muestra la ocupación en el año 1944 y el trazo alrededor de la torrentera.

Esta situación cambiará en forma progresiva, como se indica a continuación:

- *A partir del año 1958 se inicia la invasión de los márgenes de la torrentera, pero hasta 1978 no se ocupa aún su cauce natural.* Aparecen barriadas o urbanizaciones populares, producto del crecimiento de la ciudad de Arequipa y la inmigración de los afectados por los terremotos de 1958 y 1960. Así, surgirán asentamientos como Apima, Francisco Mostajo, Progresista, 15 de Agosto, Alto Selva Alegre, Gráficos, etc. En 1962, Santa Rosa ya llega a bordear la torrentera El Guarangal en toda su extensión, similar a la actual ocupación; lo que significa que a partir de ese momento el proceso de crecimiento ya no irá aguas arriba de la torrentera sino que será de consolidación y penetración en el cauce. Es entonces cuando se origina el riesgo.

En el distrito de Mariano Melgar se construye la Av. Mariscal Castilla, lo que lleva a su consolidación. Así, surgen los asentamientos Generalísimo José de San Martín y Santa Rosa, los cuales «invadieron» los suelos eriazos cercanos a los bordes de las torrenteras de propiedad del Estado, aplicando tipologías urbanas (trama urbana ortogonal) que no consideraban la topografía ni el sistema de drenaje natural. La población se organizó a través de sus dirigentes y los traficantes de lotes, los cuales utilizaban como símbolo de ocupación la bandera y materiales precarios de construcción para tomar posesión de estos terrenos. Ninguna construcción consideró un sistema de evacuación de las aguas pluviales. La falta de planificación del suelo para la expansión urbana, la indiferencia y la falta de decisión de las autoridades municipales y de aquellas encargadas del control territorial hicieron que estas invasiones se consolidaran. La regularización de estas propiedades se efectuó a través del Sistema Nacional de Movilización Social (Sinamos), a inicios de la década de 1970. Hasta 1978, los dos únicos puentes existentes eran aquel de la Prolongación Mariscal Castilla y el de la Av. Jesús. En su primera construcción, estos puentes redujeron sustancialmente la sección del cauce de la torrentera, generando dos nudos peligrosísimos que posteriormente traerían consecuencias. En síntesis, el peligro se continuaba agravando.

- *Invasión del borde del lecho mayor de la torrentera en 1987.* El Municipio Provincial de Arequipa, a través de la Dirección de Asentamientos Humanos, propició la habilitación de las áreas de los bordes y los cauces de las torrenteras para uso urbano, desconociendo las normas estipuladas en el Plan Regulador para el crecimiento urbano de Arequipa aprobado en 1981 (Resolución Municipal 533-83-CPA). Esta norma consideraba los bordes de las torrenteras como espacios

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa

para las vías de circunvalación; sin embargo, la población, por falta de conocimiento del peligro y de una cultura de prevención, minimizó o menospreció los daños que pueden causar las torrenteras y comenzó a invadir, consolidarse y construir sus viviendas. Con la dotación de servicios básicos como agua, desagüe y energía eléctrica a los asentamientos humanos ubicados dentro del cauce de la torrentera y las autorizaciones emitidas por la Dirección Regional del Ministerio de Agricultura para construir muros de encauzamiento, estos asentamientos construyeron viviendas de concreto armado, pistas y veredas, sellando el suelo y evacuando los desagües y la basura doméstica hacia la torrentera.

- *Encauzamiento y consolidación de las áreas dentro del cauce en 1997.* En esta etapa, se observa ya la ocupación y la modificación drástica del cauce de la torrentera, la cual ha quedado reducida a su mínima expresión; por ejemplo, en el tramo comprendido entre los puentes Mariscal Castilla y Jesús, donde tiene solo 10 metros. Aguas arriba se encuentran otros tramos similares y sin ninguna protección. Pero lo más saltante de este proceso es la invasión absoluta del lecho mayor de la torrentera por parte de los asentamientos San Andrés, Las Américas, Nuevo Amanecer, Ampliación Nuevo Amanecer y Juventud Mistiana, en un costado hacia abajo del puente Jorge Chávez, que se desplomaría en el año 2001.

Las consecuencias no se hicieron esperar, vinieron con las lluvias torrenciales del fatídico 25 de febrero de 1997. Ocurridas las inundaciones de los años 1994, 1995 y 1997, las autoridades, a través del Consejo Transitorio de Administración Regional (CTAR) Arequipa, la Tercera Región de Defensa Civil y las municipalidades provincial y distritales, ante la gran cantidad de áreas urbanas vulnerables y en alto riesgo de ser arrasadas por la posibilidad de ingreso de las torrenteras, forman la Comisión Multisectorial de Defensa Civil para el control y la protección de estas áreas urbanas, verificándose que estas poblaciones cuentan con títulos de propiedad, servicios básicos y, en muchos casos, acceso a créditos por parte del Estado a través del Banco de Materiales y la Empresa Nacional de Edificaciones (Enace) para la construcción de viviendas en la modalidad de autoconstrucción. En resumen, se consolidaron áreas urbanas con un alto riesgo, de tal modo que la torrentera ha sido ocupada temeraria y casi totalmente, como puede verse en el gráfico 4 que delimita el área ocupada.

Gráfico 4. Ocupación de la torrentera El Guarangal, 2003



Elaboración propia.

3.2. Vulnerabilidad actual de los asentamientos humanos en la torrentera

Una forma de explorar la vulnerabilidad actual de las poblaciones de los asentamientos humanos al borde de la torrentera El Guarangal es analizar su susceptibilidad a sufrir daños ante una inundación en relación con sus condiciones físico-ambientales. La microcuenca de la torrentera El Guarangal contiene 17 asentamientos populares apostados en sus bordes, casi todos con algún grado de vulnerabilidad, con excepción de Santa Rosa, cuyas manzanas próximas a la torrentera son una mínima porción de toda la urbanización, una de las más grandes de todo el distrito. Los demás son asentamientos pequeños cuya creación ocurrió entre 1984 y 1998.

Son 17 asentamientos, algunos de los cuales aún no han sido reconocidos y probablemente no lo sean nunca mientras los inspectores de Defensa Civil no den su aprobación. En total, suman 529 lotes registrados en los planos de habilitación, los cuales van aumentando por sucesivas subdivisiones realizadas de manera informal. Son 2.645 pobladores, aproximadamente, los que enfrentan en distinto grado los peligros de inundación y deslizamiento provocados por las lluvias torrenciales.

- El asentamiento más grande y uno de los más recientes es Virgen del Rosario, que se ubica al inicio de la parte urbana de la microcuenca y ocupa el cerro con un trazo reticular de manzanas rectangulares que se ubican en forma longitudinal

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa

al terreno. El nivel de vulnerabilidad de este asentamiento es muy bajo debido a que se encuentra en una zona alta. Sin embargo, en su parte baja se están apostando gradualmente otros que todavía no están registrados en la municipalidad distrital, como San Jerónimo que ocupa el interior del lecho mayor de la torrentera, desafiando temerariamente el peligro de inundación, por lo que se requiere de una suspensión inmediata de este proceso por parte de las autoridades para evitar daños posteriores.

Cuadro 5. Asentamientos populares del distrito de Mariano Melgar ubicados en la torrentera El Guarangal

NOMBRE	FECHA DE CREACIÓN	FECHA DE REGISTRO	FECHA DE FORMALIZACIÓN ANTE COFOPRI	NÚMERO DE LOTES	NO FORMALIZADOS
Alameda Santa Rosa				47	
P. J. 9 de Diciembre	2-8-1984	1-12-1984	25-4-2000	36	
A. H. San Andrés		1985-1986		23	
A. H. Las Américas	16-8-1984	2-10-1995		13	
P. J. Nuevo Amanecer	12-8-1986	1986		31	
Ampliación Nuevo Amanecer				13	No reconocido
P. J. 22 de Mayo	9-10-1986	3-11-1986		18	
A. H. Juventud Mistiana	3-12-1987	14-1-1988		12	
A. H. Villa San Felipe				23	No reconocido
A. H. Arturo Villegas		26-8-1989	10-8-1999	28	
P. J. Revolución Peruana	11-9-1987	7-4-1987	26-4-2000	61	
P. J. Nicolás de Piérola	22-9-1987	14-5-1987	9-8-1999	27	
A. H. Los Balcones de Santa Rosa	1997			9	No reconocido
A. H. Francisco Mostajo				12	Sin datos
A. H. Virgen del Rosario		1998	28-8-2000	158	
A. H. Nueva Delhi			2-12-1999	18	
A. H. San Jerónimo					Invasión precaria

Elaboración propia con base en datos de la Municipalidad Distrital Mariano Melgar y la Comisión de Formalización de la Propiedad Informal (Cofopri).

- Otros asentamientos que se encuentran en *alto riesgo* son: Alameda Santa Rosa, Las Américas, Ampliación Nuevo Amanecer y Arturo Villegas, ya que están muy próximos al borde en la parte baja y carecen de protección. Sus viviendas son todavía precarias, predominan las construcciones de un nivel y, en algunos casos, tienen un muro de contención que no brinda seguridad ante un evento mayor. Se debe mencionar que en estos asentamientos ya ocurrieron desastres en los últimos años, por lo que es urgente que se tomen medidas ante la posibilidad de nuevas lluvias torrenciales.
- En un nivel de *riesgo medio* se ubican los asentamientos Juventud Mistiana, Nuevo Amanecer, Francisco Mostajo, Revolución Peruana y San Andrés, este último vio desaparecer una de sus manzanas en el desastre del año 2001, pero los restantes están algo alejados de la torrentera. En el asentamiento Revolución Peruana se acaba de construir un muro de contención con el proyecto A Trabajar Urbano, lo que disminuye su nivel de vulnerabilidad. Si se observa las fotografías, algunos de estos asentamientos están dentro del lecho mayor de la torrentera. Así, se puede notar claramente que el borde ha sido ignorado y existe la posibilidad de que, en un periodo de retorno de cincuenta años, la torrentera busque su cauce natural, lo que acabaría con las viviendas de estos asentamientos, sobre todo de San Andrés, Las Américas y Nuevo Amanecer, que ya tienen hasta dos filas de manzanas consolidadas dentro de la torrentera.
- Los demás asentamientos, Nicolás de Piérola, 9 de Diciembre, Virgen del Rosario, Nueva Delhi, Villa San Felipe y 22 de Mayo, tienen un *bajo nivel* de vulnerabilidad por su ubicación y las obras de prevención que se han ejecutado. En este caso, lo que se debe hacer es un trabajo de concientización permanente para velar por el cuidado y la limpieza de la torrentera, aunque esté alejada varias manzanas, pues aunque no se vean perjudicados directamente tienen que tener en cuenta a quienes se encuentran con menor ventaja frente a la posibilidad de lluvias torrenciales y desastres de inundación o deslizamiento.

En lo que se refiere a la construcción de las viviendas, se observa que los materiales de la gran mayoría de las construcciones son: para los muros, ladrillo y para los techos, concreto aligerado, lo que reduce su nivel de vulnerabilidad. No obstante, hay un número de viviendas que usan sillar, bloquetas de cemento y calamina, generalmente cuando tienen carácter provisional. Se debe resaltar que en el trabajo de campo se constató además que el estado de la construcción de la mayoría de edificaciones, casi 70%, es «regular», y solo cerca de 30% se encuentra en buen estado, son muy pocas las construcciones en mala situación.

Un factor importante que define el estado de la construcción es la antigüedad de las viviendas: la mayoría sobrepasa los 15 años de construcción, y solo 20% son construcciones nuevas; aunque la mayor parte de los pobladores respondieron en la encuesta que habían tenido asesoría técnica en la construcción, al observar las viviendas se nota la ausencia de criterios funcionales y estéticos, lo que pone en duda esa

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares, distrito de Mariano Melgar, Arequipa

afirmación. Lo más probable es que la asesoría se haya reducido a eventuales supervisiones en determinadas fases de la construcción, como en la etapa de techado, por ejemplo. No se puede dejar de señalar que una parte de las viviendas se construyó con préstamos del Banco de Materiales, lo que significa que hubo asesoramiento.

Finalmente, en el aspecto ambiental se puede observar el gran nivel de contaminación que existe en la zona. Es obvio que, aunque la encuesta refleja que todos los asentamientos cuentan con el recojo semanal de basura, la gente sigue arrojándola dentro de la torrentera, lo que ocasiona su mal aspecto, la generación de malos olores y la concentración de animales y bacterias que atentan contra la salud de la población, sobre todo de los niños, pues muchas viviendas están ubicadas muy cerca al cauce natural, incluso cuentan con un acceso directo como espacio de expansión de la vivienda (ver fotografía).



Mención aparte merece la descarga de desmonte en algunos tramos de la torrentera, sobre todo en la parte alta al empezar la zona urbana, donde se aprecia grandes volúmenes de escombros a los costados de la torrentera, lo que reduce notablemente su sección (ver fotografía). La basura y el desmonte atentan contra la limpieza de la torrentera y, en caso de lluvias torrenciales, constituyen serios obstáculos para la esorrentía libre del agua, lo que genera un peligroso empoce de las aguas, que contribuye a la erosión del suelo y su corte vertical, factores generadores de posibles desastres por inundación y deslizamiento.



Por otro lado, en la actualidad se están ejecutando en la parte alta de la torrentera, en la periferia del distrito, importantes movimientos de suelo por parte de explotadores de material agregado para la construcción; lo que genera la modificación radical de su cauce natural, es decir, un factor de riesgo y desastre en el sector, sobre todo si se considera que ya se cuenta con el asentamiento San Jerónimo dentro del lecho de la torrentera, con alrededor de cien lotes de vivienda.

Esta situación no es exclusiva de los asentamientos ubicados en la torrentera El Guarangal. En términos generales, Mariano Melgar cuenta actualmente con más de 45 asentamientos populares cuya forma de ocupación ha sido desordenada y sin una

planificación coherente, de tal forma que se basa únicamente en la existencia de planos de habilitación de cada asentamiento que buscan lograr la mayor cantidad posible de lotes, sin tener en cuenta requerimientos espaciales y funcionales fundamentales, pues no existe ningún instrumento de ordenamiento de mayor nivel (sectorial, zonal o distrital). Esta situación hace que exista un acentuado desequilibrio en lo que se refiere a la ubicación de los lotes de vivienda, su equipamiento y áreas verdes, que no siempre se dan en lugares que cuentan con las condiciones adecuadas.

3.3. Vulnerabilidad y factores económico-sociales

Para entender la vulnerabilidad global es muy importante tener en cuenta la dimensión socioeconómica de la susceptibilidad de los asentamientos populares a sufrir desastres. En ese sentido, se estudian los aspectos asociados a la pobreza y la necesidad de vivienda de los pobladores, así como su organización social, capacidad de respuesta y percepción de los desastres. A continuación se presentan los principales resultados del análisis.

POBREZA Y NECESIDAD DE VIVIENDA DE LOS POBLADORES DEL SECTOR

La tasa de pobreza total del distrito de Mariano Melgar es de 44% y la de pobreza extrema, 14% (7 mil personas de un total de 53 mil habitantes). Respecto del perfil ocupacional de la población del sector, a partir de las encuestas realizadas se pudo determinar que, en el caso de los padres, 44% son obreros y artesanos, la mayoría con trabajo independiente; en segundo lugar están los empleados y los técnicos (22%) y, finalmente, los comerciantes (17%); los profesionales son pocos (6%). En el caso de las madres hay una mayor presencia de amas de casa (45%), seguidas por aquellas dedicadas a la actividad comercial (36%). La necesidad de vivienda en Arequipa se manifiesta en el 28% de familias que alquilan vivienda, la usufructúan o la tienen en posesión informal (Instituto Nacional de Estadística e Informática —INEI— 2001), lo cual expresa un déficit importante que influye en la búsqueda de terrenos para habilitar. Al mismo tiempo, la inmigración continúa, por lo que es probable que prosiga la tendencia a ocupar terrenos similares a los de la torrentera El Guarangal.

ORGANIZACIÓN SOCIAL DE LOS ASENTAMIENTOS POPULARES

Se encuentra muy disminuida por considerar, equivocadamente, agotada su gestión. Conseguir la formalización de sus asentamientos y los servicios básicos es suficiente para la mayoría de los pobladores, por lo que desactivan gradualmente sus organizaciones. En el área de estudio, las juntas directivas o los consejos directivos existen pero tienen un nivel de acción muy restringido, por lo que ya no se cuenta con la capacidad negociadora anterior ni con el liderazgo suficiente para llevar a cabo programas y actividades de desarrollo. Según la encuesta, uno de los problemas más frecuentes de estos sectores urbanos es la seguridad ciudadana y, sin embargo, no existe ningún comité de este tipo para enfrentarlo. No hay organizaciones culturales ni clubes deportivos, menos organizaciones juveniles o gremiales. En materia de gestión del

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa

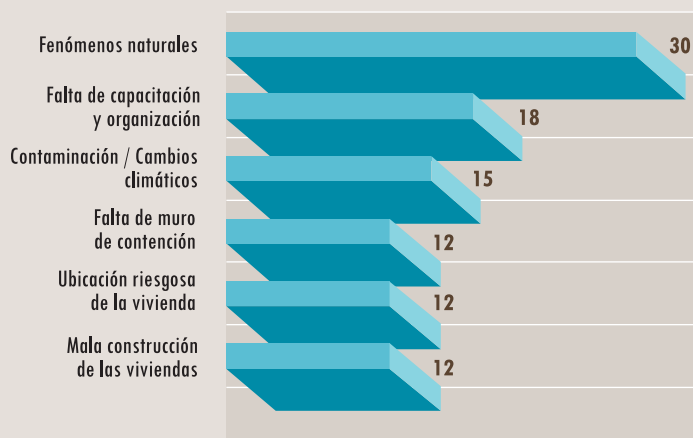
riesgo, la única organización es el Comité de Construcción del Muro de Protección en el asentamiento Revolución Peruana, que se desempeña con eficiencia y moviliza parte de la población en el programa A Trabajar Urbano, con apoyo de la municipalidad.

IMAGINARIO DE LA POBLACIÓN SOBRE LOS DESASTRES

Para enfrentar adecuadamente el problema de la gestión del riesgo es importante estudiar la dimensión ideológica del tema, asociada a la percepción de los desastres por parte de la población. La mayoría de estudios que se refieren a esta señalan que, sobre las causas de los desastres, los pobladores de los sectores populares creen que son un castigo divino y, por tanto, no se puede hacer nada frente a ellos. Este estudio demuestra que esa teoría es uno más de los mitos que existen en materia de investigación. Sin embargo, no ocurre lo mismo para los habitantes de Mariano Melgar. Los resultados de la encuesta conducen a:

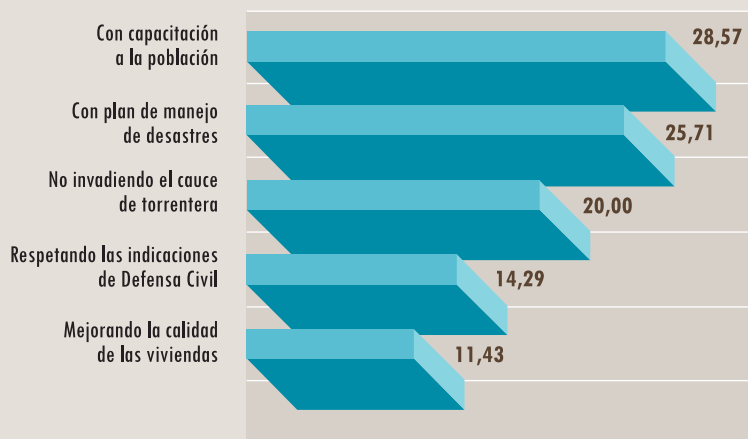
- Constatar que, lejos de lo que se pensaba, la mayoría de la población ya tiene clara la diferencia entre desastre, peligro o amenaza y evento en sí: la suma de causas diferentes a las de «fenómenos naturales» es mayor. Entre ellas: falta de capacitación y organización de la población, falta de obras de prevención, mala ubicación y mala construcción de las viviendas. Esta es una fortaleza que se debe tener en cuenta.
- La mayoría de la población otorga mucho crédito a causas asociadas a la «prevención» en la ocurrencia de los desastres, lo que es un indicador de que

Gráfico 5. Causas de los desastres (%)



Elaboración propia.

Gráfico 6. Forma de evitar un desastre por inundación (%)



Elaboración propia.

no se trata de personas desubicadas y desinformadas sobre este tema; al contrario, parece que existe un nivel de conciencia sobre cómo ocurren los desastres, lo que lleva a pensar que conocen lo que se debe hacer, pero no cómo, con qué ni dónde hacerlo. Esto puede notarse claramente en la respuesta mayoritaria que afirma que sí se podría evitar un desastre, pues solo 26% respondió que no se podía. Asimismo, la mayoría es consciente de la importancia de la capacitación de la población y de la necesidad de un plan de manejo de desastres.

- La encuesta muestra que 15% de la población del sector es consciente de la influencia del ser humano en la profundización de los fenómenos naturales, cuando afirma que los desastres, refiriéndose al peligro en sí, tienen como causas la contaminación y los efectos del cambio climático producidos por el calentamiento global. Es decir, hay un avance en este sentido y esto se tiene que mejorar hasta llegar a una toma de conciencia de toda la población. En resumen, lo que faltan son programas y campañas más eficaces que puedan encaminarse a la acción en materia de gestión del riesgo, con métodos más acordes con la realidad de los sectores populares. Ese es el reto de cualquier modelo que se quiera plantear.

Analizando los factores institucionales vinculados a la generación o el aumento de la vulnerabilidad, se ha examinado el desempeño de las instituciones encargadas de la gestión del riesgo: el comportamiento de Defensa Civil, la municipalidad distrital y los demás agentes de desarrollo presentes en el sector. Se puede afirmar que el

**Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa**

Estado como institución está en crisis, y una de las formas en las cuales esto se manifiesta es la obsolescencia de las herramientas conceptuales y técnicas necesarias para enfrentar los diferentes problemas de la sociedad, dentro de los cuales se encuentran los problemas ambientales y la gestión del riesgo, así como la lentitud y la rigidez de nuestras instituciones, en especial las jurídicas, para impulsar el desarrollo.

DEFENSA CIVIL

Pareciera que el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci) se presenta después de producido un desastre o cuando se aproxima una temporada asociada a peligros naturales. En el área de estudio se han hecho encuestas sobre las acciones de prevención realizadas por alguna de las instituciones encargadas de velar por el bienestar ciudadano. La respuesta unánime de los encuestados es que el Indeci no ha estado presente y que viene solo cuando se aproximan las lluvias. De las entrevistas realizadas se concluye que existen problemas de compromiso con la misión institucional, la restricción de financiamiento del Comité Distrital de Defensa Civil para la realización de programas de prevención y preparación, y otros derivados del carácter centralista que aún conserva el Indeci (planificación, asignación de recursos y adquisición del material logístico desde Lima para las regiones) y su carácter castrense que convierte su misión en una situación de mando y jerarquías, más que de convencimiento y forma de vida.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AREQUIPA

Se tiene que cuestionar el trabajo de la Dirección de Asentamientos Humanos que es la encargada de la habilitación de los suelos para uso urbano, en el sentido de que no se realiza un adecuado estudio de los expedientes que se presentan para solicitar la aprobación de las habilitaciones que se pretenden, razón por la cual gran parte de los asentamientos del sector de estudio cuentan con resoluciones de aprobación de expedientes, pero su ubicación y tipo de lotización no son suficientes para ofrecer las garantías de un desarrollo adecuado y seguro de las familias. En parte, esta dirección tiene responsabilidad de la situación actual en materia de vulnerabilidad.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL MARIANO MELGAR

No está cumpliendo con sus funciones de forma satisfactoria debido a que no existe una visión de lo que se quiere para el distrito y, por tanto, no hay instrumentos de planificación que permitan orientar su desarrollo. Un distrito con casi 54 mil habitantes no cuenta con un plan estratégico de desarrollo, ni con un plan director. En estas condiciones no se puede esperar un adecuado control del uso del suelo, pues no existe una referencia normativa que señale las pautas de crecimiento y la consolidación del territorio urbano. Así, todavía se permite ocupaciones inadecuadas dentro del lecho de la torrentera El Guarangal, lo que pone en riesgo a los pobladores del sector y sus viviendas.

MINISTERIO DE AGRICULTURA

De acuerdo con la Ley General de Aguas, es el encargado de administrar y controlar los cauces de los ríos, álveos y quebradas secas, así como de autorizar la construcción de obras civiles en estos lugares. En Arequipa, la Dirección Regional de Agricultura (DRA), a través de la Dirección de Aguas, es la encargada de aplicar y ejecutar lo estipulado en la ley, pero sus acciones están dirigidas sobre todo a administrar el agua para uso agrícola, descuidando la administración de las aguas pluviales que transitan por los cauces de las torrenteras. A su vez, la DRA administra y autoriza la extracción de agregados de estas canteras, pero no la controla; lo que ha dado lugar a que los microempresarios que realizan estos trabajos de explotación estén modificando drásticamente la fisiología de la torrentera, pues perforan huecos que a veces llegan hasta los cuatro metros de profundidad, los que en tiempo de lluvias se llenan de agua y ocasionan desastres por inundación y deslizamiento.

EMPRESAS DE SERVICIOS BÁSICOS Y FINANCIERAS

Las empresas prestadoras de servicios Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S. A. (SEAL) y Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa (Sedapar) son las encargadas de proporcionar servicios de energía eléctrica y agua potable y alcantarillado, respectivamente. Tienen responsabilidad en los procesos de habilitación porque otorgan un certificado de factibilidad de dotación de servicios, aprueban los expedientes técnicos de habilitación y efectúan las obras. Finalmente, está la responsabilidad de algunas entidades encargadas de financiar y promover la construcción masiva de viviendas en los sectores populares, como el Banco de Materiales y los bancos que ofrecen los programas Mi Vivienda y Techo Propio. En todos estos casos se ha detectado que existe descuido al verificar que los terrenos en los que se van a construir las viviendas cumplan con las condiciones adecuadas de habitabilidad y seguridad.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa4. MODELO DE GESTIÓN DEL RIESGO APLICABLE A LOS ASENTAMIENTOS
POPULARES DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**4.1. Consideraciones, objetivos y concepción comunitaria de la propuesta**

La investigación ha tenido como hipótesis dos planteamientos. El primero indica: «...los niveles de vulnerabilidad de la población de los asentamientos asentados al borde de la torrentera El Guarangal del distrito de Mariano Melgar están en relación directa con su nivel socioeconómico y cultural, lo que determina sus prioridades en el proceso de consolidación de su ocupación en el asentamiento, así como su desarrollo familiar, lo cual hace que no se tenga en cuenta las amenazas presentes en su entorno inmediato». El análisis de vulnerabilidad ha confirmado esta hipótesis por lo que cualquier propuesta de gestión del riesgo tendrá que incorporar en su diseño esta situación para proponer alternativas consistentes hacia la superación de la pobreza y el fortalecimiento de una cultura preventiva y organizacional.

El segundo planteamiento es: «...una adecuada gestión del riesgo por inundación debe partir de una nueva concepción de la planificación en los asentamientos populares, de carácter participativa y orientada hacia la construcción de entornos sostenibles con visión de futuro. Solo considerando a la gestión del riesgo como parte inherente de todos los procesos de desarrollo será posible asegurar niveles adecuados de habitabilidad y nivel de vida». Este último es asumido como la principal lección derivada de la inadecuada gestión del riesgo que se limita a la atención de la emergencia en un contexto de desastre y no se incorpora a lo largo de las decisiones y las acciones orientadas al desarrollo. Estas dos consideraciones están presentes en el diseño de los objetivos y los componentes del Modelo de Gestión del Riesgo que se presenta a continuación.

Por otra parte, se considera que este modelo es aplicable a los demás asentamientos populares de la ciudad de Arequipa por sus características de ubicación y desarrollo que la hacen vulnerable sobre todo a los peligros sísmicos y de actividad volcánica, así como a inundaciones y deslizamientos asociados al río Chili y las seis torrenteras que atraviesan la ciudad. Los asentamientos populares presentan un panorama similar, inclusive peor, por sus características de precariedad social y económica y por la ausencia de una adecuada planificación que dé la pauta de un crecimiento coherente y ordenado para la ciudad. Son más de 400 los pueblos jóvenes y asentamientos humanos que se encuentran en esta situación, la gran mayoría representados por la Asociación de Urbanizaciones Populares de Arequipa (AUPA), lo que constituye más de las dos terceras partes del área metropolitana. Por otro lado, estos asentamientos están formados principalmente por pobladores migrantes e hijos de migrantes de las regiones andinas de departamentos como Puno, Cusco y Apurímac y de las provincias

altas de Arequipa, lo que hace que posean patrones culturales ancestrales que los diferencian del resto de la población.

El MODELO propuesto comprende un conjunto de conceptos y normas que son fruto de la reorientación de lo que actualmente se maneja en materia de gestión del riesgo y que, a partir del estudio de un caso concreto: los asentamientos populares en el distrito de Mariano Melgar, se puede generalizar y aplicar a los asentamientos populares de la ciudad.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al desarrollo comunal de los asentamientos populares del distrito de Mariano Melgar y de la ciudad de Arequipa través de la implementación adecuada de la gestión del riesgo de desastres de origen natural y socionatural para contribuir a la generación de una cultura ambiental preventiva y sostenible en el tiempo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estos son los siguientes:

- Capitalizar las capacidades y las organizaciones de los pobladores de los asentamientos populares de la ciudad para enfrentar de una forma adecuada los peligros existentes, con una visión que convierta al riesgo en una oportunidad hacia el desarrollo sostenible de sus comunidades.
- Introducir el concepto de gestión local del riesgo como un proceso inmerso dentro del desarrollo integral de los asentamientos populares y de los distritos de Arequipa metropolitana.
- Permitir, a través del modelo, una rápida concatenación de la fase de respuesta inmediata con aquellas de habilitación y reconstrucción.
- Fomentar la autonomía, en lugar de la dependencia, de los asentamientos populares de la ciudad, a través de la generación de un estímulo a las economías locales mediante la gestión del riesgo.

CONCEPCIÓN COMUNITARIA DEL MODELO

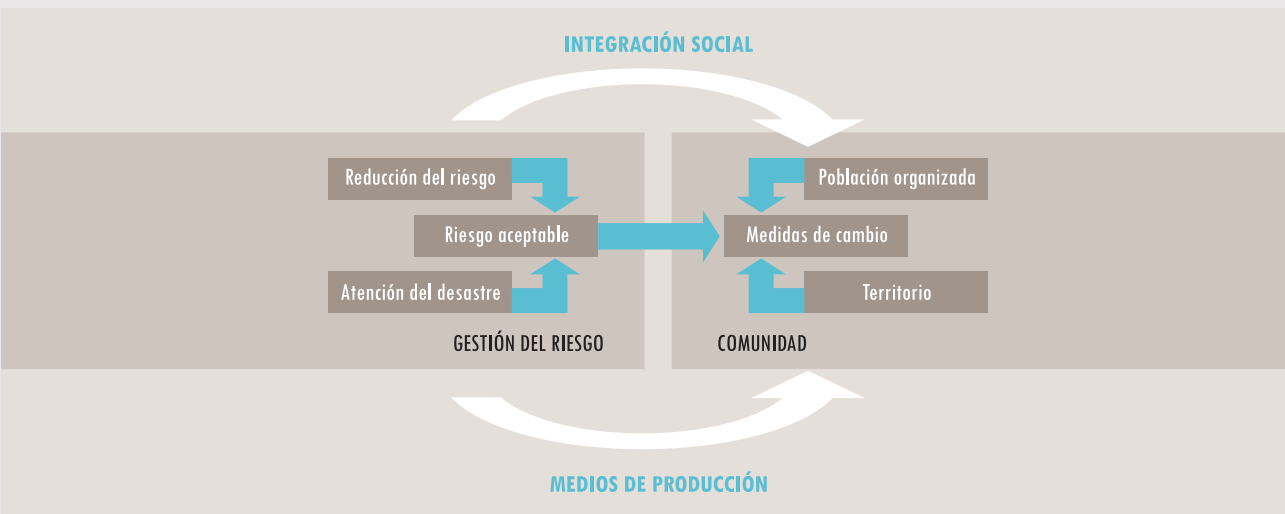
Se sustenta en los siguientes principios (ver gráfico 7):

- a) La gestión del riesgo (GdR) entendida no solo como un proceso de reducción de los riesgos y de atención ante el desastre, sino como el planteamiento y la toma de decisiones colectivas sobre los niveles y las formas aceptables de riesgo, así como sobre los cambios que deben impulsarse para evitar consecuencias que podrían llevar a la ocurrencia de un desastre. La GdR tiene una interacción con la comunidad en tanto posibilita su desarrollo y, a la vez, es condicionada por esta en su propia implementación.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa

- b) La dimensión comunal de la gestión del riesgo se ampara en un concepto ancestral del hombre andino, el *ayni*, ley de la reciprocidad, y en el reconocimiento del hombre como parte de la naturaleza a la cual no domina ni pretende dominar; es decir, convive y existe en la naturaleza como un momento de ella. Esto supone modificar el actual comportamiento del poblador de los sectores populares pues resulta impensable aceptar que las torrenteras se conviertan en basurales y que se modifique constantemente el suelo natural, rellenando, nivelando y erosionando artificialmente. Ante esta situación, el agua buscará siempre su cauce natural y es entonces cuando se presenta el conflicto, que luego se convierte en desastre.
- c) La gestión del riesgo debe constituirse en el motor fundamental del desarrollo de la comunidad porque permitirá dinamizar la vida de los pobladores y centrar el interés en objetivos comunes ligados a su bienestar, para lo cual se deben asumir dos roles fundamentales en pro del desarrollo comunal, los cuales están interrelacionados. El *rol social* está definido por el carácter integrador que tiene la GdR, que exige una mayor organización para enfrentar los peligros que amenazan a la comunidad, lo que se convierte en una oportunidad para conseguir otros objetivos para mejorar su ambiente y calidad de vida. El *rol económico* se refiere al impulso que se puede conseguir para mejorar el nivel de ingresos de la población, ya que la GdR debe buscar promover obras que den empleo a la población de los sectores populares y, por otro lado, incentivar la creación de microempresas asociadas al cambio de uso de los lechos de la torrentera o de cualquier zona vulnerable; por ejemplo, cultivos alternativos, canteras asociadas a la formación de lagunas artificiales de control hidráulico, etc.

Gráfico 7. Concepción comunitaria del Modelo de Gestión del Riesgo



Elaboración propia.

d) Tomar en cuenta los aspectos de la comunidad que condicionan la gestión del riesgo, como:

- La participación comunitaria como lineamiento: desde la definición de la línea de base en forma participativa, pasando por la definición del riesgo aceptable, hasta la ejecución de todos los programas y las actividades para enfrentar el peligro.
- La recuperación de la capacidad de solución colectiva como punto de partida de la respuesta ante los peligros naturales. Estos asentamientos se han consolidado basados en una organización informal de partida, muchas veces producto de invasiones a terrenos eriazos del Estado, y luego han conseguido la formalización de la habilitación urbana y de sus servicios básicos hasta alcanzar el mejoramiento gradual y lento de sus espacios urbanos y viviendas. Sin embargo, con el tiempo han ido perdiendo su capacidad organizativa, al entrar en la lógica de asentamientos consolidados pasaron a resolver sus problemas particulares de una forma individual, lo que dejó sin solución muchos problemas colectivos, incluida la posibilidad de desastres.

4.2. Modelo de red local de gestión del riesgo y desarrollo sostenible

Allan Lavell (2003) presenta una definición bastante completa del significado de la gestión del riesgo de desastre en términos generales, como un proceso social complejo cuyo fin último es la reducción o la previsión y el control permanente del riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles. Asimismo, señala:

...de esta definición básica se derivan dos consideraciones fundamentales, relevantes con referencia a cualquier nivel de la gestión que consideramos y que debemos destacar desde el principio, para retomarlos con mayor detenimiento y especificidad más adelante, a saber:

- La gestión comprende un proceso y no un producto o conjunto de productos, proyectos o acciones discretas, relacionado con el logro de objetivos de desarrollo sostenible.
- La gestión se ubica con referencia a dos contextos de riesgo: el riesgo existente y el posible riesgo futuro. (Lavell, 2003: 30)

En ese sentido, adoptando estos puntos de vista, proponemos un Modelo de Gestión del Riesgo que responde a las características y las condiciones sociales y culturales de los sectores populares del Perú y de Arequipa en particular. Este modelo de gestión del riesgo tiene las siguientes características:

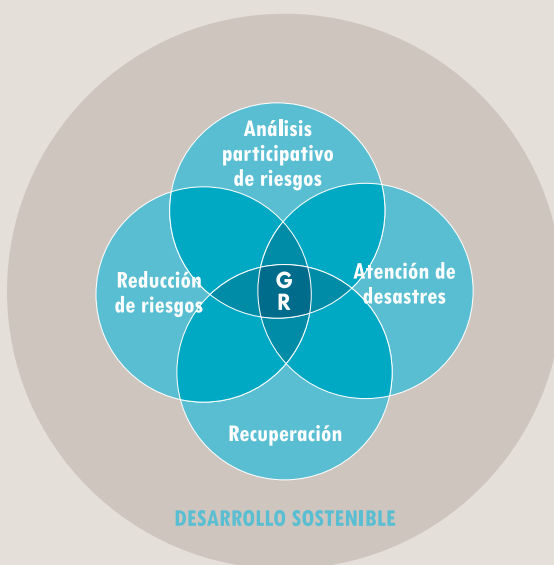
- *Comunal*: Tiene un alcance territorial local, según los niveles de integración y pertenencia, y se basa en el concepto de «solución colectiva» de los problemas.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa

- *Autónomo*: Posee amplia independencia para la toma de decisiones y la utilización de los recursos asignados o disponibles, en un marco de coordinación con las autoridades distritales, provinciales e inclusive nacionales.
- *Permanente*: El enfoque del modelo no es de ninguna manera «emergentista» sino «desarrollista», porque forma parte del proceso de desarrollo que cada comunidad posee; por esta razón, debe estar presente en todos los componentes de planificación existentes.

El gráfico 8 presenta el modelo propuesto, allí se aprecian sus componentes como una superposición de procesos parciales interrelacionados, todos encaminados hacia la búsqueda del desarrollo sostenible de la comunidad. A continuación se analiza cada uno de los elementos que integran el modelo.

Gráfico 8. Modelo de Gestión del Riesgo para el desarrollo sostenible



Elaboración propia.

ANÁLISIS PARTICIPATIVO DE RIESGOS

Este es el punto de partida para la toma de decisiones, programas y actividades a planificar. También debe ser considerado como un proceso continuo en el tiempo. Su objetivo es definir la «línea de base» y los niveles aceptables de riesgo, para adoptar las medidas posteriores. Comprende el análisis de la amenaza y de la vulnerabilidad y su interrelación en la configuración del riesgo:

- El análisis de la amenaza se realiza en relación con los siguientes aspectos: el aspecto geográfico, referido al lugar y la extensión; el aspecto temporal, referido a la frecuencia, la duración y la probabilidad de ocurrencia del evento; y el aspecto dimensional, donde se analizan la magnitud y la intensidad de los eventos considerados.
- El análisis de la vulnerabilidad se efectúa en relación con estos diferentes aspectos: la identificación de elementos y personas potencialmente amenazados; la determinación de factores de vulnerabilidad y el análisis de las causas (físicas, económicas, sociales y ambientales); y la estimación de los probables daños y pérdidas.
- El análisis del riesgo incluye el trabajo con mapas, los que deben realizarse en los diferentes niveles que contempla la GdR, los de mayor nivel deben ejecutarse con el concurso de profesionales y técnicos especializados, mediante sistemas de información geográfica y la cuantificación sistematizada de las pérdidas; sin embargo, debe considerarse la construcción participativa de mapas en los niveles locales y menores para involucrar a los actores afectados y, de esta forma, conseguir su identificación con el proceso, así como un conocimiento más cercano de la realidad. Seguramente serán dibujos o esquemas de precaria presentación, pero son de mucha utilidad si se presta atención a su contenido.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

Se refiere a las medidas adoptadas y ejecutadas para enfrentar los peligros o las amenazas de la comunidad en los aspectos de mitigación y prevención. El modelo da mayor importancia a las soluciones no estructurales por su carácter más sostenible, ya que las soluciones estructurales se refieren a las mejoras infraestructurales que se puedan realizar, las cuales no necesariamente tienen un impacto sostenible para la comunidad, si bien su importancia radica en la materialización de obras concretas, lo que resulta muy atractivo para la población, a la vez que resuelven impactos negativos puntuales de la comunidad.

Tres son los elementos considerados en las soluciones no estructurales: la planificación, la organización social y la capacitación y la formación de la población.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa*La planificación*

El distrito de Mariano Melgar, como la mayoría de los distritos de Arequipa, no tiene un plan director ni, mucho menos, un plan estratégico, lo cual es simplemente inadmisibles. Por tanto, una de las tareas inmediatas de la GdR es la elaboración de estos instrumentos en los distritos de Arequipa, para contar con una planificación del uso del suelo y un manejo sostenible de los recursos naturales y de las cuencas y así poder administrar racionalmente el territorio ocupado por los asentamientos populares. El planeamiento estratégico debe estar presente en todos los ámbitos de la comunidad y la GdR debe ser parte importante de esos procesos, al actuar en forma permanente de manera transversal a los lineamientos y los tratamientos de dichos planes.

La organización social

El modelo la considera como un elemento fundamental en la GdR. Su concepción comunal pone énfasis en la participación de la población para administrar exitosamente el riesgo, por lo que es importante recuperar y promover la organización de los pobladores de la comunidad en todo nivel. El éxito de Villa el Salvador en Lima, ejemplo internacional de planeamiento urbano, se encuentra en una correspondencia muy clara entre la organización físico-espacial y la organización social del asentamiento. De modo semejante, el modelo plantea una organización social que se corresponda con la unidad física en la cual se desenvuelve, partiendo de capitalizar la organización existente y llenar los vacíos que pudiera tener. Así se propone:

- Un consejo directivo del asentamiento: En los sectores populares, el asentamiento humano es la unidad urbana sobre la que siempre se ha trabajado en todos los ámbitos de la planificación. Tiene una junta o un consejo directivo creado de acuerdo con la ley, que es reconocido en todas las instancias. Se plantea que esa organización dirigente sea la base de operación de la GdR. Esto implica introducir dentro de su seno a agentes de defensa civil en representación de las manzanas o los grupos de manzanas, según el tamaño del asentamiento, de tal forma que su composición se completa con la introducción de la GdR en su interior.
- La organización sectorial: A su vez, de cada asentamiento debe salir un agente que lo represente ante una instancia mayor que es el sector, del cual se destaca también un agente que representa a ese sector en el Comité Distrital de Defensa Civil.
- El Comité Distrital de Defensa Civil: Este se instala en la municipalidad, de acuerdo con la estructura del Sistema Nacional de Defensa Civil (Sinadeci). De esta manera se completa la estructura orgánica de la gestión del riesgo, al asegurarse mecanismos de coordinación entre los diferentes niveles de implementación.

La capacitación y la formación

Estas son necesarias para modificar los patrones de comportamiento hasta que la gestión del riesgo se convierta en parte de la forma de vida de la gente. Como componentes de la formación y la capacitación se incluyen la educación formal en colegios y universidades y la educación informal cotidiana en talleres y otros medios.

ATENCIÓN DE DESASTRES

En relación con la atención de desastres, el concepto planteado por el modelo es que las acciones realizadas, asociadas a planes de emergencia, sistemas de alerta temprana y planes de evacuación, sean una oportunidad para movilizar las capacidades en beneficio de una mejor gestión del riesgo, para que la proximidad o la ocurrencia de un evento sirvan para reforzar los niveles de organización de la población y permitan afinar los mecanismos de respuesta que tiene la comunidad. En ese sentido, se requiere que la red de gestión del riesgo se active totalmente, coordinando todas las acciones necesarias para enfrentar el desastre, y canalice la ayuda humanitaria que generalmente llega, para administrarla y distribuirla con eficacia y eficiencia.

RECUPERACIÓN

La recuperación no debe ser considerada únicamente como el conjunto de acciones que permiten volver a una situación similar a la anterior al desastre, sino que debe ser vista como una oportunidad para avanzar en la mejora de la situación de la población, enrumbando siempre hacia reforzar las bases del desarrollo sostenible.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa

BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACIÓN (COSUDE) / PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS. 2006a. *Análisis y generación de mapas temáticos de amenaza, vulnerabilidad, exposición y riesgo*. Documento metodológico. Cochabamba: Cosude.
- . 2006b. *Línea de base sobre riesgos*. Documento metodológico. Cochabamba: Cosude.
- AGURTO CALVO, Santiago. 1987. *Construcción, arquitectura y planeamiento incas*. Lima: Cámara Peruana de la Construcción (Capeco).
- BLAIKIE, Piers; CANNON, Terry; DAVIES, Ian y WISNER, Ben. 1996. *Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres*. Lima: La Red.
- CIEZA DE LEÓN, Pedro. [1550] 1972. *La Crónica del Perú*. Lima: Peisa.
- COOK, Noble David. 1981. *Demographic Collapse: Indian Peru, 1520-1620*. Nueva York: Cambridge University Press.
- DÍAZ PALACIOS, Julio; CHUQUISENGO, Orlando y FERRADAS, Pedro. 2005. *Gestión del Riesgo en los gobiernos locales*. Lima: Soluciones Prácticas: Intermediate Technology Development Group (ITDG).
- FERNÁNDEZ, María Augusta (compiladora). 1996. *Ciudades en riesgo. Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres*. Quito: La Red.
- FUSE FERNÁNDEZ DÁVILA, Jaime y BENÍTEZ MONTÚFAR, Alfredo. 1999. *Inundaciones en la localidad de Arequipa ocasionadas por el ingreso de torrenteras*. Arequipa: Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci) / Universidad Nacional de San Agustín (UNSA).
- KEIPI, Kari; MORA CASTRO, Sergio y BASTIDAS, Pedro. 2005. *Gestión del riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo*. Washington, D. C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- KOHLER, Alois; JÜLICH, Sebastián y BLOEMERTZ, Lena. 2004. *El análisis del riesgo: una base para la gestión del riesgo de desastres naturales*. Eschborn: GTZ (cooperación alemana al desarrollo).
- LAVELL, Allan (compilador). 1997. *Viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*. Lima: La Red.

- . 2003. *La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Ciudad de Guatemala: Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (Cepredenac) / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- LUMBRERAS, Luis Guillermo. 1983. *Los orígenes de la civilización en el Perú*. Lima: Milla Batres.
- MASKREY, A. (compilador). 1993. *Los desastres no son naturales*. Santa Fe de Bogotá: La Red / Tercer Mundo.
- MEDINA, Juvenal. 1991. *Fenómenos geodinámicos: estudio y medidas de tratamiento*. Lima: ITDG.
- MEDINA, Juvenal y ROMERO, Rocío. 1992. *Los desastres sí avisan: estudios de vulnerabilidad y mitigación II*. Lima: ITDG.
- MILLA VILLENA, Carlos. 2000. *Ayni. Introducción a la Paleosemiótica*. Lima: Centro de Estudios Andinos.
- OLIVER-SMITH, Anthony. 1994. «Perú, 31 de mayo, 1970: quinientos años de desastres». *Revista Desastres y Sociedad*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Santa Fe de Bogotá, ene.-jul., año 2, n.º 2: 2-13.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO) / INSTITUTO AEROESPACIAL DE LEVANTAMIENTOS AEROESPACIALES Y CIENCIAS TERRESTRES (ITC) / CENTRO DE COORDINACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN AMÉRICA CENTRAL (CEPREDENAC) / COMISIÓN PERMANENTE DE CONTINGENCIAS DE HONDURAS (COPECO). 2003. *Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para el análisis de amenazas y riesgos naturales*. Tegucigalpa: Unesco.
- PERÚ. DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR PÚBLICO (DGPM). 2006. *Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo*. Lima: DGPM, Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- PERÚ. INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI). 2003. *Atlas de Peligros Naturales del Perú*. Lima: Indeci.
- PERÚ. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). 2001. *Tipo de la tenencia de las viviendas, 1997-2001*. Lima: Sistema Estadístico Nacional, INEI. <www.inei.gob.pe>.

Gestión del riesgo por inundación en asentamientos populares,
distrito de Mariano Melgar, Arequipa

- PERÚ. MUNICIPALIDAD DISTRITAL MARIANO MELGAR / FONDO ÍTALO-PERUANO. 2006. *Proyecto de tratamiento y encauzamiento de torrenteras I, II, III del distrito de Mariano Melgar*. Arequipa: Municipalidad Distrital Mariano Melgar / Fondo Ítalo-Peruano.
- QUINN, William H.; NEAL, Victor T. y ANTÚNEZ DE MAYOLO, Santiago. 1987. «El Niño, Occurrences over the Past Four and Half Centuries». *Journal of Geophysical Research*. Vol. 92 (C 13): 14.449-14.461.
- REINHARD, Johan. 1997. *Las Líneas de Nazca: un nuevo enfoque sobre su origen y significado*. Lima: Los Pinos.
- ROSTWOROWSKI DE DIEZ CANSECO, María. 1994. «El diluvio de 1578». *Revista Desastres y Sociedad*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Santa Fe de Bogotá, ago.-dic., año 2, n.º 3: 109-121.
- SEINER, Lizardo. 2001. «Fenómeno El Niño en el Perú: reflexiones desde la historia». *Debate Agrario*. Centro Peruano de Estudios Sociales (Cepes). Lima, n.º 33: 1-18.
- SHADY, Ruth. 2001. *La Ciudad Sagrada de Caral-Supe y los orígenes de la civilización andina*. Lima: Museo Nacional de Arqueología y Antropología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).
- WILCHES-CHAUX, Gustavo. 1998. *Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo*. Quito: La Red.
- WILLAMS, Carlos. 1980. «Arquitectura y urbanismo en el Antiguo Perú». En J. Mejía Baca (editor), *Historia del Perú*, t. VIII (pp. 367-585). Lima: Juan Mejía Baca.

TESIS 6

Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa

Mónica Toledo y Javier Ticona

Tesis para optar el grado de Segunda
Especialidad en Gestión para la Prevención
y Atención de Desastres y Desarrollo Sostenible

Facultad de Geología, Geofísica y Minas
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

Resumen

La presente investigación forma parte de la reflexión sobre la necesaria inclusión de la evaluación del riesgo de desastre en curso para los fines de una gestión correctiva, especialmente cuando los proyectos han modificado significativamente la ocupación del territorio y llevado a la aparición de amenazas. En esa perspectiva, la investigación se centra en la evaluación de los probables escenarios de riesgo asociados con las tendencias de deslizamientos en el ámbito de la primera etapa del proyecto Majes-Siguas (Arequipa) y culmina con la elaboración del Plan de Mitigación respectivo.

La investigación propone un conjunto de medidas de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación en los terrenos de la irrigación Majes, entre las localidades de Tambillo y Santa Ana del valle de Siguas, con base en la estimación y la evaluación del riesgo de desastre existente. Parte de la evaluación de los peligros por deslizamientos, analiza las causas geofísicas que los producen, las relaciona con la geología de la zona y delimita los sectores; asimismo, encuentra que a lo largo del valle de Siguas está generalizado el peligro de salinización del suelo. Luego evalúa la vulnerabilidad de los centros poblados, los medios de producción y la infraestructura que se localizan en las zonas de alto, mediano y bajo peligro. Determina que el canal madre, la tubería matriz y el tramo de la carretera Panamericana Sur analizado se encuentran en muy alto riesgo, el cual compromete, además, una extensión de 4.536 hectáreas agrícolas. Finalmente, tomando en cuenta los resultados anteriores y la evaluación de los proyectos de contingencia existentes, se proponen las medidas de mitigación con sus respectivas fichas de proyectos.



1. IRRIGACIÓN DE MAJES Y PELIGROS EN EL VALLE DE SIGUAS

1.1. Área de estudio y manifestaciones del proceso de riesgo en curso

El área de estudio comprende la irrigación Majes en el área de influencia del fenómeno de deslizamiento por filtración próxima al talud, desde Tambillo hasta Santa Ana en el valle de Sigüas. Este ámbito corresponde a dos jurisdicciones, los distritos de Majes y de San Juan de Sigüas, en la costa del territorio de la Región Arequipa.

El distrito de Majes pertenece a la provincia de Caylloma y ocupa las pampas alta y baja de Majes, es decir, el ámbito de la irrigación Majes I Etapa, el cual, de acuerdo con la fisiografía, constituye la parte alta del valle de Sigüas. Este distrito es accesible entre los kilómetros 862 y 913 de la carretera Panamericana Sur y se ubica a 100 kilómetros de la ciudad de Arequipa. El distrito de San Juan de Sigüas pertenece a la provincia de Arequipa y ocupa el valle del río Sigüas, accesible desde la carretera Panamericana Sur a la altura del kilómetro 923 en Tambillo, capital del distrito.

La construcción de la primera etapa de la irrigación Majes, todavía inconclusa, demandó al Estado peruano más de mil millones de dólares y once años de titánica labor, donde se conjugaron los mayores esfuerzos que lograron hacer realidad el ansiado sueño de varias generaciones de pobladores arequipeños, quienes vieron,

en noviembre de 1982, llegar las aguas de la cuenca del río Colca. Estas fueron trasvasadas a la cuenca del río Sigüas a través de un colosal sistema hidráulico de túneles y canales de más de cien kilómetros de longitud, que cruzaron los Andes para llevar agua al desierto y crear allí el cuarto valle más grande de la costa peruana, pero realizado por la mano del hombre (en la fotografía se aprecia la bocatoma de Pitav). Sin embargo, la ejecución de estas obras se realizó sin la elaboración previa de un estudio de impacto ambiental.



El Proyecto de Irrigación Majes-Sigüas fue concebido considerando un módulo de riego por aspersión de $0,57 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$. La investigación encuentra que las condiciones hidrológicas para la ocurrencia de deslizamientos y salinización de las aguas se han ido configurando desde la adjudicación de las primeras 3 mil hectáreas en 1982 por el lavado de sales y otros elementos solubles presentes en las capas superficiales, debido al sobrerriego de parte de los colonos. Estos han llegado a utilizar módulos

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**

de hasta 0,97 m³/ha/día en una extensión agrícola cada vez mayor que asciende a las 16.500 hectáreas de superficie actual en desarrollo; lo que afecta la estabilidad de los taludes de la margen derecha del valle de Sigwas (la fotografía muestra una plantación de alfalfa con riego por aspersión en la irrigación Majes).



Durante la ejecución de las obras de este proyecto se presentaron innumerables fenómenos que han ocasionado daños en diversas circunscripciones territoriales colindantes. Así, las tierras agrícolas de los distritos de Sigwas, Santa Isabel de Sigwas, San Juan de Sigwas, Quilca y Huasamayo-Lluta, en el departamento de Arequipa, se han visto severamente afectadas como consecuencia de la ejecución de las obras del proyecto Majes. Se han presentado fenómenos como: inundación de predios rústicos; arenamiento ocasionado por el transporte de grava hacia el río Sigwas; filtraciones de agua que han afectado la estabilidad de viviendas y terrenos de cultivo; salinización de las aguas, las cuales han sido calificadas como no aptas para el consumo humano ni el uso agrícola; y fenómenos de reptación y deslizamientos de tierras que, a su vez, ocasionan embalses temporales del río Sigwas y ponen en peligro un tramo de la carretera Panamericana Sur, un tramo del canal madre de la irrigación Majes y otras instalaciones importantes como la Subestación de la Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S. A. (SEAL) y la Planta Majes de Leche Gloria.

Las primeras manifestaciones externas de estos fenómenos en el área de estudio se produjeron en la margen derecha del río Sigwas, en la zona de Pachaquí, en noviembre de 1996, con las primeras filtraciones, las cuales se intensificaron hasta el punto que tuvieron que dejar de cultivarse las tierras por la presencia de sal y el exceso de humedad. A este fenómeno le sucedió la aparición de pequeñas fisuras en la carretera y en la falda del talud respectivo. En abril de 1999 se produjo el primer deslizamiento también en la misma zona; en julio del mismo año ocurrió otro deslizamiento del talud que enterró dos viviendas, el canal principal de regadío y la carretera, sin causar víctimas personales ni daños a los terrenos de cultivo. En junio de 2003 se produjo el gran deslizamiento del talud ya mencionado, lo que originó el embalse del río Sigwas, dado que el volumen de tierra y los escombros alcanzaron el otro flanco del valle, lo que cerró completamente el cauce del río Sigwas. Las consecuencias de este deslizamiento fueron: la pérdida de 20 hectáreas de terrenos de cultivo que quedaron enterrados, la inundación de predios aguas arriba debido al embalse generado y la inutilización de la carretera que comunicaba los anexos de La Candia, La Ramada, Pachaquí y Santa Ana. Un fenómeno semejante se produjo en diciembre de 2004.

Posteriormente, ocurrieron deslizamientos del talud en el Anexo Santa Ana, en junio y octubre de 2005, los cuales ocasionaron embalses de agua en el río Sigwas y la

inundación de los terrenos de cultivo, de otros terrenos y algunas decenas de cabezas de ganado enterradas por los derrumbes. Asimismo, en agosto del mismo año se inició el deslizamiento del talud en la zona de El Zarzal. Este fenómeno comenzó con una imperceptible grieta que apareció en el hombro del talud con aberturas de 3 a 8 centímetros y longitudes de 80 a 800 metros, que aumentaron progresivamente hasta los 1.200 metros de longitud en el mes de noviembre. Después, esta anomalía se agravó y dio origen a un deslizamiento de tipo rotacional en la modalidad de hundimiento, que continúa hasta la actualidad. El área de terrenos eriazos afectados es de 40 hectáreas y compromete la infraestructura de la Subestación de SEAL. Lo que pone en riesgo un tramo del canal madre II de la Sección D y la Pampa Baja que irriga 7.500 hectáreas; la carretera Panamericana Sur en un tramo de 550 metros de longitud; y el centro poblado Alto Sigüas que tiene 150 habitantes.

En resumen, la parte del valle de Sigüas que está siendo afectada por los deslizamientos de taludes y las filtraciones de agua es la que pertenece al distrito de San Juan de Sigüas, formado por los centros poblados rurales La Candia, Tinajeras, Vivichez, San Juan, Cornejo, La Ramada, La Rita, Lucanas, Yungas, Santa Ana, El Zarzal y Pachaquí, entre otros. Por lo que, de no tomarse medidas de *mitigación del desastre*, este proceso de deslizamientos de suelos en el talud podría seguir presentándose hasta llegar probablemente a una pendiente de equilibrio físico. Sin embargo, las filtraciones de agua no cesarían y seguirían ocasionando más daños en los terrenos de cultivo aún existentes en todo el valle de Sigüas hasta llegar a Quilca en la costa.

De acuerdo con el análisis realizado, se han identificado dos diferentes escenarios presentes en el ámbito de estudio. El primero corresponde al valle del río Sigüas y el segundo, a la parte alta, es decir, a la irrigación Majes I Etapa.

Antes del proceso de afectación descrito, el valle de Sigüas era considerado un valle fértil, cuyos cultivos principales eran los árboles frutales y otros productos de panllevar, asimismo, se criaba algún ganado, parte del cual ha muerto por la ingestión de aguas contaminadas y por efecto de los derrumbes. Actualmente el valle se encuentra prácticamente abandonado.

Como consecuencia de los desastres que están ocurriendo en el valle de Sigüas, los pobladores han abandonado sus tierras. Solo en Tambillo, la capital distrital, se mantiene la misma población, 1.350 habitantes, ya que está fuera de la zona afectada directamente por los deslizamientos y las filtraciones provenientes de la irrigación Majes. De los caseríos y los anexos que existían en el valle, desde Tambillo hasta Santa Ana, han migrado aproximadamente 238 habitantes dejándolo despoblado por el inminente peligro y la grave afectación sufrida en su fuente de ingresos económicos y terrenos de cultivo. Alrededor de la mitad de las familias damnificadas han sido reubicadas en la irrigación Majes y el resto, debido a la especulación con el precio de las tierras y la búsqueda de mayores beneficios, hasta la fecha no han obtenido su reubicación, la que actualmente está en trámite. Al valle de Sigüas llega

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**

la carretera Panamericana Sur a la altura de Tambillo; desde allí parte una vía de penetración a lo largo del valle desde Tambillo hasta Tinajeros, la cual actualmente se encuentra interrumpida por los derrumbes e intransitable; es por esta vía que se transportaban los productos agropecuarios del valle a los mercados de Arequipa y otros lugares.

En contraste, el distrito de Majes evidencia un proceso de prosperidad que se expresa en el aumento de la población residente y de la economía local. Actualmente, la población llega a los 35.334 habitantes, y se incrementa a una tasa promedio anual de 13,1%. Asimismo, la población urbana ha ido creciendo en forma vertiginosa, pues en 1993 era 60% de la población total y en el año 2005 se calcula en alrededor de 90%. En el área de irrigación los principales cultivos son: la alfalfa, que representa 78,6% del área cultivable; la papa, 9,6%; y el maíz forrajero, 3,1%. En los últimos años han aumentado otro tipo de cultivos de mayor rentabilidad como el ají páprika, la cebolla amarilla, el ajo y otros cultivos en pequeña escala. La población pecuaria es principalmente vacuna y constituye 15% de la población pecuaria regional. Existen 54.020 cabezas, de ellas, 20.828 son vacas que producen en promedio 15,5 litros de leche por día, lo que significa el 39% de la producción láctea departamental. El comercio y otros servicios están adquiriendo importancia. En conjunto, contribuyeron al PBI convalidando su vocación de eje estructurador de la economía de la zona.

**1.2. Análisis de los peligros naturales y socionaturales
en el ámbito de estudio**

Al peligro también se le conoce como amenaza. Es la probabilidad de ocurrencia de un evento dañino en un lugar determinado (territorio), con una determinada duración y periodo de recurrencia y con una cierta intensidad (potencial de daño). Solo se considera peligro como tal si el fenómeno puede ocasionar daños en un contexto social y en una fuente de actividad económica determinada. La amenaza no es un hecho ya ocurrido sino una suposición sobre un evento futuro basada en observaciones anteriores. En nuestro caso, dado el fenómeno ya iniciado, el peligro o la amenaza es la estimación de la dimensión futura del fenómeno ya presente.

El ámbito de estudio forma parte del espacio macro de potencial acción de dos tipos de peligros naturales provenientes de los fenómenos sísmicos y volcánicos.

Por su naturaleza, los peligros naturales no son controlables por el hombre, no se puede controlar su magnitud ni evitar su ocurrencia, corresponden a procesos de evolución de los ecosistemas naturales; de all que es importante desarrollar un

mejor entendimiento de la dinámica del planeta con la finalidad de aportar al diseño de procesos sostenibles de ocupación y uso del territorio.

La investigación realizó el cálculo del peligro sísmico debido a que el sur del Perú es altamente sísmico y, a través de la historia, este peligro ha ocasionado grandes daños a la propiedad pública y privada. Especialmente porque la localidad de Pedregal, que forma parte del ámbito de estudio, se está convirtiendo en una zona de futura expansión urbana, en caso de presentarse una catástrofe en la ciudad de Arequipa. La parte más importante en el análisis del peligro sísmico es la atenuación de la energía. La ley de atenuación empleada en el presente estudio se basa en los terremotos peruanos estudiados por Casaverde y Vargas (1980). Se ha calculado los valores de las aceleraciones para las diferentes localidades del área de estudio, considerando los periodos de exposición de 10, 30, 50, 100, 500 y 1.000 años, encontrándose que los valores resultantes están por debajo de los valores de la aceleración de la gravedad ($9,80 \text{ cm/s}^2$). Esta información es de mucha utilidad en la elaboración de proyectos de gran envergadura como canales y pistas, entre otros, y deberá ser considerada en las acciones a tomar en cuenta para mitigar los efectos de este fenómeno.

La actividad volcánica que podría afectar a la zona de estudio está referida al complejo volcánico Ampato, Sabancaya y Hualca Hualca. El mayor peligro proviene de la actividad del volcán nevado Sabancaya el cual, después de un periodo de aproximadamente 200 años de quietud, entró en una etapa de reactivación en noviembre de 1986. La primera fase eruptiva produjo fumarolas que alcanzaron alturas de 3 y 5 kilómetros, con diámetros de aproximadamente 700 metros, y duró hasta 1990. Posteriormente, pasó a una fase explosiva con la expulsión de cenizas, bloques pequeños de rocas y constante emisión fumarólica que llegaron a cubrir un área de 10 km^2 (Huamán, 1995). A partir de 1993, la erupción del volcán Sabancaya decreció paulatinamente hasta emitir fumarolas en forma esporádica y producir sismos de pequeña magnitud; durante estos dos últimos años se han realizado visitas a la zona de estudio donde no se ha observado ninguna fumarola.

La zona de estudio se encuentra a 67 kilómetros del volcán Sabancaya pues la cuenca de recepción del río Sigvas se ubica en los alrededores de este espacio volcánico, por esta razón es necesario tomar en cuenta esta amenaza que podría comprometer la contaminación de las aguas del río Sigvas. Las explosiones laterales dirigidas y caídas de tetras durante una posible erupción del volcán Sabancaya afectarían al canal principal que conduce las aguas a la irrigación Majes y comprometerían directamente las 16.500 hectáreas de terreno de cultivo, a la población, la ganadería y empresas privadas como Gloria y Laive, entre otras.

En las últimas décadas se han generado peligros de origen siconatural, deslizamientos y salinización de las aguas, cuyas manifestaciones se ha tratado anteriormente.

Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa

Los peligros socionaturales corresponden a fenómenos de aparente origen natural pero cuya verdadera causa es una degradación ambiental insostenible asociada a la intervención humana sobre los ecosistemas. En el caso de estudio se han originado debido a una inadecuada relación entre el hombre y la naturaleza por el insuficiente conocimiento de las características físicas del terreno; por ello mismo, su impacto puede reducirse a través de medidas de mitigación.

El deslizamiento es el movimiento de una masa de roca, tierra o detritos a lo largo de un talud (Cruden, 1991). El término «deslizamiento» se refiere a otros hechos tales como «movimiento de ladera», de modo tal que facilite la comprensión de los usuarios. El deslizamiento de una ladera es un término general que se emplea para designar a los movimientos talud abajo de materiales térreos, que resultan de un desplazamiento hacia abajo y hacia afuera de suelos, rocas y vegetación bajo la influencia de la gravedad. Estas inestabilidades se caracterizan por que los materiales que componen la masa fallada se pueden mover por derrumbe o caída, deslizamiento, flujo y desplazamiento lateral. Algunos deslizamientos son rápidos porque ocurren en segundos, mientras que otros pueden tomar horas, semanas, meses, o inclusive lapsos mayores para desarrollarse.

Entre los distintos tipos de deslizamiento destaca el rotacional, donde la superficie principal de la falla resulta cóncava hacia arriba (forma de cuchara), definiendo un movimiento rotacional de la masa inestable de suelos y/o fragmentos de rocas con centro de giro por encima de su centro de gravedad; a menudo ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas blandas muy intemperizadas. Otro fenómeno originado en la inestabilidad de las laderas es la caída o el derrumbe, es decir, movimientos abruptos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes muy fuertes y acantilados; por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando, incluye desprendimientos, vuelcos o vueltas producto de la erosión, debido a discontinuidades estructurales como grietas, planos de estratificación o fracturamientos, entre otros.

En términos generales, se puede decir que los factores que propician los problemas de deslizamientos o inestabilidad de las laderas se dividen en internos y externos y tienen que ver directa o indirectamente con los esfuerzos cortantes actuantes y resistentes que se desarrollan en la potencial superficie de falla o deslizamiento (la fotografía muestra deslizamientos próximos a la Subestación SEAL).



En nuestro caso, los deslizamientos producidos a lo largo del valle de Sigüas son producto de los cambios en el ambiente y las perturbaciones al entorno natural por actividades humanas. La zona de deslizamientos más activa es la que se encuentra entre los poblados de El Alto y Santa Ana. Entre los factores que condicionan su ocurrencia se pueden mencionar:

- Los suelos o las formaciones superficiales que son incompetentes por estar constituidos por depósitos de material arenoso, cantos rodados y material proluvial.
- Es previsible que estos deslizamientos de tipo rotacional sean consecuencia de las filtraciones de la irrigación Majes, debido al alto índice de módulo de riego y a la topografía del basamento impermeable de la zona.
- La acción erosiva del río Sigüas contribuye en menor escala.
- La actividad sísmica débil a moderada presente en la zona contribuye significativamente.
- La acción del hombre al provocar desequilibrios en el medio ambiente natural (construcción de vías, canales y cultivos próximos a las laderas del valle).

En el Proyecto Majes-Sigüas se aplica un módulo de un máximo de $0,97 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$ el cual, para el suelo y las condiciones del lugar, excede la cantidad de agua de absorción y evaporación considerada en el diseño, lo que provoca la sobresaturación del subsuelo. En resumen, la cantidad probable de agua acumulada desde el año 1983 llega en promedio a los $13 \text{ m}^3/\text{s}$, lo que equivale a 403 millones de metros cúbicos anuales (MMC/año); mientras que el consumo de los cultivos es de 16 mil ha/año, equivalente a 270 MMC/año, lo que produce un excedente infiltrado de 170 MMC/año, es decir, un volumen total acumulado de aproximadamente 4 mil MMC.

El alto índice del sistema de riego que se ha implantado en la irrigación Majes ha ocasionado el lavado de los terrenos salitrosos, con la ayuda de los materiales permeables que se encuentran en la superficie, esto da como resultado un almacenamiento de agua subterránea contaminada (salobre), la cual aflora en diferentes lugares a partir de El Zarzal hasta Santa Ana. El proceso de contaminación de estas aguas es irreversible y ha ocasionado el abandono de los terrenos de cultivo a lo largo del valle de Sigüas.

El gráfico 1 muestra la situación actual del fenómeno donde se observa las zonas de deslizamientos, las filtraciones y los embalses.

2. EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS PELIGROS SOCIONATURALES

2.1. Evaluación geofísica y generación de deslizamientos por filtración

Con la finalidad de identificar la causa de los deslizamientos que se presentan en la irrigación Majes, la investigación identificó el perfil del subsuelo del ámbito de aparición de los deslizamientos y aplicó dos métodos de evaluación geofísica disponibles para identificar el área de impacto máximo del peligro.

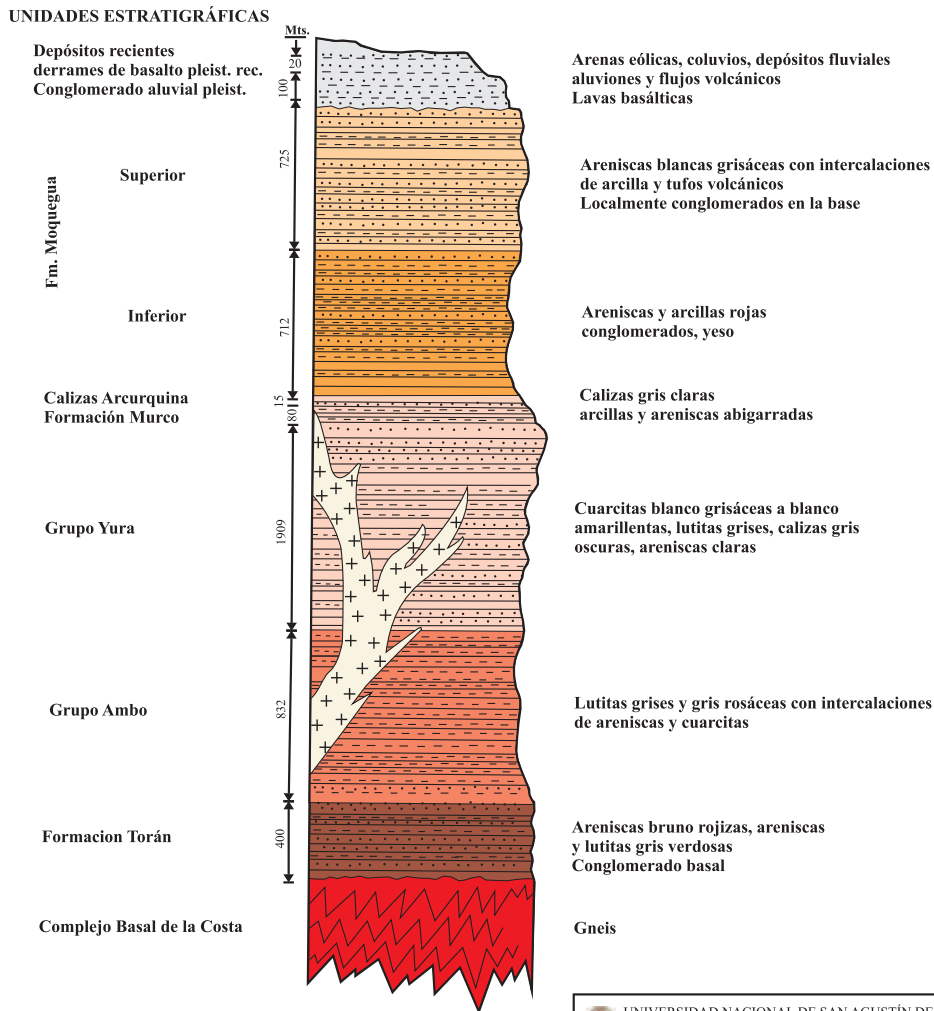
Los estratos que forman el subsuelo en el ámbito de estudio se presentan en el gráfico 2 en el cual destaca la presencia de la Formación Moquegua Superior e Inferior, por el tipo de conglomerado y la presencia de arcilla. Esta información será integrada en la interpretación de los resultados de los métodos de evaluación geofísica aplicados.

El *método de prospección geoeléctrica* se ha aplicado con la finalidad de conocer las características del subsuelo, tanto su naturaleza como su estructura, en particular para determinar las resistividades y los espesores de las capas del subsuelo. De acuerdo con las necesidades y los objetivos del estudio, se han revisado más de 225 sondajes eléctricos verticales (SEV) de 300 a 1.500 metros de tendido por lado, información que ha sido proporcionada por empresas privadas y públicas; además, se han ejecutado tres SEV exclusivamente para el estudio para determinar el basamento rocoso, con un tendido de aproximadamente 2.000 metros de longitud, ubicados estratégicamente para una mejor comprensión del problema. El *método de georradar* (GPR) se ha aplicado con la finalidad de tener una mejor visualización de los horizontes subsuperficiales, horizontes con humedad y con grietas, y se han elaborado seis líneas de georradar.

En el gráfico 3 se muestra la ubicación de los tres SEV y las seis líneas de georradar en el ámbito de estudio.

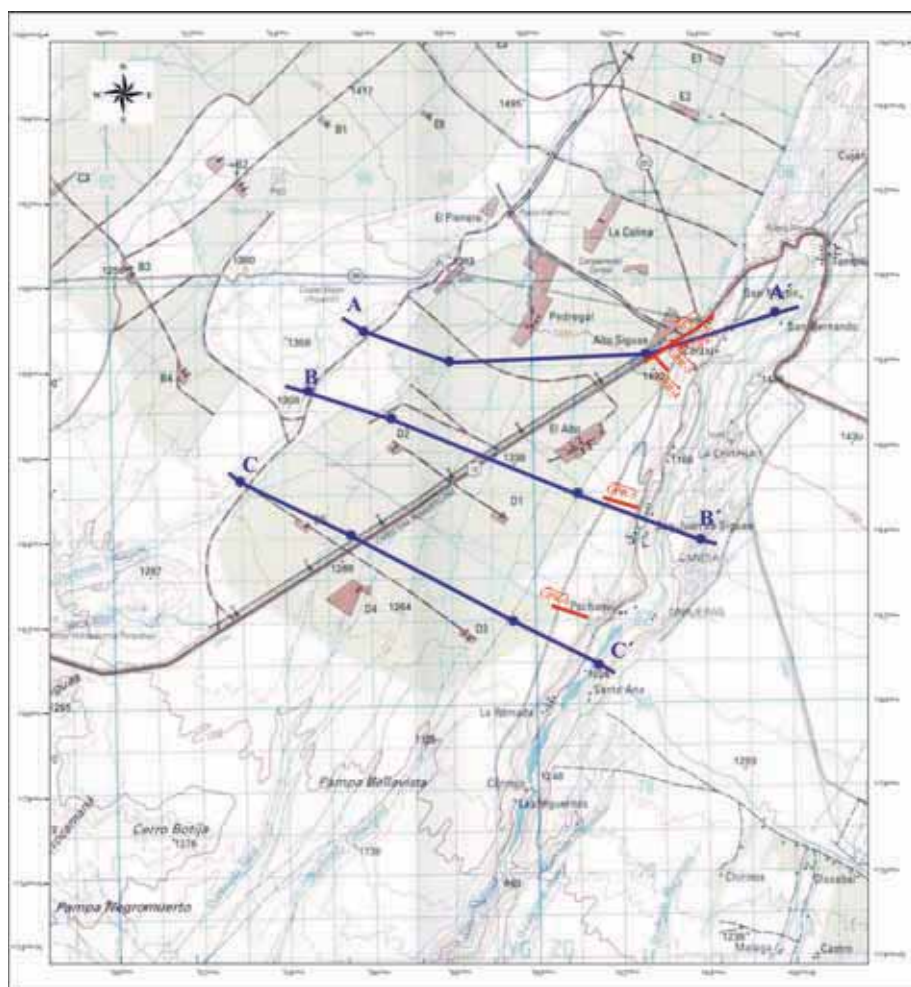
Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa

Gráfico 2. Unidades estratigráficas



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA	
	Segunda Especialidad en: "Gestión para la Prevención y Atención de Desastres y Desarrollo Sostenible"	
	PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS PRODUCIDOS POR EFECTO DE LA SATURACIÓN EN LOS TERRENOS DE LA IRRIGACIÓN MAJES	
	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	
Fecha: Marzo 2007	Por: - Arq. Mónica Toledo G.-P. Ing. Javier Ticona P.	Fig. N° 4
Ref.: Guizado Jol		

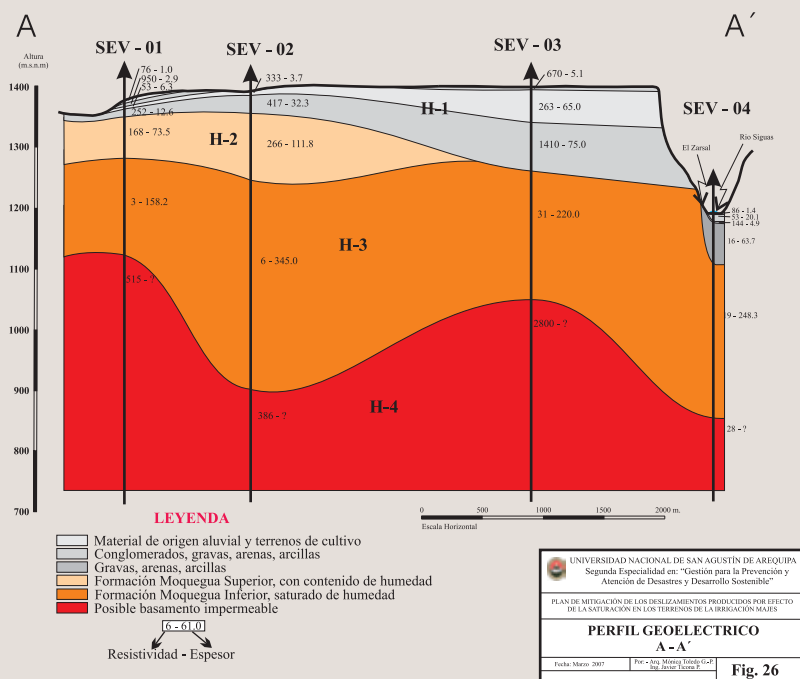
Gráfico 3. Ubicación de SEV y líneas de GPR



Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa

A partir del procesamiento de los datos de campo obtenidos de la prospección geoelectrónica se elaboraron tres perfiles geoelectrónicos que visualizan en forma bidimensional la geoforma de las estructuras subsuperficiales correspondientes a los perfiles A-A', B-B' y C-C'; que se presentan en los siguientes gráficos y muestran las respectivas geoformas.

Gráfico 4. Perfil A-A'



LEYENDA DE LOS HORIZONTES

H1: lo constituyen los terrenos de cultivo, materiales aluviales, eólicos, conglomerados, gravas, arenas y arcillas.

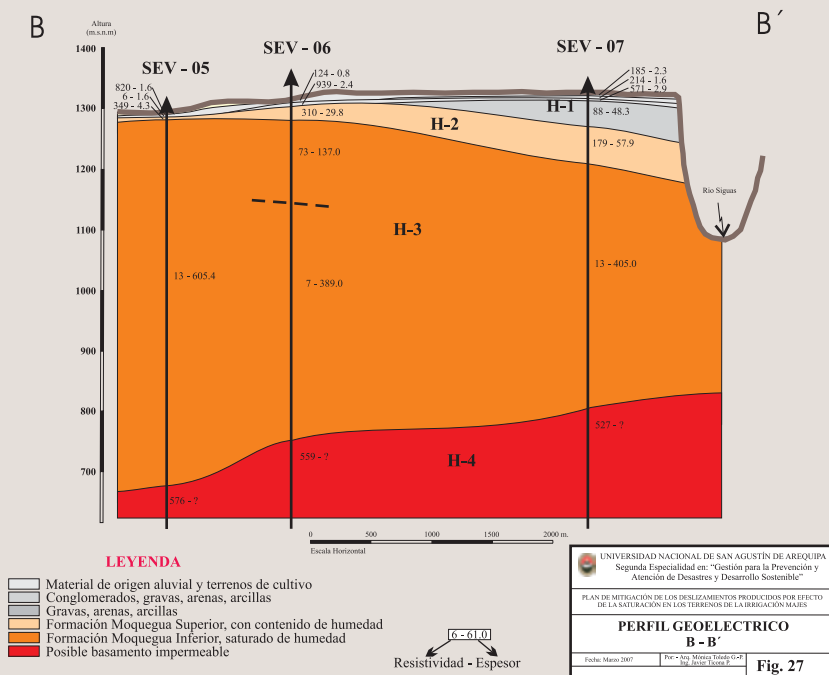
H2: se relaciona con materiales de la Formación Moquegua Superior con contenido de humedad.

H3: presenta resistividades que varían entre 3 y 92 ohmios-metro y espesores de 158,2 a 605,4 metros, se relaciona con las arcillas de la Formación Moquegua Inferior con alto contenido de humedad. Ante la presencia de agua, estos materiales se vuelven inestables y fácilmente deformables, siendo el motivo principal de los deslizamientos tipo rotacional, ayudados por la geoforma del sustrato impermeable.

H4: presenta valores de resistividad de 28 a 2.800 ohmios-metro y se relaciona con el basamento impermeable de la zona, los bajos valores de resistividad probablemente se relacionan con la existencia de material fracturado.

Elaboración propia.

Gráfico 5. Perfil B-B'



LEYENDA DE LOS HORIZONTES

H1: lo constituyen los terrenos de cultivo, materiales aluviales, eólicos, conglomerados, gravas, arenas y arcillas.

H2: se relaciona con materiales de la Formación Moquegua Superior con contenido de humedad.

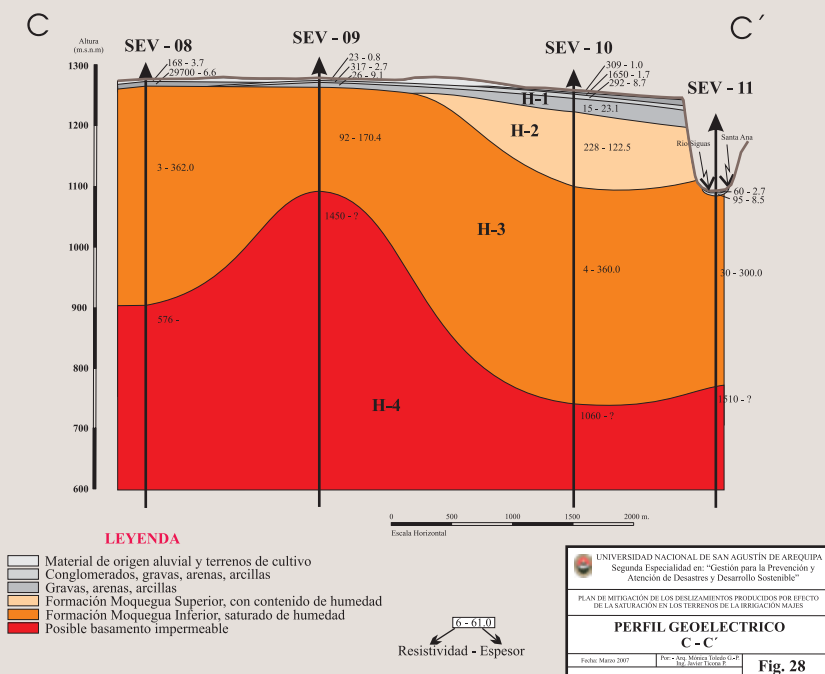
H3: presenta resistividades que varían entre 3 y 92 ohmios-metro y espesores de 158,2 a 605,4 metros, se relaciona con las arcillas de la Formación Moquegua Inferior con alto contenido de humedad. Ante la presencia de agua, estos materiales se vuelven inestables y fácilmente deformables, siendo el motivo principal de los deslizamientos tipo rotacional, ayudados por la geofoma del sustrato impermeable.

H4: presenta valores de resistividad de 28 a 2.800 ohmios-metro y se relaciona con el basamento impermeable de la zona, los bajos valores de resistividad probablemente se relacionan con la existencia de material fracturado.

Elaboración propia.

Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa

Gráfico 6. Perfil C-C'



LEYENDA DE LOS HORIZONTES

H1: lo constituyen los terrenos de cultivo, materiales aluviales, eólicos, conglomerados, gravas, arenas y arcillas.

H2: se relaciona con materiales de la Formación Moquegua Superior con contenido de humedad.

H3: presenta resistividades que varían entre 3 y 92 ohmios-metro y espesores de 158,2 a 605,4 metros, se relaciona con las arcillas de la Formación Moquegua Inferior con alto contenido de humedad. Ante la presencia de agua, estos materiales se vuelven inestables y fácilmente deformables, siendo el motivo principal de los deslizamientos tipo rotacional, ayudados por la geofoma del sustrato impermeable.

H4: presenta valores de resistividad de 28 a 2.800 ohmios-metro y se relaciona con el basamento impermeable de la zona, los bajos valores de resistividad probablemente se relacionan con la existencia de material fracturado.

Elaboración propia.

En la investigación se ha llegado a determinar la interpretación de estas geoformas, especialmente tomando en cuenta que el horizonte inferior H4 es impermeable y el horizonte H3 presenta proclividad a la inestabilidad por filtración:

- En el perfil A-A' existen dos paleocauces bien definidos con valores bajos de resistividad, lo que genera que el flujo de las aguas subterráneas discurra por la zona de El Zarzal.
- En el perfil B-B', el flujo de aguas se dirige hacia el oeste-suroeste, de tal modo que este fenómeno hace que solo se presenten algunos afloramientos de humedad.
- En el perfil C-C', la geoforma cambia, generándose una gran depresión que ocasiona nuevamente deslizamientos próximos a la zona de Santa Ana.

Con base en el método GPR, se demarcaron los horizontes reflectores con diferente color, de tal modo que se pudiera distinguir entre los horizontes subsuperficiales, los horizontes con presencia de humedad y los agrietamientos o fisuramientos. La interpretación de estos resultados en cada una de las secciones de georradar permitió determinar lo siguiente:

- La existencia de entre 3 y 5 estructuras bien definidas con diferentes espesores. La primera estructura está constituida por material orgánico, areno-limoso, que está siendo humedecido constantemente por constituir terrenos de cultivo que se encuentran percolándose en forma heterogénea en las secciones aledañas o hacia las áreas de deslizamientos de El Alto (GPR-2, GPR-3 y GPR-4) y en la paralela a la sección geoelectrica B-B' (GPR-5), con una velocidad de entre 7,8 y 9,3 cm/ns. Los siguientes horizontes están constituidos por el mismo material compuesto por depósitos de conglomerados, gravas intercaladas con capas de arena, arcillas semiconsolidadas, con una estratificación irregular y una posición casi horizontal, las cuales presentan una velocidad de entre 10,2 y 13,4 cm/ns, con diferentes espesores.
- Las grietas que se presentan tienen una orientación hacia el valle de Sigüas. No se ha observado ningún agrietamiento en la sección paralela a la sección geoelectrica B-B' (GPR-5), probablemente debido a que no existen aún asentamientos.

En síntesis: La ubicación de los paleocauces coincide con las zonas con fuerte presencia de deslizamientos, es decir, El Zarzal y Pachaquí; mientras que a la altura de La Candial la inclinación va en dirección opuesta al valle de Sigüas, es decir, hacia el suroeste, por lo que este fenómeno solo presenta filtraciones. Los resultados del método GPR han determinado las zonas con mayor presencia de agrietamientos, información que es valiosa porque indica las áreas en proceso de inestabilidad y en inminente peligro de deslizamiento.

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**

Es importante destacar que se trata de un fenómeno que es un peligro latente, ya que todavía no se han tomado medidas correctivas que desaceleren este proceso geológico. Por tanto, este trabajo de tesis se constituye en un estudio de evaluación del riesgo de desastre y de las alternativas de solución propuestas por las entidades competentes. Asimismo, es un Plan de Mitigación que indica las acciones y las inversiones que deben realizarse en el corto y el mediano plazo con el fin de disminuir el riesgo para la inversión tanto pública como privada y lograr una mayor eficiencia de esta (la fotografía muestra filtraciones que todavía no han causado deslizamientos).

**2.2. Evaluación y mapa de los peligros socionaturales**

En relación con las zonas con peligro de deslizamientos, la información del análisis geofísico ha permitido definir las áreas que están comprometidas con muy alto, alto, mediano y bajo peligro, estos estudios dan a conocer los límites de los posibles deslizamientos que se podrían presentar, no se descarta que estos agrietamientos continúen avanzando en dirección a la irrigación. El mapeo realizado establece, en relación con las zonas con peligro de salinización de las aguas, que este compromete la margen derecha del valle de Sigüas; en tanto las filtraciones producidas por la sobresaturación del suelo se localizan en el contacto de los materiales de las formaciones geológicas conocidas como Moquegua Superior e Inferior debido a que la potente estructura constituida principalmente por arcillas se encuentra sobresaturada de humedad. Estos afloramientos se han registrado desde el año 1996 a lo largo del valle de Sigüas en el flanco derecho entre las zonas El Zarzal y Pachaquí.

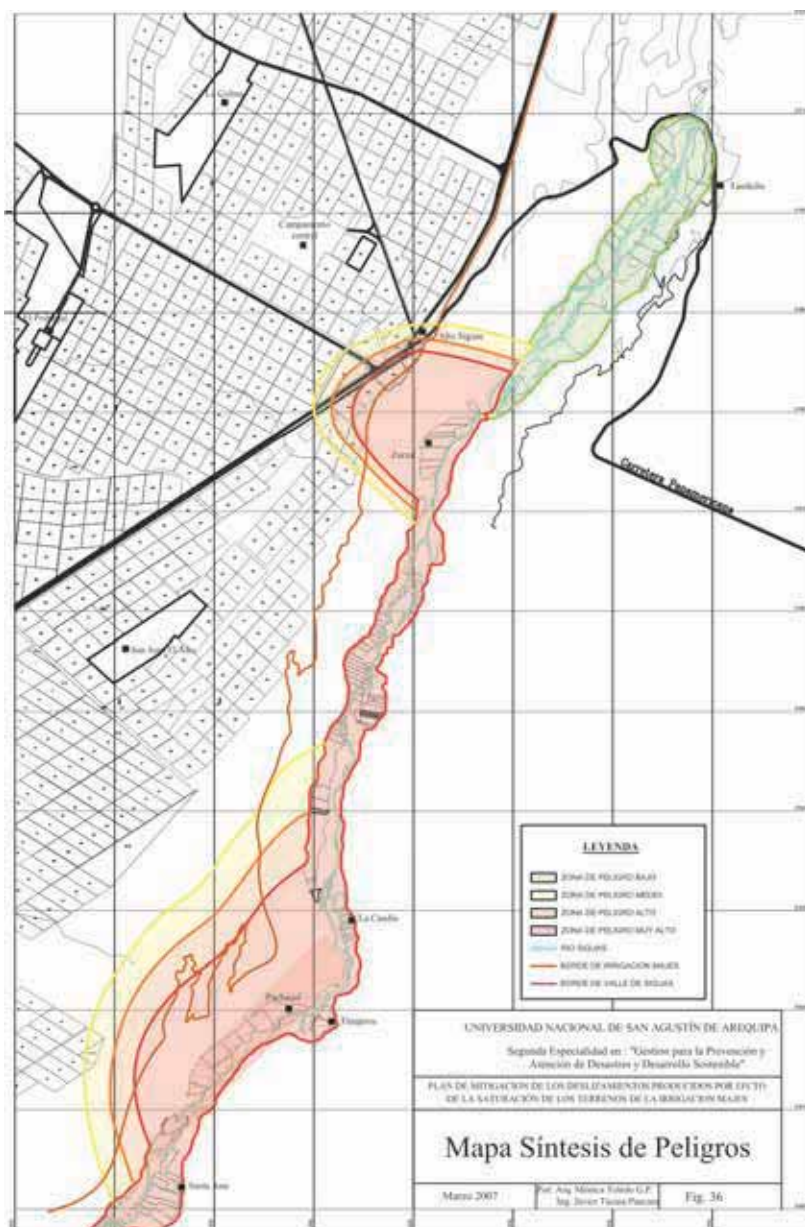
La evaluación de los peligros se realizó aplicando los criterios expuestos en el cuadro 1.

Cuadro 1. Criterios de calificación de peligro

	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS	RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES
PELIGRO MUY ALTO	a) Amenaza muy alta: las fuerzas naturales son tan grandes que ninguna construcción puede resistir el impacto. b) Las pérdidas llegan a 100%. c) El costo de prevención es demasiado alto.	a) Sectores amenazados de sufrir directamente los embates de: ■ Deslizamientos ■ Embalses ■ Filtraciones de aguas contaminadas b) Sectores amenazados de sufrir deslizamientos.	Evacuación de toda la población y reubicación de las actividades productivas. Reubicación del equipamiento rural y urbano.
PELIGRO ALTO	a) Amenaza alta: las fuerzas naturales son tan grandes que ninguna construcción puede resistir el impacto. b) Las pérdidas llegan a 50%. c) El costo de prevención es alto.	Franjas contiguas a sectores altamente peligrosos, la amenaza se reduce pero todavía es alta. Sectores que podrían sufrir hundimientos significativos sin llegar a producirse deslizamientos hacia el talud.	Se recomienda la realización de estudios detallados para determinar la necesidad de reubicación de la población, las actividades productivas y el equipamiento rural y urbano.
PELIGRO MEDIO	a) Amenaza moderada. b) Las pérdidas llegan a 10%. c) El costo de prevención es aceptable.	Sectores que pueden presentar fisuras y hundimientos leves.	No es adecuado para la ubicación de equipamiento vial, rural y urbano importante.
PELIGRO BAJO	a) Baja probabilidad de ocurrencia. b) Pérdidas menores. c) Costos de prevención mínimos.	Terrenos no amenazados por deslizamientos, filtraciones de agua salobre ni embalses.	Apto para todo tipo de uso. Adecuado para la ubicación de equipamiento importante.

Elaboración propia.

Esta zonificación de los peligros ha permitido elaborar el mapa de síntesis de peligros que se presenta en el gráfico 7.

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
 en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**
Gráfico 7. Mapa de síntesis de peligros


Elaboración propia.

De acuerdo con estos resultados, destaca lo siguiente:

- El canal madre, la tubería empotrada de agua de riego y la carretera Panamericana Sur se encuentran en peligro muy alto y alto de deslizamientos. La Subestación de SEAL, que ya está en proceso de reubicación, tiene un peligro muy alto. En el valle de Sigüas, a la altura de Alto Sigüas, desde La Candial casi hasta Santa Ana, se presenta un peligro muy alto de deslizamientos que están cubriendo los terrenos de cultivo y ponen en peligro la seguridad humana y de los animales.
- El deslizamiento de gran importancia y activo que viene causando la contaminación por efecto del polvo presente en el ambiente se ubica en el anexo El Zarzal, entre las coordenadas UTM 8188500N a 8187350N y 803500E a 804550E. En esta zona, los deslizamientos son de tipo rotacional y de reptación en dirección al río Sigüas. Entre las coordenadas UTM 8185750N a 8186250N y 803500E a 803700E existe una zona de deslizamientos que pueden tener grandes consecuencias en el futuro, debido a las altas pendientes y a las filtraciones que se están presentando en las proximidades.

3. VULNERABILIDAD Y ESCENARIOS DE RIESGO EN SIGÜAS-IRRIGACIÓN MAJES

3.1. Evaluación de la vulnerabilidad de los elementos sociales, productivos y de infraestructura en peligro

La vulnerabilidad es la susceptibilidad de un elemento social, una estructura física o una actividad económica que lo sustenta, a sufrir daños por la acción de alguna amenaza. La evaluación de los peligros permitió identificar los elementos expuestos al peligro y el estudio de su vulnerabilidad condujo a definir los siguientes criterios de evaluación para estimar esa susceptibilidad:

- Localización
- Fragilidad
- Resiliencia física
- Conocimiento del peligro
- Capacidad autónoma de decidir
- Soporte institucional y legal

La calificación se hizo por elemento y aplicando una valoración de 0 a 3, según el grado de seguridad o inseguridad por cada criterio de calificación, para luego ponderar (P) el resultado según el puntaje de 1 a 3 designado como valor a cada variable. El cuadro 2 muestra la calificación de vulnerabilidad.

Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa

Cuadro 2. Calificación de vulnerabilidad

ELEMENTO	LOCALIZACIÓN		FRAGILIDAD		RESILIENCIA FÍSICA		CONOCIMIENTO DEL PELIGRO		CAPACIDAD AUTÓNOMA DE DECIDIR		SOPORTE INSTITUCIONAL Y LEGAL		TOTALES	MEDIA
P = ponderación		P		P		P		P		P		P		
Terrenos de cultivo del valle de Sigwas	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1	2	2	30	5,00
Pista de acceso al valle de Sigwas	3		3		3		2		2		2		32	5,33
Carretera Panamericana Sur	2		1		0		0		1		2		14	2,33
Parcelas de Majes	3		2		2		2		2		3		29	4,83
SEAL	3		0		0		0		0		0		9	1,50
Canal madre de riego	3		1		0		0		1		2		17	2,83
Tubería matriz	3		1		0		0		1		2		17	2,83
Planta Majes Gloria S. A.	2		0		0		1		0		0		7	1,17
Centro poblado Alto Sigwas	2		2		2		2		2		3		26	4,33
Sector D y Pampa Baja	3		3		2		1		3		2		30	5,00

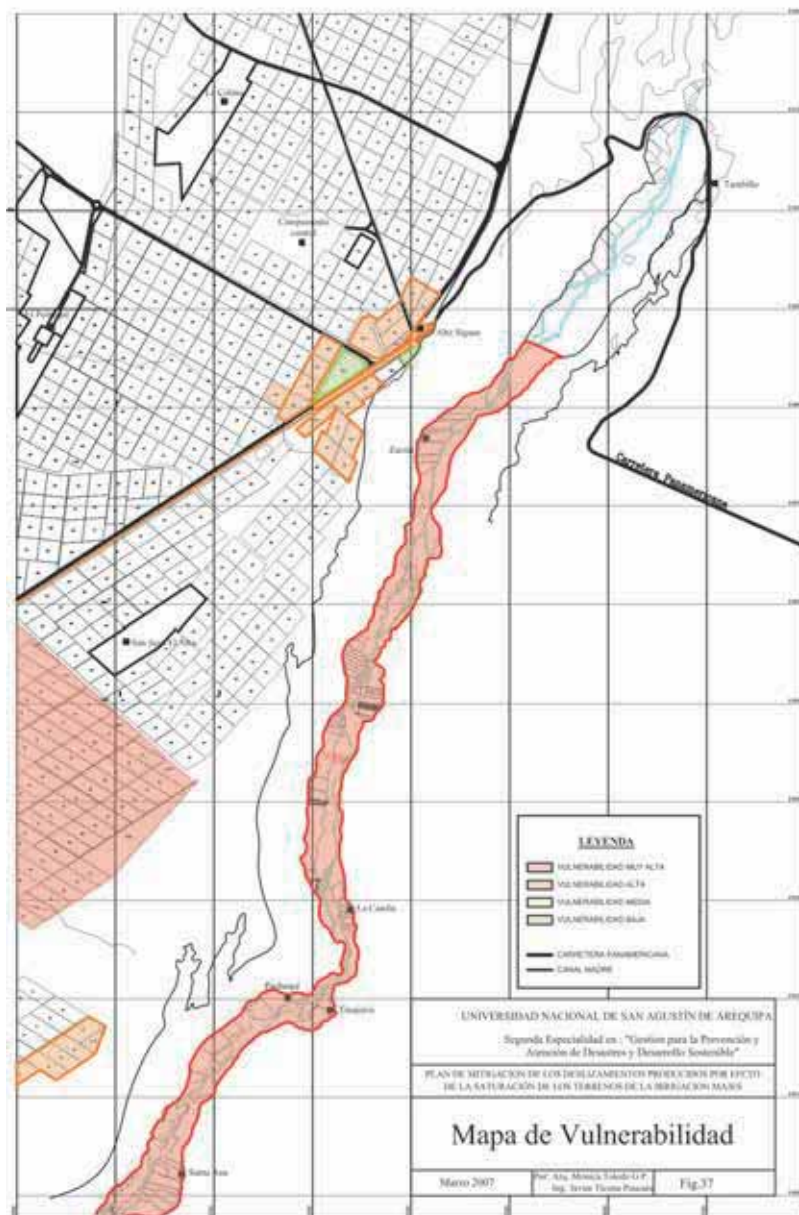
Elaboración propia.

Esta calificación de niveles de vulnerabilidad se explica en tanto que:

- En el valle de Sigwas, aunque casi no existe población actualmente y gran parte de los terrenos de cultivo se encuentran abandonados, la capacidad económica de los propietarios de las parcelas que aún no han obtenido su reubicación se encuentra muy disminuida. Además, por la especulación con esos terrenos y el entrampamiento legal, todavía no se les ha adjudicado otros terrenos como compensación. Asimismo, se encuentran afectados por un fenómeno sobre el cual no tienen ninguna posibilidad de intervención. Todo este contexto ubica a los propietarios de los terrenos de cultivo del valle de Sigwas en una situación de muy alta vulnerabilidad.

- En cuanto a la planta industrial de Majes de Leche Gloria y la SEAL, dada su capacidad empresarial y económica, presentan baja vulnerabilidad. Ambas empresas, la primera de inversión privada y la segunda pública, cuentan con medios adecuados para contratar o realizar estudios técnicos que evalúen su situación de riesgo y tienen los medios necesarios para reubicar oportunamente sus instalaciones, como de hecho ya se está haciendo con la Subestación de la SEAL, en cuya primera etapa se ha trasladado a una ubicación de menor peligro y se tiene programada su reubicación definitiva. En ese sentido, se considera que ambas empresas tienen baja vulnerabilidad ante el fenómeno de los deslizamientos.
- Dentro del área de peligro en la irrigación Majes están la carretera Panamericana Sur, el canal madre por medio del cual se irriga el Sector D (3.240 hectáreas) y Pampa Baja I Etapa (1.289 hectáreas), y la tubería matriz que irriga los terrenos de cultivo del Sector A. Considerando que, por su importancia, ya se ha realizado estudios preliminares (SNIP) por parte de la Autoridad Autónoma de Majes (Autodema) para reubicar oportunamente el trazo de esa infraestructura, y tomando en cuenta que están en una zona de peligro, se ha determinado que le corresponde una vulnerabilidad media.
- Asimismo, como consecuencia de la vulnerabilidad del canal madre, quedan afectados en su vulnerabilidad los terrenos de cultivo del Sector D y Pampa Baja. Los propietarios de estos terrenos no tienen capacidad de tomar acciones directas para reubicar ni el canal madre ni la tubería matriz, por tanto, dependen de las acciones que tomen Autodema y los gobiernos central y regional al respecto. Esa situación los ubica en una vulnerabilidad alta.
- De igual manera, los demás elementos presentes en el área de peligro muy alto de la irrigación Majes, como las parcelas agrícolas próximas al talud y el centro poblado Alto Sigüas, tienen alta vulnerabilidad, principalmente por su dependencia política y económica de los gobiernos central y regional.

El conjunto de estas consideraciones ha conducido a delimitar un área mayor de vulnerabilidad respecto del área de los peligros al incluir la zona de la irrigación de Majes susceptible de ser afectada como consecuencia de la afectación estructural del canal madre y la tubería matriz, entre los principales factores. Esto significa que el territorio en el cual se originan los peligros es menor al territorio vulnerable a esos peligros. Esta zonificación de la vulnerabilidad se presenta en el gráfico 8.

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
 en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**
Gráfico 8. Mapa de vulnerabilidad


Elaboración propia.

3.2. Evaluación del riesgo y mapa de riesgo por deslizamiento

Para la estimación de los niveles de riesgo que permitan la elaboración de los diferentes escenarios de este se ha empleado el criterio de superponer los diferentes mapas de peligros, los cuales revelan el grado de exposición ante un determinado evento o amenaza, con el mapa de vulnerabilidad; se obtiene así un mapa de riesgos en el cual se presenta un «escenario probable», de manera que permita la estimación de los daños causados en la estructura física y el número de pobladores damnificados.

En el caso de vulnerabilidad al peligro de salinización de las aguas, el mapa de peligro coincide con el mapa de vulnerabilidad, en tanto toda esa área presenta vulnerabilidad *muy alta*. El área comprendida a lo largo del valle de Sigüas desde El Zarzal hasta Santa Ana presenta vulnerabilidad muy alta ante este aspecto del fenómeno, ya que no se puede tomar medida alguna que la proteja de los daños a los que está expuesta, por lo que presenta riesgo muy alto por efecto de la salinización de las aguas, lo que afecta a los terrenos de cultivo, el ganado y la salud de la población. Por tanto, el mapa de riesgo es también coincidente con los otros mapas.

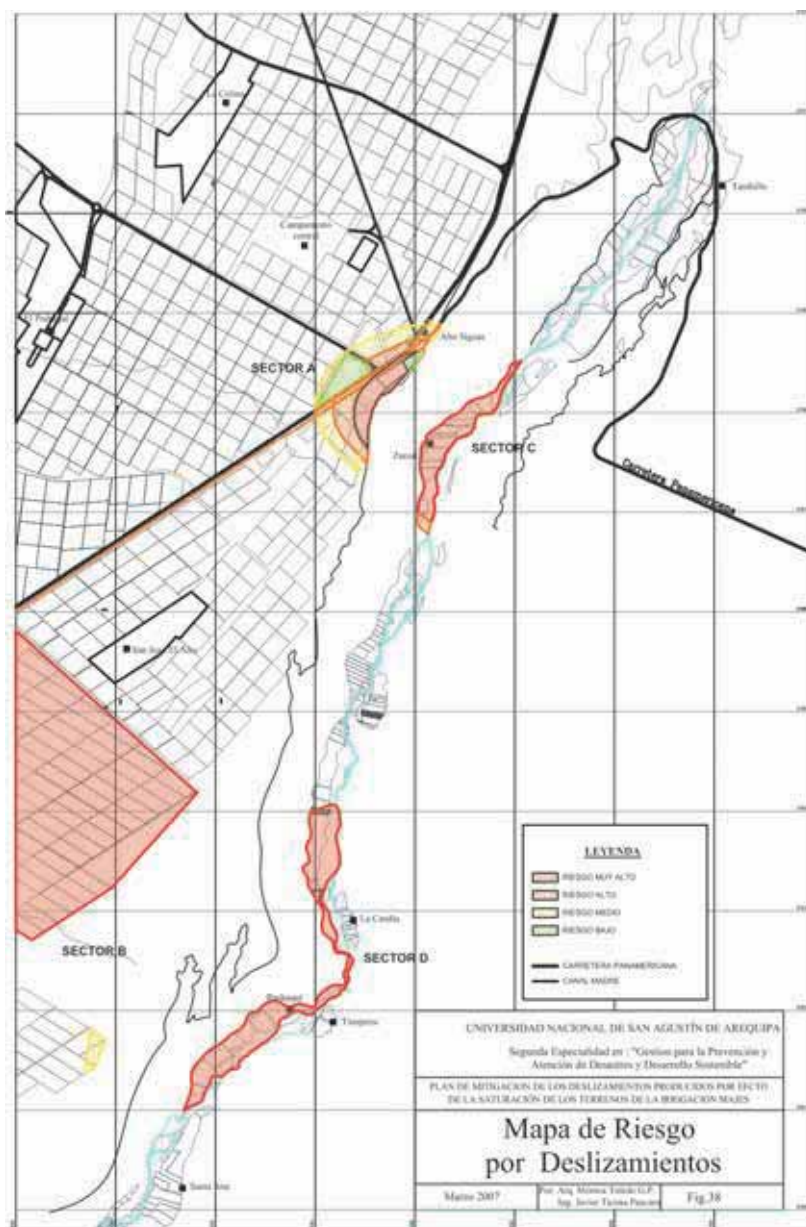
Tomando en cuenta lo anterior, la investigación se centró en la evaluación y el mapeo del riesgo por deslizamientos; para ello se aplicó los criterios que se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Criterios de evaluación del riesgo

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO	VULNERABILIDAD				RESULTADO
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Riesgo por deslizamiento
Muy alto	Muy alto	Muy alto	Alto	Medio	
Alto	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	
Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	
Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	

Elaboración propia.

Para facilitar la ubicación de los escenarios de riesgo se ha delimitado cuatro sectores en el mapa de riesgos (A, B, C y D) y dentro de cada sector se ha diferenciado los niveles de riesgo correspondiente, como se observa en el gráfico 9.

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
 en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**
Gráfico 9. Mapa de riesgo por deslizamientos


Elaboración propia.

Los resultados de esta evaluación del riesgo son los siguientes:

- En el sector A se encuentran riesgos de diverso nivel: instalaciones y equipamiento muy importantes como la carretera Panamericana Sur, un tramo del canal madre y la tubería matriz de conducción de agua de riego, terrenos de cultivo que por su cercanía al talud están siendo afectados y en riesgo de desmoronarse, y la Planta de Transformación de SEAL.
- Considerando que la vulnerabilidad es diversa, de acuerdo con las condiciones económicas y la capacidad de gestión de los interesados, y tomando en cuenta el grado de peligro al que se encuentran expuestos, se ha determinado que el canal madre, la tubería matriz y el tramo de la carretera Panamericana Sur están en muy alto riesgo. Los dos primeros afectan indirectamente una extensión muy importante de parcelas agrícolas.
- En ese sentido, el riesgo indirecto por la interrupción del canal madre se extiende a un total de 4.536 hectáreas correspondientes a la Sección D (3.247 hectáreas) y a Pampa Baja I Etapa (1.289 hectáreas). Asimismo, el riesgo indirecto por la interrupción de la tubería matriz abarca 491 hectáreas de Alto Sigüas ubicadas en la Sección A. Por tanto, es muy importante prever y ejecutar oportunamente las obras que reduzcan este riesgo. Asimismo, si no se implementa una solución técnica oportuna al afectarse la carretera Panamericana Sur, la pérdida económica para todo el sur del país sería inmensa.
- Por otro lado, la Planta Majes de Leche Gloria S. A., a pesar de estar ubicada en terrenos de peligro alto y medio ante los deslizamientos, tiene baja vulnerabilidad por la capacidad de gestión de la empresa, que está realizando los estudios pertinentes para evaluar el riesgo, por lo que el riesgo de esa planta es bajo. Llegado el momento, sería evacuada y reubicada. Asimismo, la Subestación Eléctrica de SEAL, ante la inminencia del riesgo al que ha estado expuesta, está en proceso de reubicación.
- En el sector B se encuentran tres parcelas agrícolas con peligro medio y muy alta vulnerabilidad en riesgo directo ante los deslizamientos, es decir, de acuerdo con el cuadro anterior, con riesgo alto; sin embargo este se ve superado por el muy alto riesgo indirecto de afectación por interrupción del canal madre.

3.3. Delimitación de los escenarios de riesgo y análisis de los proyectos de contingencia

Los «escenarios de riesgo» consisten en la distribución espacial, en un tiempo determinado en el que las amenazas y las vulnerabilidades se juntan, y en la estimación de las posibles consecuencias adversas del riesgo configurado por esa relación. Para la delimitación de estos escenarios se ha partido de las zonas de riesgo *alto* y *muy*

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**

alto, en tanto serán los principales indicadores para precisar los escenarios de riesgo. Asimismo, el estudio ha elaborado las fichas respectivas de estos escenarios como compendio informativo de la situación de toda la infraestructura, los asentamientos humanos y las instalaciones de producción presentes en las zonas con un riesgo determinado ante un escenario posible.

La evaluación de riesgos resultante del conjunto de estos mapas y fichas constituye el principal insumo para precisar las características de los sectores críticos de la zona de estudio, sobre los cuales se deberá dirigir y priorizar acciones y medidas específicas de prevención o mitigación a llevar a cabo por las entidades comprometidas con el problema, además de constituir un instrumento de vital importancia para la planificación. En el cuadro 4 se presenta la información básica de cada uno de los *escenarios de riesgo* en los contextos de deslizamiento por filtración identificados.

La investigación incorpora en la evaluación del riesgo por deslizamientos el análisis de tres proyectos existentes en el marco de los planes de contingencia de distintas entidades públicas para realizar recomendaciones que, al tomar en cuenta esta evaluación, permitan mejorar su adecuación para efectivamente reducir vulnerabilidades.

1) CONSTRUCCIÓN DEL CANAL MADRE PROVISIONAL-ALTO SIGUAS (EJECUTADO POR AUTODEMA)

Tiene como objetivo principal asegurar la dotación de agua para riego de las secciones D y Pampa Baja, debido al riesgo que existe por el deslizamiento de los suelos del valle de Sigwas como consecuencia del «fenómeno hidrogeodinámico producto de las revenidas de las aguas de filtración del riego de las parcelas de los asentamientos desarrollados en la Primera Etapa del Proyecto Majes-Sigwas». El canal madre provisional se encuentra ubicado en el Sector A del Proyecto Especial Majes, paralelo al eje de la Panamericana Sur. La reubicación de este canal está justificada por las conclusiones de este estudio acerca del riesgo de deslizamientos, que muestra que se vería afectado directamente el tramo que se encuentra próximo a la Subestación Eléctrica de SEAL. Se recomienda la alternativa de menor costo y de rápida ejecución presentada en el estudio.

2) REUBICACIÓN DE LA TUBERÍA MATRIZ SECCIÓN A-ALTO SIGUAS (EJECUTOR AUTODEMA)

Tiene como objetivo principal asegurar la dotación de agua para riego de la Sección A, por el riesgo que existe de que colapse debido al deslizamiento de suelos del valle de Sigwas como consecuencia del «fenómeno hidrogeodinámico producto de las revenidas de las aguas de filtración del riego de las parcelas de los asentamientos desarrollados en la Primera Etapa del Proyecto Majes-Sigwas». El trazo de la nueva tubería sería paralelo al existente y a la carretera Panamericana Sur, a una distancia de 86,00 metros de la tubería existente. La propuesta de reubicación de la tubería

Cuadro 4. Resumen de escenarios de riesgo por deslizamiento por filtración

N.º	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE (en hectáreas)	FACTOR DE VULNERABILIDAD
SECTOR A: ALTO SIGUAS-IRRIGACIÓN MAJES, DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA			
1	Muy alto	16,90	Tres parcelas: alfalfa, maíz y páprika; ganado vacuno y porcino Canal madre 15 hectáreas 595 metros
2	Alto	22,80	Tres parcelas: alfalfa, ganado vacuno y porcino Canal madre Carretera Panamericana Sur Población: habitantes 15 hectáreas 430 metros 1.110 metros 275
3	Medio	29,22	Siete parcelas: alfalfa y ganado vacuno Canal madre y tubería matriz Subestación SEAL Carretera Panamericana Sur Población: habitantes 18,24 hectáreas 180 metros Planta de transformación 166 metros 185
4	Bajo	12,02	Planta Majes Gloria S. A. SEAL Planta de enfriamiento Subestación Eléctrica
SECTOR B: PAMPA BAJA-IRRIGACIÓN MAJES, DISTRITO DE MAJES, PROVINCIA DE CAYLLOMA			
5	Muy alto	500,00	Parcelas ubicadas en D1 a D5 y Pampa Baja: alfalfa y ganado vacuno Canal madre 491,1 hectáreas Inhabilitación por colapso
SECTOR C: EL ZARZAL-VALLE DE SIGUAS, DISTRITO SAN JUAN DE SIGUAS, PROVINCIA DE AREQUIPA			
6	Muy alto	30,97	Once parcelas: panllevar y ganado vacuno Canal de riego 15,85 hectáreas 1.260 metros
7	Alto	1,62	Una parcela: panllevar Canal de riego 0,5 hectáreas 108 metros
SECTOR D: PACHAQUÍ-VALLE DE SIGUAS, DISTRITO SAN JUAN DE SIGUAS, PROVINCIA DE AREQUIPA			
8	Muy alto	67,17	18 parcelas: panllevar Canal madre Carretera Panamericana Sur Población: habitantes 46,76 hectáreas 5.000 metros 5.000 metros 165

Elaboración propia.

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**

matriz Sección A-Asentamiento Alto Sigwas se encuentra ubicada en el Sector A del Proyecto Especial Majes, paralela al eje de la Panamericana Sur.

Considerando que la tubería matriz se encuentra en alto riesgo de deslizamiento, la investigación recomienda que debe ser reubicada para evitar el corte del abastecimiento de agua de riego a los colonos del asentamiento Alto Sigwas (Sección A de la irrigación Majes); sin embargo, el nuevo trazo planteado no soluciona el problema puesto que, de acuerdo con el Mapa de Riesgo por Deslizamientos, inclusive el trazo propuesto se encuentra dentro de las zonas de muy alto y alto riesgo. En conclusión, debe elaborarse un proyecto que considere este mapa y reubique la tubería matriz en zona segura.

3) CONSTRUCCIÓN DE UNA VÍA ALTERNA A LA PANAMERICANA SUR EN LOS KILÓMETROS 921-923 (EJECUTADA POR LA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES)

La carretera R1-S Panamericana Sur, Sector Alto Sigwas Km. 921-923 como ruta principal de interconexión con la zona sur del país se encuentra en servicio, con adecuados niveles de seguridad; sin embargo, por efecto de las filtraciones provenientes de la zona agrícola adyacente a la vía en el sector Alto Sigwas-Proyecto Majes, la estabilidad de la plataforma que soporta la vía cede constantemente, por lo cual se teme el colapso total por el alto tráfico vehicular que soporta el tramo y por su elevado tonelaje. El proyecto del nuevo trazo de la carretera Panamericana Sur en este sector tiene una longitud de 4.200 metros que se desarrolla a partir del Km. 923 de la carretera Panamericana Sur y se desvía de su trayectoria por un declive topográfico en dirección al norte, para salir paralela al canal madre hasta empalmar con la carretera Panamericana Sur a la altura de Alto Sigwas.

La investigación recomienda que es necesario que la reubicación de este tramo de carretera se considere como de vital importancia porque los deslizamientos involucran un tramo importante a la altura de Alto Sigwas. Para la ejecución de esta obra se debe tener en cuenta estudios que proporcionen información sobre las estructuras geológicas internas para evaluar su comportamiento ante el paso de vehículos de alto tonelaje, pues los estudios geofísicos de esta investigación solo han llegado al límite en el cual se piensa reubicar este tramo de carretera. En este sentido es conveniente analizar al detalle esta alternativa que propone reubicar la carretera a la altura del Km. 923 de la Panamericana Sur.

En síntesis: considerando los años transcurridos desde que se inició el problema y los estudios preliminares o los perfiles de inversión realizados por diversas entidades, hemos analizado, basados en los resultados del presente estudio, los principales proyectos existentes: la construcción del nuevo trazo del canal madre y la tubería matriz y la construcción de una vía alterna de la carretera Panamericana Sur. Por último, y a partir de las conclusiones del presente estudio, se proponen nueve proyectos de mitigación del fenómeno cuyo cumplimiento, en algunos casos, y ejecución, en otros, redundaría en la disminución de las pérdidas y la mitigación del fenómeno.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

1. Se ha identificado que los deslizamientos abarcan una extensión aproximada de 6 kilómetros a lo largo del flanco derecho del valle de Sigwas.
2. Geológicamente, los materiales que constituyen las primeras estructuras están constituidos por suelos orgánicos, arenas, limos, material eólico y arcillas con gravas y cantos rodados de diferente tamaño.
3. En el perfil A-A', las primeras estructuras tienen una pendiente hacia el valle de Sigwas, lo que ayuda a que los deslizamientos se presenten con mayor severidad.
4. El horizonte H2 se relaciona probablemente con la Formación Moquegua Superior y su estructura es muy irregular en toda la irrigación. Está determinada en los perfiles B-B' y C-C' con una inclinación hacia el valle de Sigwas, mientras que en el perfil A-A' esta estructura ha sido determinada al oeste de la irrigación.
5. La estructura H3 en el perfil B-B' tiene una inclinación hacia el oeste-suroeste, por esta razón solo se presentan filtraciones en este tramo del talud del valle.
6. Los estudios geofísicos de sondajes eléctrico verticales (SEV) han determinado espesores que superan los 600 metros de profundidad, por tal razón se ha logrado identificar la geoforma del basamento impermeable.
7. El basamento impermeable de toda la zona es muy irregular, se presentan algunos plegamientos generando paleocauces, probablemente por el fuerte tectonismo que se produjo en el Precámbrico.
8. Las grietas registradas en las secciones de georradar son más intensas a medida que se aproximan al talud del deslizamiento y están estrechamente relacionadas con los asentamientos producidos por este efecto.
9. A consecuencia de los sismos, se debe precisar que las aceleraciones encontradas dan un margen relativamente grande para que se produzca un evento sísmico en la zona de estudio. Además, cualquier sismo que sea sentido con intensidades mayores al grado III en la Escala Modificada de Mercalli afectaría considerablemente o aceleraría el proceso de deslizamiento.
10. En las zonas de Pachaquí y Santa Ana, los deslizamientos han provocado que se bloquee el cauce del río y han traído como consecuencia embalses temporales. Al romperse el dique generado se produjo un desembalse brusco que inundó los pocos terrenos cultivables que existen en el valle aguas abajo.

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**

11. La zona de estudio presenta un bajo promedio de precipitación, no obstante, la cuenca de recepción contribuye a que el río Siguas aumente su caudal en épocas de verano, ocasionando el socavamiento de los materiales sueltos que se ubican en las zonas de La Candial, Pachaquí, Tinajeros y Santa Ana. De producirse derrumbes en estas épocas, las consecuencias serían catastróficas.
12. La zona de estudio se encuentra a 67 kilómetros del volcán Sabancaya, de producirse su reactivación, comprometería el canal principal que conduce las aguas a la irrigación Majes con explosiones laterales dirigidas y caídas de tetras a la altura del valle del Colca; lo que afectaría directamente a las 16.500 hectáreas de terreno de cultivo, la población, la ganadería y las empresas privadas como Gloria, Laive y otras de productos lácteos.
13. El valle de Siguas está afectado por la salinidad de las aguas a partir de El Zarzal. Las filtraciones de agua salina afectan a los cultivos de todo el valle aguas abajo hasta Quilca.
14. El canal madre, la tubería empotrada de agua de riego y la carretera Panamericana Sur se encuentran en peligro muy alto y alto debido a la posibilidad de deslizamientos.
15. La Subestación Eléctrica de SEAL, ya en proceso de reubicación, está en un peligro muy alto.
16. Son relativamente pocas las parcelas agrícolas en peligro de deslizamiento.
17. En el valle de Siguas, a la altura de Alto Siguas, desde La Candial casi hasta Santa Ana, se presenta un peligro muy alto de deslizamientos que están cubriendo los terrenos de cultivo y ponen en peligro la seguridad humana y de los animales.
18. Las instalaciones de SEAL y de Leche Gloria tienen baja vulnerabilidad porque poseen las condiciones económicas necesarias de ejecutar su reubicación cuando lo estimen necesario.
19. Los terrenos del valle de Siguas son muy vulnerables ante las filtraciones y los deslizamientos, porque no se puede tomar medidas que los salvaguarden totalmente del peligro.
20. El canal madre, desde la progresiva 7+900 hasta la progresiva 8+400, y la tubería matriz en el mismo sector están en muy alto riesgo de deslizamientos. Esto implica, simultáneamente, que las parcelas del Sector D y Pampa Baja también lo están, ya que son los terrenos que se afectarían al interrumpirse el paso del agua de riego.
21. El tramo en Alto Siguas de la carretera Panamericana Sur, de 1.500 metros, tiene alto riesgo a consecuencia de los deslizamientos en ese sector. De llegar a producirse la interrupción de la carretera, afectaría el transporte de productos y pasajeros desde y hacia el sur.

2. Recomendaciones: medidas de mitigación

1. Verificar el cumplimiento de la reducción del módulo de riego y evaluar si este es el adecuado. La propuesta «Proyecto: Verificación de reducción del módulo de riego en la irrigación Majes» tiene por objeto disminuir la saturación del suelo como consecuencia del módulo de riego excesivo que ocasiona los deslizamientos sobre el valle de Siguas. Se recomienda que el módulo de riego se reduzca en el corto plazo a un módulo de diseño ($0,57 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$) y que Autodema asuma la verificación del cumplimiento de la reducción del módulo mediante la designación de un equipo supervisor.
2. Reubicar las parcelas 220 y 220A y tener prevista la posterior reubicación de las parcelas 233, 250, 251 y 252, porque están en zonas de alto riesgo. La propuesta «Proyecto de reubicación de parcelas en riesgo en la irrigación Majes» tiene por objeto compensar y dar seguridad a los propietarios de las parcelas afectadas por los deslizamientos. Se recomienda reubicar en otro sector de la irrigación Majes primero a los propietarios de las parcelas 220 y 220A y después, conforme se presente el avance del fenómeno y/o las posibilidades de reubicación, a los propietarios de las parcelas 233, 250, 251 y 252.
3. Llevar un control de los asentamientos de la carretera para prever su reubicación con anticipación. La propuesta «Proyecto de monitoreo de los asentamientos en la carretera Panamericana Sur desde el Km. 921 hasta el Km. 923» tiene el objeto de prever el momento oportuno de ejecución de las obras del nuevo trazo de la carretera con anticipación suficiente para evitar la interrupción del transporte terrestre en el sur.
4. Colocar puntos de control geodésico a lo largo del canal en el tramo que se encuentra comprometido por los deslizamientos para identificar la existencia de asentamientos y evaluar con anticipación la necesidad de ejecución de un nuevo trazo. La propuesta «Proyecto de monitoreo de los asentamientos en el canal madre (El Alto) desde la progresiva 7+900 hasta la progresiva 8+400» tiene el objeto de prever el momento oportuno de ejecución de las obras del nuevo trazo del canal madre y la tubería matriz con anticipación suficiente para evitar la interrupción del abastecimiento de agua de riego a Pampa Baja y el Sector D.
5. De acuerdo con el registro de damnificados del valle de Siguas, identificar a los propietarios que no han sido reubicados y proceder de acuerdo con la ley a otorgarles terrenos compensatorios, debiendo quedar los terrenos originales en propiedad de Autodema. La propuesta «Proyecto de reubicación de damnificados del valle de Siguas y modificación del reglamento de adjudicación de terrenos» tiene el propósito de compensar y dar seguridad a los propietarios de las parcelas afectadas por los deslizamientos y las filtraciones de agua salina y revertir esos terrenos a propiedad del Estado.

**Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa**

6. Concluir la reubicación de la Subestación de SEAL a un lugar seguro. La propuesta «Proyecto: concluir la reubicación de Planta de la SEAL» tiene el objeto de salvaguardar las instalaciones de la Sociedad Eléctrica del Suroeste S. A. y asegurar el abastecimiento de fluido eléctrico en la zona.
7. Si los deslizamientos aumentaran, la Planta Majes de Gloria S. A. deberá encargar un monitoreo del proceso del deslizamiento para determinar oportunamente la necesidad de reubicación de sus instalaciones a una zona segura. La propuesta «Proyecto de reubicación de la Planta Majes Gloria S. A.» tiene el objeto de evitar daños en la infraestructura y el equipamiento de esta planta, así como la pérdida económica por efecto de los deslizamientos.
8. De acuerdo con los resultados de los trabajos de campo realizados que indican la presencia de humedad y agrietamientos en la zona, es necesario realizar estudios en forma periódica sobre los mismos perfiles con la finalidad de correlacionar su evolución a través del tiempo, para confirmar y ajustar el mapa de peligros que se ha presentado. La propuesta «Proyecto: Estudio de actualización en la evolución de deslizamientos en la Irrigación Majes y valle de Sigwas» tiene el objeto de correlacionar su evolución a través del tiempo, lo que llevaría a ajustar el mapa de peligros que se ha presentado.
9. Se deberá llevar un control de las aguas salobres con la finalidad de evaluar su posible aprovechamiento una vez disminuido su grado de salinidad. La propuesta «Proyecto de control de aguas salobres, talud de irrigación Majes sobre el valle de Sigwas» tienen el objeto de determinar el momento a partir del cual el nivel de salinidad del agua de las filtraciones desciende lo suficiente para ser aprovechada nuevamente para la actividad agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

- ANTAYHUA, Y. 2002. *Análisis de la actividad sísmica en la región del volcán Sabancaya y los sismos de Maca (1991), Sepina (1992) y Cabanaconde (1998)*. Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional de San Agustín (UNSA). Arequipa: UNSA.
- AYALA, F. J. 1990. «Análisis de los conceptos fundamentales de riesgos y aplicación a la definición de tipos de mapas de riesgos geológicos». *Boletín Geológico y Minero*. N.º 101 (3): 456-467.
- CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX). 1996. *Prospección geofísica de alta resolución mediante Georradar: aplicación a obras civiles*. Madrid: Editorial del Ministerio de Fomento.
- CASAVARDE, L. y VARGAS, J. 1980. *Zonificación Sísmica del Perú*. II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-Resistente. Organización de Estados Americanos (OEA) / Pontificia Universidad Católica (PUCP). Lima: OEA / PUCP.
- CRUDEN, D. M. 1991. «A simple definition of a landslide». *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*. N.º 43: 27-29.
- DÁVILA BURGA, Jorge. 1999. *Diccionario Geológico*. Lima: Sector Energía y Minas, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (tercera edición).
- DORBATH, L.; DORBATH, C.; JIMÉNEZ, E. y RIVERA, L. 1991. «Seismicity and tectonics deformation in the eastern cordillera and the sub-andean zone of central Peru». *Journal of South American Earth Sciences*. N.º 4: 13-24.
- GUIZADO JOL, Jorge. 1968. *Geología del cuadrángulo de Aplao*. Boletín N.º 20. Servicio de Geología y Minería, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Lima: UNMSM.
- HUAMÁN, D. 1995. *Evolucion tectonique cenozoique et neotectonique du piemont pacifique dans la region d'Arequipa (andes du Sud du Perou)*. Tesis. París: Universidad de París Sud Orsay.
- INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (IGP). 1986. *Catálogo Sísmico del Perú 1500-1982*. Lima: IGP.
- KOSAKA M., Roberto. 1998. *Fenómenos ambientales naturales y su incidencia en la actividad minera del Departamento de Arequipa*. Tesis de Maestro en Ciencias. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- KUROIWA, Julio. 2002. *Reducción de desastres*. Lima: edición del autor.

Plan de mitigación de los deslizamientos producidos por efecto de la saturación
en los terrenos de la irrigación Majes, Arequipa

- LAVELL, Allan. 2002. *Inventario de iniciativas para la reducción y la gestión del riesgo en El Caribe: Propuesta Metodológica*. Centro Regional de Información sobre Desastres en América Latina y El Caribe (CRID). San José de Costa Rica: CRID.
- . 2003. *Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición*. San José de Costa Rica: CRID.
- LAZO, M.; KOSAKA, R.; MINAYA, A.; GONZALES, E. y SOTO, J. 1991. «Evaluación de la actividad sísmica del volcán Sabancaya». En *VII Congreso Peruano de Geología* (19-21). Volumen de resúmenes extendidos. Lima: VII Congreso Peruano de Geología.
- MENDOZA LÓPEZ, Manuel J. y DOMÍNGUEZ MORALES, Leobardo. 2002. *Estimación de la amenaza y el riesgo de deslizamientos en laderas*. México, D. F.: Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred).
- MINAYA L., Armando. 1986. *Actividad sísmica del sur del Perú y su probabilidad de ocurrencia*. Tesis de Ingeniero Geofísico. Lima: UNI.
- . 2006. *Estudio ambiental de la subcuenca del río Colca, Región Arequipa*. Tesis de Maestro en Ciencias. Lima: UNI.
- MINAYA, Armando; KOSAKA, M. y GONZALES, E. 1996. «Sismicidad del volcán Sabancaya y el Hualca Hualca». En *II Seminario Latinoamericano: Volcanes, Sismos y Prevención*. Lima / Arequipa: Instituto Geofísico del Perú (IGP) / Institut Français de recherche scientifique pour le développement en coopération / Instituto de Defensa Civil (Indeci) / Ministère Français des Affaires Étrangères / World Organization of Volcano Observatories.
- PERÚ. AUTORIDAD AUTÓNOMA DE MAJES (AUTODEMA). 2004. *Evaluación de las aguas subterráneas por métodos geoeléctricos en la Irrigación Majes*. Arequipa: Autodema.
- . 2006. *Expedientes técnicos de reubicación del canal madre y tubería matriz*. Arequipa: Autodema.
- PERÚ. DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR PÚBLICO (DGPM). 2006. *Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo*. Lima: DGPM, Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- PERÚ. DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA. 2006. *Estadística hidrometeorológica*. Arequipa: Dirección Regional de Agricultura.
- PERÚ. INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (INGEMMET). 1997. *Álbum de mapas de zonificación de riesgos fisiográficos y climatológicos del Perú*. Boletín

Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, N.º 17. Lima: Dirección de Geotecnia.

PERÚ. INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE). 2001. *Diagnóstico de gestión de la oferta de agua de la cuenca Camaná-Majes-Colca*. Arequipa: Inade.

PERÚ. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). 1994. *Departamento de Arequipa: Compendio de resultados censales a nivel provincial y distrital*. Lima: INEI.

—. 1995. *Compendio estadístico 1994-1995: departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna. Resultados definitivos, perfil socio-demográfico*. Volumen 7. Lima: INEI.

PERÚ. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 2006. *Estudio de prospección geofísica en un sector de la pampa de Majes (flanco derecho del río Sigvas)*. Arequipa: Inrena.

PERÚ. OFICINA NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (ONERN). 1974. *Inventario: evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa*. Lima: Onern.

PREVENCIÓN DE DESASTRES EN LA COMUNIDAD ANDINA (PREDECAN). 2005. *Incorporación del análisis del riesgo en los procesos de planificación e inversión pública en América Latina y El Caribe*. Lima: Predecana.

PUGLISI, Claudio. 2005. *Planificación de la peligrosidad de los desastres naturales*. Seminario Taller. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín (UNSA).

SILGADO, E. 1968. «Historia de los sismos más notables en el Perú (1513-1960)». *Boletín Bibliográfico de Geofísica y Oceanografía Americanas*. Vol. 4: 191-241.

TICONA P., Javier. 1994. *Microzonificación para la prevención y mitigación de los desastres naturales de la ciudad de Arequipa*. Tesis de Ingeniero. Arequipa: UNSA.

TOLEDO, Mónica et ál. 2003. *Plan de Prevención ante Desastres, Plan de Usos de Suelo y Medidas de Mitigación*. Camaná / Arequipa: Proyecto Indeci-PNUD PER/02/051: Ciudades Sostenibles.

VEGA PÉREZ, Gracia. 2001. *Evaluación para aplicaciones en arqueología en el patrimonio histórico-artístico*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

WACHHOLTZ, Rolf y HEROLD-MERGL, Alexander. 2004. *Contribución al análisis de riesgo de desastres en la cuenca alta del río San Pedro*. Santa Cruz: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Oficina de Bolivia.

