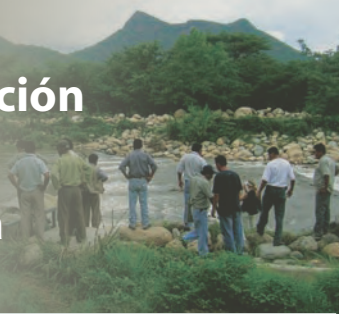


**SERIE:** SISTEMA NACIONAL DE INVERSIÓN PÚBLICA Y LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

# 4

## Evaluación de la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo de desastre en los proyectos de inversión pública



**PERÚ**

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Esta es una publicación de la Dirección General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas, con el apoyo del Programa Desarrollo Rural Sostenible de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (cooperación técnica alemana).



**Evaluación de la rentabilidad  
social de las medidas de reducción  
del riesgo de desastre en los  
proyectos de inversión pública**

## CONTENIDO

<b>Sección 1: INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
1.1. El enfoque de gestión del riesgo	9
1.2. La política de gestión del riesgo en el Perú	10
1.3. El estudio	10
<b>Sección 2: MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>14</b>
2.1. Análisis costo-beneficio aplicado en la evaluación de las medidas de reducción del riesgo de desastre en proyectos de inversión pública	15
2.1.1. La gestión del riesgo	15
2.1.2. Pasos para incorporar la gestión del riesgo en los proyectos de inversión pública	15
2.1.3. La decisión de inversión a partir del cálculo de Valor Actual Neto	16
2.1.4. El análisis del riesgo utilizando el análisis costo-beneficio incremental	17
2.2. Proceso de aplicación del análisis costo-beneficio a las medidas de reducción del riesgo en los proyectos seleccionados	19
2.2.1. Metodología para la cuantificación de costos y beneficios asociados a la inclusión de la gestión del riesgo	19
2.2.2. Evaluación de las alternativas propuestas para la reducción del riesgo utilizando el análisis costo-beneficio incremental	20
2.3. Análisis de sensibilidad	20
<b>Sección 3: SISTEMATIZACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS RELACIONADAS CON LA GESTIÓN DEL RIESGO</b>	<b>22</b>
3.1. Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 de junio de 2001 en la provincia de Castilla	23
3.1.1. Antecedentes	23
3.1.2. Objetivo	26
3.1.3. Agentes participantes	26
3.1.4. Proceso de formulación	26
3.1.5. Proceso de implementación	27
3.1.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción	28
3.1.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo	28
3.2. Prevención y preparativos para afrontar huaicos e inundaciones en la cuenca alta del río Rímac (DIPECHO I)	30
3.2.1. Antecedentes	30
3.2.2. Objetivo	32
3.2.3. Agentes participantes	32
3.2.4. Proceso de formulación	32
3.2.5. Proceso de implementación	34
3.2.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción	34
3.2.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo	37
3.3. Ampliación del Centro de Salud: Módulo de Atención para Madres Gestantes, CLAS Pampacolca	40
3.3.1. Antecedentes	40
3.3.2. Objetivo	41
3.3.3. Agentes participantes	41
3.3.4. Proceso de formulación	42
3.3.5. Proceso de implementación	42
3.3.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción	44
3.3.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo	44



3.4. Rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas	47
3.4.1. Antecedentes	47
3.4.2. Objetivos	49
3.4.3. Agentes participantes	50
3.4.4. Proceso de formulación	50
3.4.5. Proceso de implementación	52
3.4.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción	52
3.4.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo	53
3.5. Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu: Primera Fase	55
3.5.1. Antecedentes	55
3.5.2. Objetivo	56
3.5.3. Agentes participantes	56
3.5.4. Proceso de formulación	56
3.5.5. Proceso de implementación	56
3.5.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción	57
3.5.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo	60
3.6. Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón	63
3.6.1. Antecedentes	63
3.6.2. Objetivo	64
3.6.3. Agentes participantes	64
3.6.4. Proceso de formulación	66
3.6.5. Proceso de implementación	66
3.6.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción	67
3.6.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo	67
<b>Sección 4: REFLEXIONES FINALES</b>	<b>70</b>
4.1. Sobre los agentes participantes	71
4.2. Sobre los factores positivos y negativos en la implementación de medidas de reducción del riesgo	72
4.3. Conclusiones y recomendaciones	73
4.4. Lecciones aprendidas	76
<b>Bibliografía</b>	<b>78</b>
Principales siglas, abreviaturas y conceptos	82
<b>Anexos</b>	
Anexo 1 Formatos: Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 de junio de 2001 en la provincia de Castilla	84
Anexo 2 Formatos: Prevención y preparativos para afrontar huaiacos e inundaciones en la cuenca alta del río Rímac (DIPECHO I)	88
Anexo 3 Formatos: Ampliación del Centro de Salud: Módulo de Atención para Madres Gestantes, CLAS Pampacolca	92
Anexo 4 Formatos: Rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas	96
Anexo 5 Formatos: Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu: Primera Fase	100
Anexo 6 Formatos: Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón	104

## Índice de cuadros

Cuadro 1	Proyectos seleccionados para el estudio por ubicación, institución proponente y tipo de GdR	11
Cuadro 2	Daños en los departamentos afectados por el sismo del 23 de Junio de 2001 y subsiguientes ocurridos en el sur del Perú	24
Cuadro 3	Daños en provincias de Arequipa afectadas por el sismo del 23 de junio de 2001	25
Cuadro 4	Actores del proyecto «Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 de junio de 2001 de la provincia de Castilla»	26
Cuadro 5	Indicadores de rentabilidad social del proyecto de vivienda en la provincia de Castilla	30
Cuadro 6	Cronología de desastres en la cuenca alta del río Rímac, 1941-2002	31
Cuadro 7	Actores del proyecto «Prevención y preparativos para afrontar huaicos e inundaciones en la cuenca alta	33
Cuadro 8	Estimación del número de personas detenidas en lacarretera por día de desastre en la cuenca alta del río Rímac	37
Cuadro 9	Estimación del valor social del tiempo perdido por las personas por día de desastre en la cuenca alta del río Rímac	38
Cuadro 10	Estimación del valor social del tiempo perdido por a flota por día de desastre en la cuenca alta del río Rímac	38
Cuadro 11	Indicadores de rentabilidad social del proyecto en la cuenca alta del río Rímac	40
Cuadro 12	Pérdidas generadas por sismos en la provincia de Castilla	40
Cuadro 13	Actores del proyecto «Ampliación del Centro de Salud: Módulo de Atención para Madres Gestantes, clas Pampacolca»	41
Cuadro 14	Costos incrementales del proyecto de salud en Pampacolca	45
Cuadro 15	Indicadores de rentabilidad social del proyecto de salud en Pampacolca	46
Cuadro 16	Cronología de inundaciones en la provincia de Ica, por distritos, 1995-2001	47
Cuadro 17	Daños en distritos de la provincia de Ica en viviendas afectadas por el Fenómeno El Niño, 1998	49
Cuadro 18	Metas previstas del proyecto en la quebrada de Cansas	52
Cuadro 19	Indicadores de rentabilidad social del proyecto en la quebrada de Cansas	55
Cuadro 20	Estimación del sobrecosto en la operación del sistema	60
Cuadro 21	Indicadores de rentabilidad social del proyecto en Machu Picchu	62
Cuadro 22	Actores del proyecto «Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón»	65
Cuadro 23	Indicadores de rentabilidad privada del proyecto en Morropón	68
Cuadro 24	Agentes participantes y sus roles en los seis proyectos del estudio	71
Cuadro 23	Indicadores de rentabilidad privada del proyecto en Morropón	72
Cuadro 26	Resultados del análisis costo-beneficio social en los seis proyectos del estudio	75



## Índice de gráficos e ilustraciones

### GRÁFICOS

Gráfico 1	Ubicación geográfica de los proyectos seleccionados para el estudio	<b>12</b>
Gráfico 2	Departamentos afectados por el sismo del 23 de junio de 2001 en el sur del Perú	<b>23</b>
Gráfico 3	Mapa del ámbito de intervención del proyecto «Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 junio de 2001 en la provincia de Castilla»	<b>25</b>
Gráfico 4	Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto de vivienda en la provincia de Castilla	<b>29</b>
Gráfico 5	Incidencia de desastres en la cuenca alta del río Rimac, 1940-2007	<b>32</b>
Gráfico 6	Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto en la cuenca alta del río Rímac	<b>39</b>
Gráfico 7	Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto del centro de salud en Pampacolca	<b>46</b>
Gráfico 8	Incidencia de inundaciones en la provincia de Ica, 1990-2007	<b>48</b>
Gráfico 9	Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto de la quebrada de Cansas	<b>54</b>
Gráfico 10	Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto de la quebrada de Cansas	<b>58</b>
Gráfico 11	Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto en Machu Picchu	<b>62</b>
Gráfico 12	Cadena productiva del fríjol caupí, grano seco, en el distrito de Morropón	<b>66</b>

### ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Viviendas de la provincia de Castilla luego del sismo del 23 de junio de 2001	<b>24</b>
Ilustración 2	Estructura de los módulos de vivienda que incorpora tecnología antisísmica diseñados para la provincia de Castilla	<b>26</b>
Ilustración 3	Viviendas reconstruidas en la provincia de Castilla	<b>27</b>
Ilustración 4	Diques de la quebrada de Huarca, San Mateo	<b>35</b>
Ilustración 5	Defensas de la carretera y la población de la Quebrada de Huarca, San Mateo	<b>36</b>
Ilustración 6	Remodelación de cuatro diques de la quebrada Chihuanpunco, Matucana, vista desde la Plaza de Armas	<b>36</b>
Ilustración 7	Obras de defensa de la margen izquierda del río Rímac, sector urbano de Matucana	<b>36</b>
Ilustración 8	Riesgo subsistente para la población en el distrito de Matucana	<b>37</b>
Ilustración 9	Ampliación del Centro de Salud de Pampacolca	<b>42</b>
Ilustración 10	Equipamiento anterior del Centro de Salud de Pampacolca	<b>43</b>
Ilustración 11	Curso de la quebrada de Cansas	<b>50</b>
Ilustración 12	Aspectos hidráulicos de la rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas	<b>51</b>
Ilustración 13	Aspectos estructurales de la rehabilitación y la construcción de diques en la quebrada de Cansas	<b>51</b>
Ilustración 14	Riesgo subsistente para la población en la quebrada de Cansas	<b>54</b>
Ilustración 15	Obras de defensa en el río Aobamba	<b>59</b>
Ilustración 16	Dique de contención en el río Aobamba	<b>59</b>
Ilustración 17	Túnel de desvío y descarga en el río Vilcanota	<b>59</b>
Ilustración 18	Riesgo subsistente para el campamento de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu	<b>62</b>
Ilustración 19	Riesgo subsistente para las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu	<b>63</b>
Ilustración 20	Cultivo del arroz en la Región Piura	<b>64</b>

# Presentación

El Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) se creó en el país con el objetivo de optimizar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión.

La normativa del SNIP establece que para que se ejecute un Proyecto de Inversión Pública (PIP), este debe ser declarado viable. A tal efecto debe demostrarse que es socialmente rentable, sostenible y se encuentra enmarcado en las políticas y competencias sectoriales, regionales y locales.

El país tiene múltiples amenazas y peligros que pueden afectar a la población, sus medios de vida y la capacidad de producción de bienes y servicios públicos. En la reciente década, los sismos del 2001 y 2007 o las lluvias del 2008 y 2009, han causado desbordes de ríos y movimientos de remoción en masa, que a su vez han ocasionado daños en carreteras, puentes, instituciones educativas y de salud, etc. Como resultado final se generó la interrupción de los servicios, pérdidas de beneficios de los usuarios y gastos en reconstrucción.

El MEF, a través de la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM), trabaja desde el 2004, con el apoyo de

la GTZ, en la incorporación gradual de la Gestión del Riesgo en el SNIP. En este proceso han surgido interrogantes tales como: (a) ¿qué gana la sociedad al incorporar medidas de reducción de riesgos de desastres en un PIP? (b) ¿si los tomadores de decisiones asignarían recursos para su ejecución? (c) ¿hay casos concretos de ejecución de PIP que incluyan dichas medidas?

Para atender a dichas interrogantes, se complementaron los esfuerzos de la Dirección General de Programación Multianual, como máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Inversión Pública, y del Programa Desarrollo Rural Sostenible (PDRS) de la GTZ. Se encargó así el desarrollo de una consultoría que sistematice experiencias prácticas y defina una metodología de análisis de beneficio-costos marginal de medidas de reducción de riesgos.

El presente documento recoge los resultados de la consultoría, y busca orientar a los operadores del SNIP en el análisis beneficio-costos de las medidas de reducción de riesgos y apoyarlos a sustentar apropiadamente la conveniencia de ejecutarlas.

## **César Tapia Gamarra**

Director General de Programación Multianual del Sector Público  
Ministerio de Economía y Finanzas.



**Evaluación de la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo de desastre en los proyectos de inversión pública**



# Sección 1

## **INTRODUCCIÓN**

El presente estudio desarrolla el marco conceptual de la evaluación de la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo de desastre y aplica el proceso de análisis del riesgo y la evaluación de la rentabilidad para un conjunto de casos seleccionados en el Perú, en lo que constituye el primer acercamiento a un enfoque que resulta fundamental para el desarrollo económico.



## 1.1. EL ENFOQUE DE GESTIÓN DEL RIESGO

A escala internacional, la Organización de las Naciones Unidas, a través de las distintas agencias que forman su sistema, ha llamado la atención sobre la importancia de avanzar hacia la reducción del riesgo de desastre, especialmente en los países en desarrollo. Como parte de esta preocupación, la década de 1990 fue denominada Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (1990–1999) y, en 1999, se estableció el mandato de Ginebra que propuso la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres, la cual constituye un mecanismo para fomentar la conciencia política y formar redes regionales y de investigación científica sobre este tema.

Del mismo modo, durante la Conferencia Mundial sobre Reducción de Desastres que se realizó en Kobe, Hyogo, Japón en 2005,<sup>1</sup> los países participantes plantearon como objetivo «la integración más efectiva de la consideración del riesgo de desastre en las políticas, los planes y los programas de desarrollo sostenible a todo nivel».

En nuestra región, la Corporación Andina de Fomento (CAF) apoyó la creación y el funcionamiento del Programa Regional Andino para la Prevención y Mitigación de Riesgos (preandino), el cual «impulsa la formulación de políticas nacionales y sectoriales de prevención y mitigación del riesgo asociado a amenazas/peligros de origen natural, así como la incorporación del enfoque de prevención en la planificación del desarrollo».<sup>2</sup> Otras agencias internacionales de cooperación técnica y financiera como el Banco Interamericano de Desarrollo (bid), el Banco Mundial (bm) y la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) han expresado también su preocupación en este sentido a través de diversos programas y actividades desarrollados en los últimos años.

El Programa Desarrollo Rural Sostenible (PDRS) de la GTZ Perú (cooperación técnica alemana) propone el siguiente objetivo a través de su Componente Gestión del Riesgo para el Desarrollo en el Área Rural: «[Que] Los gobiernos locales y regionales, los sectores y la población organizada mejoren sus acciones de desarrollo sobre la base de políticas y normas de nivel local, regional y/o nacional que incluyan criterios de gestión del riesgo». Para alcanzar este objetivo, en la primera fase de implementación de este componente (2003-2006) se desarrolló y validó un conjunto de herramientas, estrategias y políticas sobre gestión del riesgo (GdR) que, en algunos casos, incluyeron instrumentos para la aplicación del análisis del riesgo (AdR) a proyectos de inversión pública (PIP). En la segunda fase (2007-2010) se están aplicando las políticas y se masifican las herramientas. Finalmente, en la tercera fase (2010-2013) se consolidará y transferirá a las instancias competentes estas políticas y herramientas de GdR.

<sup>1</sup> Disponible en <[www.unisdr.org/eng/hfa/docs/final-report-wcdr-spanish.pdf](http://www.unisdr.org/eng/hfa/docs/final-report-wcdr-spanish.pdf)>.

<sup>2</sup> Véase <[www.caf.com](http://www.caf.com)>.

## 1.2. LA POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO EN EL PERÚ

En este contexto, el Perú, al ser un país con unidades sociales altamente expuestas y vulnerables ante fenómenos naturales con potencial destructivo (MEF 2006), ha iniciado un proceso que busca, principalmente, incorporar las estrategias y las prácticas orientadas a reducir el riesgo de desastre a través de la incorporación de este enfoque en el proceso de identificación, formulación y evaluación de los proyectos de inversión pública (PIP).

La Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) es el ente rector del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) en el país y, en concordancia con su mandato, busca optimizar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión mediante el establecimiento de principios, procesos, metodologías y normas técnicas relacionados con las diversas fases de formulación y ejecución de los PIP.

Con la finalidad de garantizar la calidad de la inversión, el SNIP establece que para que un proyecto sea declarado viable debe demostrar que es socialmente rentable, sostenible y compatible con las políticas nacionales, sectoriales o territoriales, según corresponda (MEF 2006).

Con el propósito de contribuir con la seguridad de la inversión pública y la sostenibilidad de sus beneficios, la DGPM ha considerado fundamental la incorporación del enfoque de GdR en el ciclo del proyecto y la aplicación del AdR<sup>3</sup> en la identificación, la formulación y la evaluación de estos proyectos y para ello cuenta con el apoyo técnico y financiero del PDRS-GTZ, en el marco del convenio de colaboración suscrito entre la GTZ y el MEF.

El proceso de aplicación del AdR en los estudios de preinversión es gradual, considerándose como avances:

La publicación de los documentos *Conceptos asociados a la gestión de riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo* y *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastre en proyectos de inversión pública* que se aprobó en el año 2007 como instrumento de metodología referencial.<sup>4</sup>

La realización de acciones de capacitación y asistencia técnica para el fortalecimiento de las capacidades de formuladores y evaluadores de las unidades formuladoras (UF) y oficinas de programación e inversiones (OPI), en las cuales se aplican las pautas metodológicas (MEF 2007).

Su inclusión explícita en los contenidos mínimos para la elaboración de los estudios de preinversión en los tres niveles de estudios y su consideración en el Protocolo de Evaluación.

## 1.3. EL ESTUDIO

Por la importancia de los avances logrados, la DGPM del MEF y el PDRS-GTZ consideraron necesario documentar las experiencias desarrolladas en el país en las cuales se hubiese aplicado el AdR en la formulación y la ejecución de los PIP, para contar con una visión general que permita contribuir al diseño de políticas nacionales, regionales y locales que garanticen la sostenibilidad de la inversión pública. Estudio cuyos resultados se presentan en este libro.

Su elaboración partió de una consultoría orientada a evaluar un conjunto de seis experiencias de proyectos que han aplicado el AdR con la finalidad de sistematizar las lecciones aprendidas que contribuyan a mejorar la calidad de la inversión pública. Del mismo modo, se buscó proponer y validar una metodología para analizar la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo a partir de la utilización del análisis incremental costo-beneficio.

<sup>3</sup> El análisis del riesgo (AdR) es una metodología para identificar y evaluar el tipo y el nivel de daños y pérdidas probables que podrían afectar una inversión, a partir de la identificación y la evaluación de la vulnerabilidad de esta con respecto de los peligros a los que está expuesta (MEF 2007). Ver también Resolución Directoral 009-2007-EF/68.01, del 3 de agosto de 2007.

<sup>4</sup> Véanse las siguientes direcciones del portal del MEF: <<http://www.mef.gob.pe/dgpm/docs/docint/riesgo/ConceptosDesastres.pdf>> y <<http://www.mef.gob.pe/dgpm/docs/manuales/PautasRiesgos.pdf>>.

Para la selección de los proyectos se aplicaron los siguientes criterios:

- Debían incorporar el AdR en su formulación y/o implementación.
- Tendrían que ubicarse en un área geográfica afectada por al menos uno de los tres tipos de amenazas/peligros definidos en las pautas metodológicas (MEF 2007).
- Debían estar distribuidos geográficamente para reflejar las diferentes regiones naturales del Perú y su exposición a una diversidad de amenazas/peligros naturales.
- Requerían incluir a varios sectores.
- En la medida de lo posible, deberían reflejar dos tipos de GdR asociados a su ejecución: gestión prospectiva y gestión correctiva.
- Además, debían considerar la representatividad de las instituciones proponentes: PDRS-GTZ, Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES), Proyecto de Gestión de Riesgos de Desastres Naturales con enfoque de Seguridad Alimentaria (PGRD-COPASA) y DGPM-MEF, todas ellas involucradas con el desarrollo sostenible.

De acuerdo con estos criterios, se seleccionaron dos proyectos de la Región Arequipa y uno de las regiones Lima, Ica, Cusco y Piura (cuadro 1).

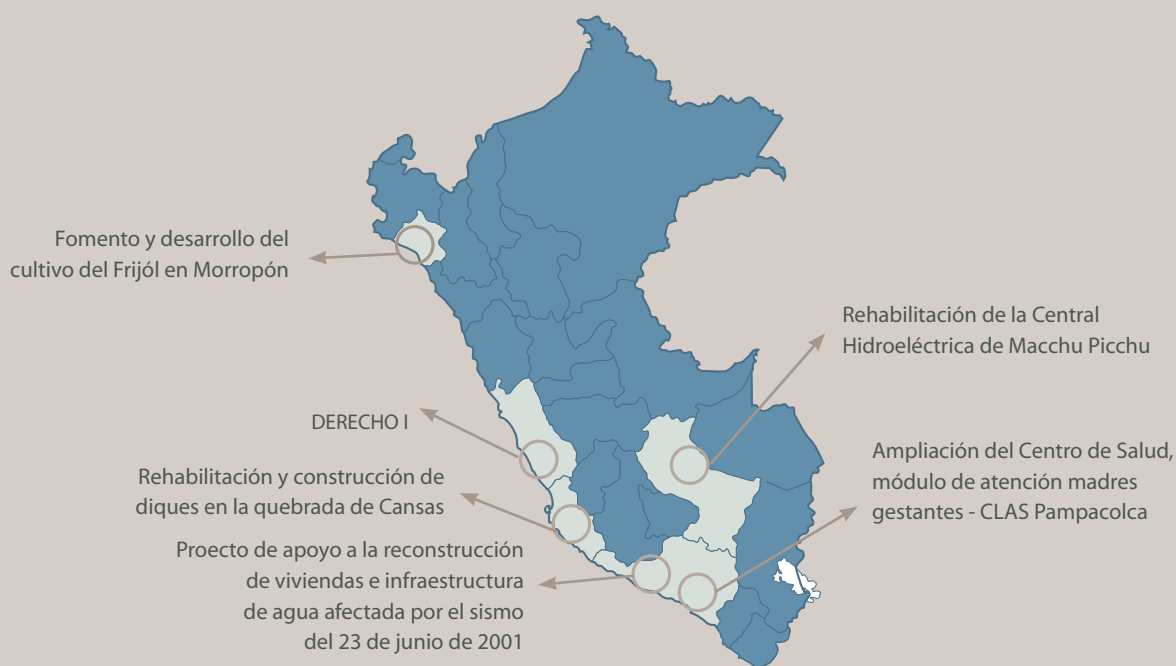
**Cuadro 1. Proyectos seleccionados para el estudio por ubicación, institución proponente y tipo de GdR**

N.º	Nombre	Localización	Institución proponente	Tipo de GdR
1.	Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 de junio de 2001 en la provincia de Castilla	Provincia de Castilla, Región Arequipa	PGRD-COPASA, PREDES	Gestión prospectiva. Se construirán nuevas viviendas en la cuales se evitará reconstruir el riesgo precedente al desastre.
2.	Prevención y preparativos para afrontar huaicos e inundaciones en la cuenca alta del río Rímac (dipecho i)	Cuenca alta del río Rímac, Región Lima	PREDES	Gestión correctiva. Se busca reducir el nivel de riesgo.
3.	Ampliación del Centro de Salud: Módulo de Atención para Madres Gestantes, clínicas Pampacolca	Distrito de Pampacolca, provincia de Castilla, Región Arequipa	PGRD-COPASA	Gestión prospectiva. Se construirá un módulo de atención. Se busca proteger a la población y reducir su vulnerabilidad.
4.	Rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas	Distrito de La Tinguiña, provincia de Ica, Región Ica	DGPM-MEF	Gestión correctiva. Se busca reducir el nivel de riesgo.
5.	Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu: Primera Fase	Provincia de La Convención, Región Cusco	DGPM-MEF	Gestión prospectiva. Se construirá una nueva central en la cual se evitará reconstruir el riesgo precedente.
6.	Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón	Distrito de Morropón, Región Piura	PDRS-GTZ	Gestión correctiva. Se busca reducir el nivel de riesgo.

Elaborado por el consultor.

La ubicación geográfica de los proyectos seleccionados se indica en el gráfico 1.

**Gráfico 1. Ubicación geográfica de los proyectos seleccionados para el estudio**



Elaborado por el consultor.

En concordancia con los objetivos buscados, en la sistematización de las experiencias se ha considerado el análisis de los temas siguientes: antecedentes, objetivos, agentes, proceso de formulación de los estudios y de ejecución de las inversiones. Sobre la base de la información disponible se aplicó la metodología del AdR mediante el empleo de las pautas metodológicas (MEF 2007) y se estimó la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo con la metodología a validar.

A continuación se expone el procedimiento seguido:

- Sistematización de la información de los proyectos seleccionados aplicando los formatos de los módulos 1, 2 y 3 de las pautas metodológicas (MEF 2007), con el fin de identificar claramente los elementos comunes. Esta sistematización facilitó la identificación de aquellos factores que contribuyeron a generar experiencias exitosas o no tan exitosas.
- AdR de los proyectos según las orientaciones establecidas en las ya mencionadas pautas metodológicas, con la finalidad de identificar y aislar las medidas de reducción del riesgo, sean de carácter estructural (infraestructura) o no estructural (institucional), sobre la base del análisis de los peligros y la vulnerabilidad (exposición, fragilidad y resiliencia). En cada una de las experiencias, el AdR ha puesto énfasis en los aspectos cualitativos y se ha basado en lo sucedido cuando ocurrió el desastre. Además, ha considerado si se trataba de un proyecto de inversión pública (PIP) de reconstrucción o de análisis efectuados por los profesionales de las instituciones que brindaron su colaboración para la realización del estudio en los demás casos.

- Identificados los componentes del riesgo o las medidas orientadas a disminuir el riesgo de desastre en los proyectos, se procedió a un análisis costo-beneficio incremental en concordancia con el módulo 4 de las pautas metodológicas.
- Finalmente, se identificaron las lecciones aprendidas con el propósito de que la aplicación del AdR en los PIP se realice de la manera más eficiente posible.
- Para la publicación del presente documento, el Componente Gestión del Riesgo del PDRS-GTZ ha complementado los resultados de la consultoría con el propósito de mostrar el proceso práctico de evaluación de la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo, aplicando el análisis costo-beneficio marginal.



# Sección 2

## **MARCO CONCEPTUAL**

En este capítulo se presentan las herramientas del análisis económico necesarias para incorporar el enfoque de GdR en la evaluación de proyectos de inversión pública.





## **2.1. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO APLICADO EN LA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE EN PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA**

### **2.1.1. La gestión del riesgo**

La GdR se entiende como un proceso orientado a adoptar e implementar políticas, estrategias y prácticas conducentes a evitar o reducir el riesgo de desastre y minimizar sus potenciales efectos dañinos. Este proceso puede ser de dos tipos:

- 1) Gestión prospectiva del riesgo: «Es el proceso orientado a la adopción de medidas para evitar que se generen condiciones de vulnerabilidad o que se propicien situaciones de amenazas/peligros. Se desarrollan en función del riesgo aún no existente pero que podría generarse por la intervención de nuevos proyectos» (MEF 2007: 13).
- 2) Gestión correctiva del riesgo: «Es el proceso a través del cual se toman medidas para reducir la vulnerabilidad existente. Implica intervenir sobre las causas que generan la condición de vulnerabilidad actual» (MEF 2007: 14).

En este contexto, aquellos proyectos diseñados para reducir los niveles de riesgo en determinado ámbito geográfico serán denominados PIP correctivos, y aquellos que incorporen elementos en su diseño orientados a evitar nuevas condiciones de vulnerabilidad se denominarán PIP prospectivos.

Cuando no sea técnicamente posible reducir el riesgo o las medidas no sean rentables socialmente es necesario incluir medidas para incrementar la resiliencia del PIP, las cuales estarán relacionadas con la preparación para la respuesta al desastre y la recuperación del servicio. Este tipo de medidas se conocen como de gestión reactiva ante el riesgo.

### **2.1.2. Pasos para incorporar la gestión del riesgo en los proyectos de inversión pública**

De acuerdo con la metodología desarrollada por la DGPM del MEF, los pasos a seguir para incorporar la GdR en los PIP son los siguientes (MEF 2007: 23-24):

- Analizar las amenazas/peligros (de origen natural, socionatural o antropogénico) a los que se podría enfrentar el proyecto.

- Determinar la vulnerabilidad que podría generarse para el proyecto durante su periodo de vida útil, tanto en la fase de ejecución de la inversión como en la de operación.
- Definir las acciones que permitirían reducir la vulnerabilidad y el impacto de las amenazas/peligros identificados de tal forma que sean incluidos en las alternativas de solución planteadas.
- Cuantificar los beneficios y los costos asociados a la inclusión de las medidas y las acciones identificadas para la reducción del riesgo en cada una de las alternativas.
- Evaluar las alternativas propuestas considerando las medidas de reducción del riesgo en donde ello sea necesario mediante el análisis costo-beneficio o, alternativamente, costo-efectividad.
- Realizar un análisis de sensibilidad que incluya variaciones en la probabilidad de ocurrencia, intensidad y/o frecuencia del peligro y los impactos que ocasionarían en el proyecto.
- Determinar la alternativa de solución al problema planteado que será ejecutada.

### 2.1.3. La decisión de inversión a partir del cálculo del Valor Actual Neto

Los proyectos de inversión, tanto públicos como privados, se formulan teniendo en consideración que la evaluación de su pertinencia se hará en el marco del análisis costo-beneficio con el Valor Actual Neto (VAN) como criterio de decisión principal. De acuerdo con este criterio: «una inversión es rentable sólo si el valor actual del flujo de ingresos es mayor que el valor actual del flujo de costos, cuando éstos se actualizan haciendo uso de la tasa de interés pertinente para el inversionista» (Fontaine 1988: 59).

Expresado en términos matemáticos, el van viene dado por la siguiente fórmula:

$$(1) \quad VAN = -II + \sum_t \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

En donde II es la inversión inicial que se realiza en la fase cero y  $B_t$  y  $C_t$  son, respectivamente, los beneficios y los costos asociados a la ejecución del proyecto en el periodo  $t$ . La variable  $i$  representa la tasa de interés relevante a la que se descuenta el proyecto.<sup>5</sup> Si el  $van \geq 0$ , los beneficios del proyecto son iguales o mayores a sus costos y, por lo tanto, se recomienda realizar el proyecto.

En el caso peruano, las normas y los procedimientos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) establecen que la evaluación social de proyectos<sup>6</sup> se realice a partir del indicador del van social o, alternativamente, del ratio costo-efectividad para el caso de proyectos sociales en los que los beneficios para la población no se puedan cuestionar (servicios básicos de educación y salud) y se elige la alternativa que, en términos de valor presente, muestre los menores costos por unidad de beneficios relevante; por ejemplo, costo por alumno o por paciente.

El problema que surge desde la perspectiva del AdR es que los flujos económicos que se utilizan para el cálculo del van, o del ratio costo-efectividad, no consideran en su aplicación práctica la probabilidad de ocurrencia durante la vida útil del proyecto de un peligro natural o socionatural que pueda generar daños como consecuencia de la existencia de condiciones de vulnerabilidad. Así, por ejemplo, la evaluación de la viabilidad de una carretera entre dos localidades del Perú considera generalmente los beneficios provenientes tanto de los ahorros en tiempo del tráfico estimado entre los dos puntos como los ahorros en mantenimiento de los vehículos por menor desgaste. Si estos beneficios, que se calculan según número de vehículos que circulan por día, por los días de un año, por los años de vida útil de la carretera, superan los costos de construirla, entonces la recomendación es invertir en la carretera.

Sin embargo, ¿qué pasaría con los resultados de la evaluación si se considerara que al tercer año de inaugurada la carretera un gran deslizamiento o huaico, o inundación como consecuencia de la ocurrencia del Fenómeno El Niño, o de un gran sismo, interrumpe por destrucción el tránsito en la carretera? En ese caso, la solidez de la recomendación anterior podría ponerse en duda.

<sup>5</sup> Cuando el periodo de vida útil es infinito, la fórmula del van se simplifica de la siguiente forma:  
 $VAN = (B_t - C_t) / i$ .

<sup>6</sup> La diferencia entre la evaluación privada y la social reside en que esta última considera los beneficios para el país en su conjunto y no los del inversionista en particular; por lo tanto, el VAN se calcula con precios sociales e incorpora los beneficios/costos de las externalidades y los efectos indirectos.

Por ejemplo, imaginemos que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) decide evaluar la construcción de un tramo nuevo de la carretera Panamericana Norte que permite optimizar el trazo entre dos localidades, lo que ahorrará tiempo y dinero. Asumiendo, para simplificar, que la inversión en esta carretera es de 15 millones de dólares, la demanda costos de operación y mantenimiento (O&M) es de 2 millones de dólares por año, los beneficios sociales asociados ascienden a 4 millones de dólares, la tasa social de descuento es de 10% y su periodo de vida útil es infinito, el van de esta inversión sin incorporar medidas de reducción del riesgo de desastres (MRR) sería:

$$VAN = -15 + [(4 - 2) / 0.1] = 5 \geq 0$$

Este sería un proyecto recomendable por tener un van positivo equivalente a 5 millones de dólares. Este resultado, sin embargo, se altera si se introduce en el análisis que en el año 4, como consecuencia de la ocurrencia de un Fenómeno El Niño extremo, se interrumpe la transitabilidad de la carretera por un año y, por lo tanto, se dejan de percibir los beneficios netos durante ese año. En ese caso, para que la carretera vuelva a generar beneficios a la sociedad se requeriría que se reconstruya un puente (cuyo costo se estima en 5 millones de dólares). Una evaluación de este escenario, que asume con fines ilustrativos que el Fenómeno El Niño se va a realizar con certeza en el año 4, daría lo siguiente:

$$VAN = -15 + [(4 - 2) / 0.1] - [5 / (1.01)^4] - 2 / (1.01)^4 = -1.73$$

Es decir, si se hubiera considerado en la evaluación el escenario de ocurrencia de un Fenómeno El Niño en el año 4 (escenario, por lo demás, probable), la carretera no debía haberse aceptado tal como estuvo formulada, dado que su van habría sido negativo. Si los evaluadores de ese proyecto hubieran recomendado introducir el AdR en su formulación, probablemente se hubiera analizado una opción adicional que incorporara medidas de reducción de la vulnerabilidad recomendándose, por ejemplo, la construcción de un puente con estructuras reforzadas para soportar un aumento de los caudales asociados a la ocurrencia de un Fenómeno El Niño severo.

En síntesis, el desarrollo del ejemplo anterior permite concluir que la utilización del criterio del van para la evaluación social de proyectos que asume que la probabilidad de ocurrencia de un evento natural (peligro) con potencial de desastre es cero es una práctica errada. El cálculo del verdadero VAN de un proyecto de inversión pública, es decir el van esperado o  $e(VAN)$ , que incorpore el AdR en su formulación debe considerar la probabilidad de ocurrencia de un peligro ( $p$ ) durante el periodo de vida útil del proyecto, si este se ejecuta en un área geográfica sujeta a la ocurrencia de fenómenos naturales con potencial de causar daños. Así, el cálculo de la rentabilidad social de la carretera en el ejemplo anterior debió haberse hecho de la siguiente manera:

$$(2) \quad E(VAN) = p \left\{ -II + \sum_t \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} - \text{Daño} \right\} + (1-p) \left( -II + \sum_t \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \right)$$

En donde la variable «Daño» incorpora los costos de reconstrucción y las pérdidas de beneficios para la sociedad debidas a la interrupción del servicio.

#### 2.1.4. El análisis del riesgo utilizando el análisis costo-beneficio incremental

El cálculo del van esperado que acaba de presentarse tiene, sin embargo, varias complicaciones prácticas que pueden llevar a que el tiempo requerido para su cálculo sea mayor de lo que usualmente es recomendable, sobre todo, en un contexto en el que los formuladores y los evaluadores de proyectos enfrentan la presión política por iniciar la ejecución de proyectos lo más pronto posible. Entre estas complicaciones están:

El área geográfica en la que se desarrollará el proyecto puede ser un área expuesta a distintas amenazas/peligros (sismos e inundaciones, por ejemplo) que modificarían la fórmula introduciendo la sumatoria de distintas probabilidades de ocurrencia para cada peligro.

La inexistencia de los datos de probabilidades de ocurrencia de eventos naturales de gran magnitud (si bien es cierto que mientras más largo es el silencio sísmico, es más probable que ocurra un gran sismo, ¿quién sabe con certeza cuándo ocurrirá?).

La utilización secuencial de probabilidades acumuladas condicionadas en el cálculo del van puede ser una restricción metodológica para un gran número de formuladores y evaluadores no familiarizados con estos conceptos.

No obstante, existe una opción de formulación y evaluación de proyectos que, recurriendo al análisis costo-beneficio incremental, permite incorporar el AdR a los proyectos de una manera más práctica. Retornando al ejemplo anterior de la carretera, si bien la opción de un puente con estructuras reforzadas encarece el proyecto en 1,5 millones de dólares y agrega a los costos de o&m 200 mil dólares al año, estos mayores costos deberían compararse con los beneficios asociados a no interrumpir el tránsito de la carretera en el año 4, durante el cual la sociedad dejaría de percibir esos 2 millones de beneficios netos. Así, comparando los costos adicionales de la estructura reforzada [ $1.5 + 0.2 / (1.01)^4$ ] con los beneficios netos no dejados de percibir en el año 4 [ $2 / (1.01)^4$ ], se obtiene un beneficio marginal positivo de 230 mil dólares, lo que implica que el proyecto en su versión reforzada sigue siendo rentable para la sociedad.

Este razonamiento puede expresarse matemáticamente de la siguiente manera:

$$(3) \quad VAN = -II + \sum_t \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} [\Delta II + \sum_t \frac{\Delta(O \& M)_t}{(1+i)^t}] + p [\text{Daño no generado}]$$

La ecuación anterior muestra que el van calculado sin mrr debiera modificarse negativamente por un incremental de la inversión inicial (en el ejemplo propuesto, el costo adicional por reforzar las estructuras del puente), más un incremental de los costos de o&m asociados a la infraestructura más compleja y, por otro lado, de manera positiva, por el beneficio de que no exista un daño en el caso probable (no cierto) de que ocurra un peligro natural. En donde el «daño no generado» (beneficio) se puede expresar como la suma de los costos de reconstrucción evitados (cre) y los beneficios no perdidos (BNP). Así:

$$(4) \quad \text{Daño no generado} = CRE + BNP$$

Utilizando (3) y (4) se planteará que la evaluación de las medidas orientadas a disminuir el riesgo de un proyecto pueda hacerse en términos incrementales de tal forma que se evalúe si:

$$(5) \quad [\Delta II + \sum_t \frac{\Delta(O \& M)_t}{(1+i)^t}] \leq + p [CRE + BNP]$$

<sup>7</sup> Hay que notar que si el VAN calculado sin AdR, es decir con probabilidad de ocurrencia del peligro igual a cero, es positivo, podría aceptarse que los beneficios asociados a las medidas mitigadoras del riesgo sean inferiores a los costos incrementales, siempre y cuando el VAN social continúe siendo positivo.

Esta fórmula nos permitirá evaluar cuándo debe introducirse en el proyecto medidas que disminuyan el riesgo como consecuencia de la ocurrencia probable de amenazas/peligros. Estas se realizarán si el incremento en los costos de inversión y o&m en el flujo descontado son menores que los beneficios probables que se obtendrían como consecuencia de no incurrir en costos de reconstrucción y no interrumpir los beneficios, entonces, será más conveniente introducir las medidas evaluadas. Si, por el contrario, los incrementales de costos no superan estos beneficios probables (que deben evaluarse con distintos niveles de probabilidad de ocurrencia), entonces se convive con el riesgo y es preferible enfrentar las pérdidas probables<sup>7</sup> de un escenario de ocurrencia de un desastre, pero mejorando la capacidad de asimilación y recuperación.

## 2.2. PROCESO DE APLICACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO A LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO EN LOS PROYECTOS SELECCIONADOS

### 2.2.1. Metodología para la cuantificación de costos y beneficios asociados a la inclusión de la gestión del riesgo

En concordancia con la metodología desarrollada en la sección anterior, la GdR en el proceso de formulación y evaluación de los PIP se evalúa mediante la aplicación del análisis costo-beneficio incremental para determinar la rentabilidad de las medidas de reducción del riesgo.

Se ha asumido, en concordancia con las normas y los procedimientos del SNIP, que la vida útil de los proyectos es de 10 años, salvo un caso que es de un año por tratarse de un proyecto de asistencia técnica para cultivos temporales.

Los costos de inversión corresponden a los costos que demandaría la ejecución del proyecto sin haber considerado las acciones y los elementos orientados a disminuir la vulnerabilidad en los proyectos. En el caso de los proyectos «Prevención y preparativos para afrontar huaicos e inundaciones en la cuenca alta del río Rímac» (dipecho i) y «Rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas» no se ha consignado información respecto de los costos de inversión sin considerar medidas de reducción del riesgo debido a que estos proyectos, cuya naturaleza es correctiva, tienen como propósito disminuir la vulnerabilidad de las actividades económicas que se desarrollan en su entorno, ante las amenazas/peligros existentes. El caso del proyecto «Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón» es especial, en tanto la incorporación de medidas de reducción del riesgo conlleva costos de inversión más bajos, por ser la producción del frijol más barata que la del arroz.

Los costos de inversión incorporando mrr se calculan añadiendo a los costos de inversión inicial aquellos costos que se derivan de las acciones o los elementos orientados a disminuir vulnerabilidad. La variable  $\Delta I$  (cambio en la inversión inicial) resulta de la diferencia entre los costos de inversión «sin» y «con» medidas de reducción del riesgo (MRR).

De manera análoga, los costos de O&M se estiman sin incorporar las acciones y los elementos que reducen la vulnerabilidad y después se incorporan estos costos incrementales. En el caso de los diques y las defensas, los costos de O&M existen solo en la situación en la que se incorporan medidas de reducción del riesgo. La variable  $\Delta O\&M$  es el incremental que refleja la diferencia de costos de operación y mantenimiento que se deriva de incorporar MRR.

Los beneficios no interrumpidos (BNP) se calculan a partir de la valoración económica de los efectos de la interrupción del servicio (energía, transporte, vivienda, salud) debido al impacto de un peligro natural durante el tiempo que tome su recuperación. Los costos de reconstrucción, por su parte, corresponden a aquellos en los que se incurriría si, como consecuencia de la inexistencia de las acciones o los elementos que reducen vulnerabilidad, el impacto de las amenazas/peligros identificados se tradujese en la destrucción de la capacidad de ofrecer los bienes y los servicios generados por el proyecto.

### 2.2.2. Evaluación de las alternativas propuestas para la reducción del riesgo utilizando el análisis costo-beneficio incremental

La evaluación de la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo utilizando el análisis costo-beneficio incremental según la fórmula (5) desarrollada en la sección anterior requiere del cálculo de algunos conceptos:

El valor actual (VA) de los costos, sumando los costos de inversión incrementales como diferencia del costo de la inversión inicial y los costos asociados a las medidas de reducción del riesgo más el flujo del incremental de gastos de O&M como consecuencia de haber incorporado al proyecto acciones y elementos que disminuyen la vulnerabilidad. El periodo de vida útil de los proyectos utilizado para las actualizaciones fue de 10 años y la tasa de descuento, 11%.

El va de los beneficios, como la suma de los costos de reconstrucción evitados (CRE) más los beneficios no perdidos (BNP), o costos evitados a los usuarios de los servicios, que se derivan como consecuencia de haber incorporado en el proyecto las medidas de disminución del riesgo asociadas a la ocurrencia de eventos naturales con potencial destructivo (amenazas/peligros). El cálculo de este valor presente se hace asumiendo que el peligro impacta en el año 5, aquel que se ubica a la mitad del periodo de vida útil del proyecto. Este supuesto servirá para realizar el análisis de sensibilidad, simulando distintas probabilidades de ocurrencia del peligro en ese año.

Con todos estos elementos, faltaría definir solo el dato probabilístico de ocurrencia del peligro para la aplicación de la fórmula (5) de la sección anterior. Sin embargo, como ya se mencionó, este dato probablemente no exista en la realidad, sea porque no se cuenta con registros confiables del pasado o porque no existen técnicas desarrolladas para la predicción de estos eventos.

Debido a ello se recomienda recurrir a un análisis de sensibilidad probabilístico que permita evaluar la pertinencia de incorporar al proyecto las medidas y las acciones que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad identificada en distintos escenarios de ocurrencia.

## 2.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD<sup>8</sup>

La aplicación del análisis costo-beneficio incremental ex ante en los proyectos seleccionados se efectúa en cuatro escenarios de probabilidad de ocurrencia del peligro durante la vida útil del proyecto (25, 50, 75 y 100%). Por razones de exposición se denominará escenario de baja probabilidad de ocurrencia aquel asociado a las probabilidades de 25 y 50% y de alta probabilidad de ocurrencia a las probabilidades de 75 y 100%.

El criterio de decisión para la incorporación en el proyecto de las acciones y los elementos asociados a la disminución de la vulnerabilidad consiste en que la suma de los valores actuales de los incrementales de los gastos de inversión y de O&M sean menores o iguales a los beneficios asociados a los costos de reconstrucción evitados, los beneficios no perdidos o los costos evitados a los usuarios en distintos escenarios de ocurrencia del peligro.

<sup>8</sup> Como ya se mencionó, se asume que la probabilidad de ocurrencia del peligro se presenta en el año central (mediana) del periodo de vida útil, en este caso el año 5. Este supuesto tiene fines operativos.



# Sección 3

## **SISTEMATIZACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS RELACIONADAS CON LA GESTIÓN DEL RIESGO**

Una vez definido el marco conceptual, en este capítulo lo aplicaremos al análisis de los seis proyectos considerados en el estudio sistematizando sus resultados.

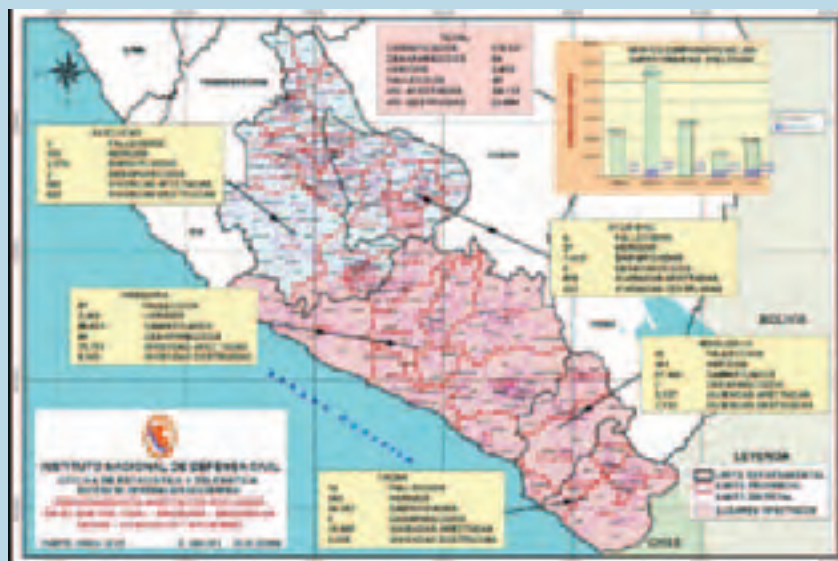


### 3.1. APOYO A LA RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS E INFRAESTRUCTURA DE AGUA AFECTADA POR EL SISMO DEL 23 DE JUNIO DE 2001 EN LA PROVINCIA DE CASTILLA<sup>9</sup>

#### 3.1.1. Antecedentes

El 23 de junio de 2001, un sismo de magnitud 6,9 en la escala de Richter sacudió la zona suroeste del Perú. El sismo afectó principalmente los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna, así como sus respectivas provincias, su impacto abarcó alrededor de 140 mil kilómetros cuadrados (gráfico 2).

Gráfico 2. Departamentos afectados por el sismo del 23 de junio de 2001 en el sur del Perú



Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) en PREDES 2002b.

<sup>9</sup> Se ha tomado como referencia la información contenida en PREDES 2001b, 2002e, 2002f y 2002h; y también se ha consultado el portal de esta institución <[www.predes.org.pe](http://www.predes.org.pe)>.

<sup>10</sup> Para esta sección se ha tomado como referencia la información contenida en PREDES 2001a.



**Ilustración 1. Viviendas de la provincia de Castilla luego del sismo del 23 de junio de 2001**

Tanto en áreas urbanas como rurales, el sismo impactó en zonas antiguas y asentamientos humanos marginales. Estos asentamientos se vieron altamente afectados por estar ubicados en zonas de alto riesgo y ser densamente poblados. Asimismo, se trataba de poblaciones económicamente vulnerables cuyas viviendas de adobe eran de construcción precaria (ver ilustración 1).

Según datos oficiales, el sismo afectó a alrededor de 213.430 personas, ocasionó 83 muertos, 2.812 heridos, 68 desaparecidos, 22.052 viviendas destruidas y 37.576 viviendas afectadas. Además, produjo daños en la infraestructura productiva, de salud y educación (PREDES 2002b: 4).

**Cuadro 2. Daños en los departamentos afectados por el sismo del 23 de Junio de 2001 y subsiguientes ocurridos en el sur del Perú**

Departamento	Provincias	Distritos	Fallecidos	Heridos	Damnificados	Desaparecidos	Viviendas afectadas	Viviendas destruidas
Arequipa	8	102	41	2.002	88.629	64	15.751	9.143
Moquegua	3	20	25	341	53.448	0	5.469	5.505
Tacna	4	27	14	363	74.767	0	15.507	6.976
Ayacucho	2	12	3	106	2.576	2	849	428
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>161</b>	<b>83</b>	<b>2.812</b>	<b>219.420</b>	<b>66</b>	<b>37.576</b>	<b>22.052</b>

Fuente: II y III Región de Defensa Civil, Ministerio de Salud (MINSU), comités de Defensa Civil.  
Elaborado por el Centro de Operaciones de Emergencia del INDECI.

Arequipa fue la región donde se concentró la mayor cantidad de población afectada y también el mayor número total de viviendas destruidas y afectadas. Los daños se distribuyeron en una zona territorial muy amplia, pues abarcaron sus ocho provincias. La estadística de daños de la región se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Daños en provincias de Arequipa afectadas por el sismo del 23 de junio de 2001

PROVINCIAS AFECTADAS	POBLACIÓN				VIVIENDAS	
	Damnificados	Desaparecidos	Heridos	Fallecidos	Afectadas	Destruidas
Arequipa	25.782	0	1.422	7	5.332	1.631
Camaná	12.858	62	41	25	1.256	3.730
Caravelí	5.697	0	70	0	915	492
Castilla	9.969	0	312	0	2.363	1.043
Caylloma	10.887	0	11	3	2.475	577
Condesuyos	9.501	0	19	1	1.889	639
Islay	11.373	2	110	4	1.639	1.076
La Unión	2.662	0	17	1	450	234
TOTAL	88.629	64	2.002	41	15.751	9.143

Fuente: II y III Región de Defensa Civil, Ministerio de Salud (MINS), Comités de Defensa Civil. Elaborado por el Centro de Operaciones de Emergencia del INDECI+B40.



La provincia de Castilla fue una de las más afectadas por el sismo. Esta provincia se extiende desde la franja de costa hasta las cumbres más altas de la cordillera de los Andes. Los distritos localizados en los valles intermedios como Aplao, Uraca y Huancarqui y los distritos ubicados en la parte alta de los valles y las nacientes de los ríos como Viraco, Machaguay, Pampacolca y Tipan fueron los más dañados.

Ante esta situación, PREDES decidió apoyar la reconstrucción de viviendas en los distritos de Viraco, Machaguay, Pampacolca y Tipan. En el ámbito de intervención del proyecto se realizó una evaluación para determinar y priorizar las localidades de trabajo. Como resultado, se seleccionaron 14 pueblos en función a la intensidad de los daños producidos por el sismo y la concentración de familias afectadas en situación de pobreza y pobreza extrema (gráfico 3).

Gráfico 3. Mapa del ámbito de intervención del proyecto «Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 junio de 2001 en la provincia de Castilla».

Fuente: PREDES.

### 3.1.2. Objetivo

Determinar las condiciones para una adecuada construcción y reconstrucción de las viviendas mediante la incorporación del enfoque de prevención y desarrollo sostenible.

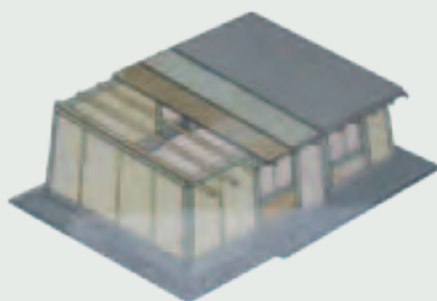
### 3.1.3. Agentes participantes

El proyecto contó con la participación de tres actores principales: la agencia cooperante, las municipalidades y la población. En el cuadro 4 se indican los compromisos de cada uno de ellos con el proyecto.

**Cuadro 4. Actores del proyecto «Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 de junio de 2001 de la provincia de Castilla»**

N.º	Proyecto	Agentes participantes	Roles de los agentes participantes
1	Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 de junio de 2001 en la provincia de Castilla	PREDES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financiamiento de 294 módulos.</li> <li>Apoyo técnico en la estructura del módulo de quincha mejorada.</li> <li>Elaboración de estudios: riesgo y suelos.</li> <li>Coordinaciones interinstitucionales para canalizar sus aportes y cruzar información sobre damnificados, tipo de ayuda recibida.</li> <li>Organización de la participación.</li> <li>Capacitación para la prevención y el proceso de construcción.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Municipalidad Provincial de Castilla</li> <li>Municipalidad Distrital de Aplao</li> <li>Municipalidad Distrital de Corire</li> <li>Municipalidad Distrital de Huancarqui</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encargados de la urbanización.</li> <li>Proveer de servicios básicos (agua, desagüe, luz) a aquellas localidades que carecen de ellos.</li> </ul>
		Población	Mano de obra para la ejecución y el mantenimiento de los módulos.

Fuente: PREDES.  
Elaborado por el consultor.



**Ilustración 2. Estructura de los módulos de vivienda que incorpora tecnología antisísmica diseñados para la provincia de Castilla**

### 3.1.4. Proceso de formulación

El proceso de formulación del proyecto estuvo liderado por PREDES. Esta institución se encargó de desarrollar los estudios de riesgo y suelos de las localidades en las cuales se intervendría para confirmar la conveniencia de la construcción de los módulos. Asimismo, fue responsable del diseño de los 294 módulos de vivienda de quincha mejorada de 24 m<sup>2</sup> cada una (ver ilustración 2).

### 3.1.5. Proceso de implementación

El proceso de implementación del proyecto comprendió dos intervenciones principales:

- Reducción de la vulnerabilidad social e institucional
- Reducción de la vulnerabilidad física

#### a. Reducción de la vulnerabilidad social e institucional

Las actividades de reducción de la vulnerabilidad social e institucional incorporadas en el proyecto incluyeron:

- Difusión entre la población de información sobre los peligros.
- Fortalecimiento de los mecanismos de participación de la comunidad en el diseño de planes y estrategias de desarrollo local.
- Incorporación de criterios de seguridad y prevención en las políticas y los planes de los municipios distritales de Aplao, Uraca, Corire y Huancarqui, así como de la Municipalidad Provincial de Castilla.
- Promoción de procesos educativos con el propósito de fortalecer la capacidad local para prevenir desastres y responder mejor ante las emergencias.

#### b. Reducción de la vulnerabilidad física

Las actividades de reducción de la vulnerabilidad física comprendieron el desarrollo de los expedientes técnicos y la posterior construcción de los módulos de vivienda, así como actividades complementarias (ver ilustración 3).

- Promover la renovación urbana.
- Incorporar tecnología antisísmica en las edificaciones, por ejemplo, quíncha mejorada.
- Adoptar criterios para hacer las edificaciones más resistentes, por ejemplo, estudios de suelos y de riesgo.
- Mantener limpios los cauces de las quebradas.
- Construir muros secos y pircas para evitar derrumbes en los cauces de las quebradas.

Todas las actividades de prevención del proyecto fueron un esfuerzo conjunto de los agentes participantes.



#### Ilustración 3. Viviendas reconstruidas en la provincia de Castilla.

La reconstrucción de viviendas de La Central (izquierda) no ha demostrado ser sostenible, dado que carece de servicios básicos de agua, desagüe y electricidad en las viviendas, los cuales debieron ser habilitados por el municipio; por este motivo, un gran número de los módulos han sido abandonados por la población. Por otro lado, en Huancarqui (derecha) la población cuenta con los servicios básicos y los beneficiarios han permanecido en la localidad. En algunos casos, los pobladores han ampliado el módulo inicialmente construido.

### 3.1.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción

#### a. El riesgo<sup>11</sup>

Los peligros identificados en la zona son sismos, derrumbes y deslizamientos, activados por los primeros, inundaciones y huacos. Para el proyecto los peligros relevantes considerados son sismos, derrumbes y deslizamientos activados por los primeros.

Los elementos vulnerables son las familias y sus viviendas y la infraestructura de servicios ubicadas en la zona de impacto de los peligros señalados; de acuerdo con lo sucedido en 2001, las viviendas y la infraestructura de servicios se construyeron con técnicas y materiales no apropiados para afrontar un sismo, lo que generó su fragilidad.

La baja resiliencia se explica por la escasa organización de la población y el limitado acceso de esta al crédito. Las insuficientes capacidades de los gobiernos locales, tanto financieras como de gestión para la recuperación de los servicios básicos, son otro factor importante.

Los probables daños y pérdidas de ocurrir nuevamente el desastre serían la destrucción de las viviendas, daños y destrucción de enseres. El colapso de las viviendas puede ocasionar heridas o muerte a quienes viven en ellas. Igualmente, habría daños y destrucción de la infraestructura de servicios.

#### b. Las medidas de reducción del riesgo

En este caso se trata de construir nuevos módulos de vivienda. Gestionar el riesgo implica no reconstruir las condiciones de vulnerabilidad que existían antes del desastre, por lo que se asume que es una gestión prospectiva; las mrr se orientan a no generar nuevos escenarios de riesgo, asumiendo que no es posible cambiar la localización de las viviendas ni la infraestructura de los servicios, por lo que estos elementos seguirán expuestos a los sismos. En el proyecto se plantea:

En relación con el peligro existente en las quebradas de derrumbes activados por el sismo, la limpieza de las quebradas y la construcción de muros y pircas.

Para la disminución de la fragilidad de las viviendas, el uso de tecnologías constructivas sismorresistentes: la alternativa es la quincha mejorada.

La fragilidad de la infraestructura de servicios se disminuye con la aplicación de normas de construcción sismorresistente y estudios de suelos.

Disminuir la vulnerabilidad también implica la incorporación de criterios de seguridad y gestión del riesgo en las políticas y los planes de desarrollo municipales, el mejor conocimiento de los peligros existentes por parte de la población y su preparación frente a los desastres, y el fortalecimiento de los mecanismos de participación en los procesos de planificación del desarrollo.

### 3.1.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo

El análisis costo-beneficio incremental se aplica solo a una de las medidas implementadas que es la construcción de módulos de viviendas aplicando tecnologías sismorresistentes. Fueron 294 módulos los que se construyeron con un costo por módulo equivalente a 1.200 dólares. Según PREDES, en total la inversión ascendió a 1.205.988 soles.

La construcción de los módulos sin aplicar tecnologías mejoradas se estimó en 800 dólares cada uno; en ese caso, el costo total de las 294 viviendas sería 823.200 soles.

Los costos sociales en el escenario que ocurra nuevamente el desastre, si no se emplea en la construcción de las viviendas técnicas sismorresistentes, corresponderían a los costos de reconstrucción de las viviendas, los gastos de atención de la emergencia (albergues temporales), la reposición en bienes y enseres, los gastos en atención

<sup>11</sup> Sobre la base de la aplicación de los formatos 1, 2 y 3 de las pautas metodológicas (ver anexo 1).

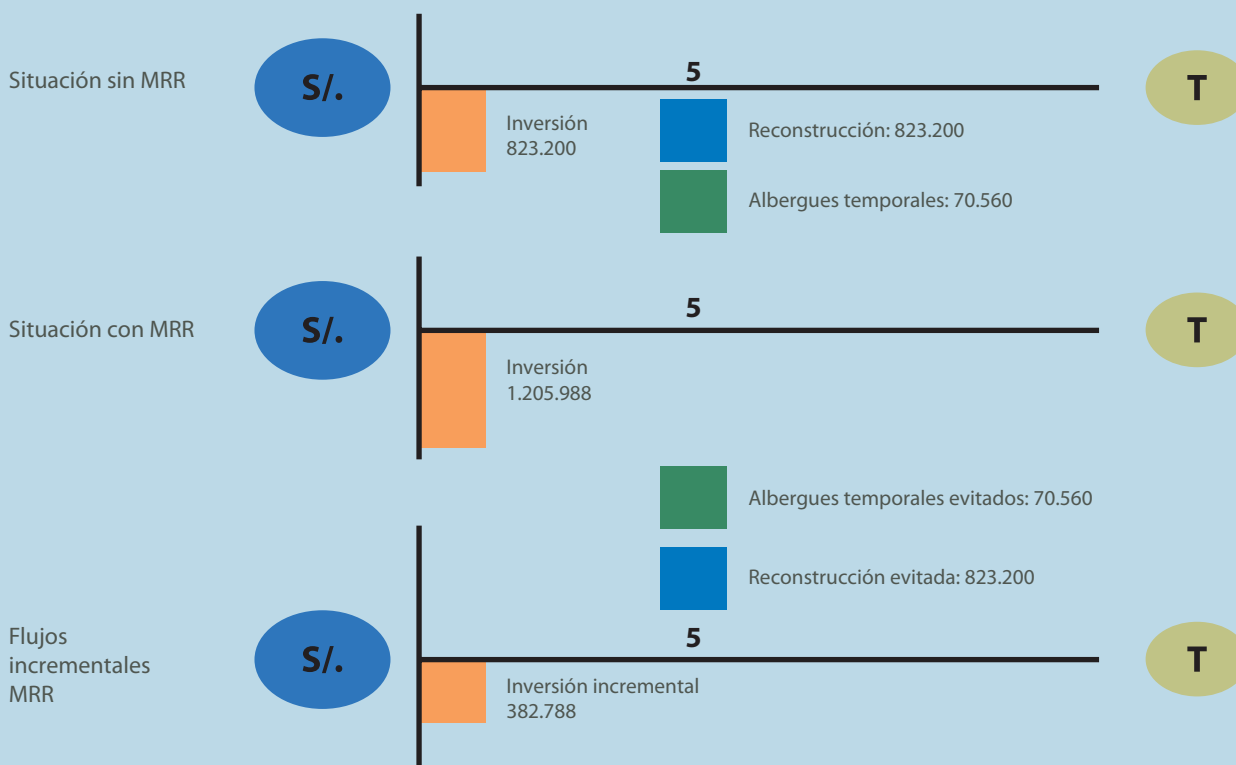
de la salud (física y mental) y las muertes. Para el caso se han estimado los costos de reconstrucción y de los albergues temporales.

Los costos de reconstrucción se estimaron a partir del costo de inversión en módulos de vivienda básicos tradicionales de la zona que no son sismorresistentes.

Los beneficios no interrumpidos o costos evitados en albergues temporales se calcularon sobre la base de estimar el costo que demandaría mantener un hogar en un albergue temporal durante un periodo de cinco meses, que es el tiempo calculado para la rehabilitación de viviendas afectadas por un sismo de gran magnitud. Se utilizó el dato que reporta la Cruz Roja Peruana<sup>12</sup> de su experiencia luego del sismo de agosto de 2007 en Pisco (80 dólares por hogar/mes); esta cifra se multiplicó por el número de beneficiarios del proyecto, asumiendo que sus viviendas son sismorresistentes.

<sup>12</sup> Este monto es de 1.341.860 dólares para 16.725 familias. Véase <<http://cruzroja.org.pe/emergencias/2007/Peru%20terre/espop4.pdf>>.

Gráfico 4. Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto de vivienda en la provincia de Castilla



Elaboración: PDRS-GTZ.

Los indicadores de rentabilidad social se muestran en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Indicadores de rentabilidad social del proyecto de vivienda en la provincia de Castilla**

Escenarios (probabilidad de sismo en el año 5)	VA costos	VA beneficios [CR + BNP] (soles)	Valor Actual Neto (soles)	Tasa Interna de Retorno (TIR)
100%	382.788	530.403	147.615	18%
75%	382.788	397.802	15.014	12%
50%	382.788	265.202	(117.586)	
25%	382.788	132.601	(250.187)	

Elaborado por el consultor.

Como se puede apreciar, el proyecto es rentable si es que la probabilidad de ocurrencia del sismo en el año 5 es mayor a 75%. Sin embargo, se debe precisar que hay otros beneficios que no se incorporan en el análisis. Asimismo, en el país existen normas que establecen la aplicación obligatoria de medidas de sismo resistencia en la construcción de edificaciones.

La ilustración 3 muestra resultados del proyecto que destacan la importancia de generar condiciones de habitabilidad que favorezcan la sostenibilidad en el uso de las viviendas, más todavía cuando se ha debido reubicarlas.

## 3.2. PREVENCIÓN Y PREPARATIVOS PARA AFRONTAR HUAICOS E INUNDACIONES EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO RÍMAC (DIPECHO I)

### 3.2.1. Antecedentes

La cuenca alta del río Rímac en la Región Lima es escenario de diversos desastres, particularmente en la temporada de lluvias. Estas aumentan el caudal del río, lo que genera su desborde e inundaciones posteriores que afectan principalmente a las comunidades que se encuentran asentadas en sus riberas y sobre la terraza de inundación del río, así como a la carretera Central, principal vía de acceso del abastecimiento alimentario de Lima. También, las lluvias activan las quebradas y las laderas inestables, pues provocan huaicos (flujos de agua, lodo, plantas y piedras), deslizamientos y derrumbes que causan daños a la carretera y las poblaciones asentadas cerca al curso de estas.

Según las estadísticas del indeci, procesadas por PREDES, en la provincia de Huarochirí, en el periodo de 1940 a 2007 ocurrieron múltiples desastres de diversa magnitud. El cuadro 6 detalla la cronología de desastres de la cuenca alta del río Rímac entre 1941 y 2002 y el gráfico 5 presenta la incidencia de estos en el periodo 1940-2007.

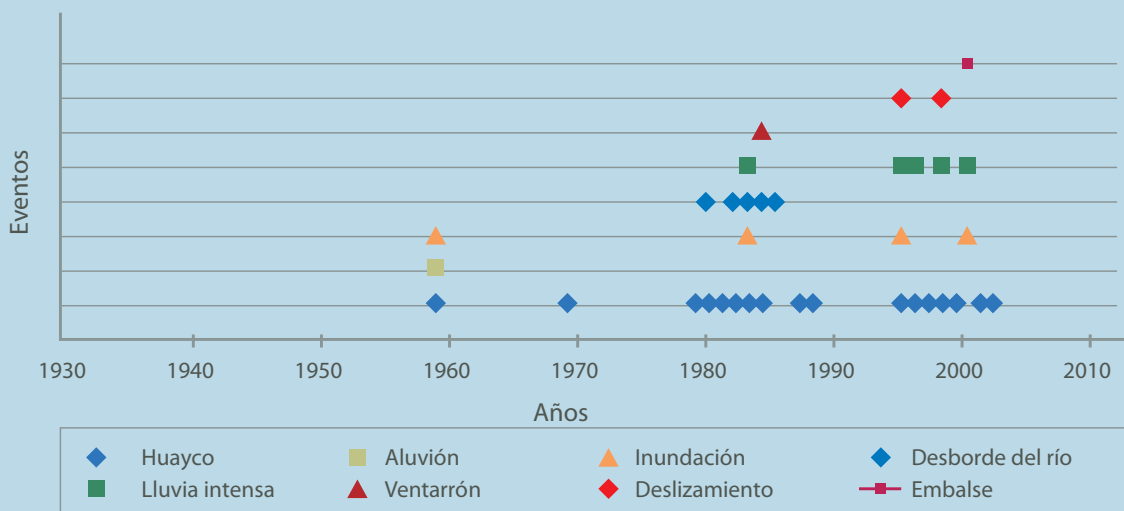


**Cuadro 6. Cronología de desastres en la cuenca alta del río Rímac, 1941-2002**

Año	Evento	Distrito
1941	Huaico	Matucana
1959	Huaico Aluvión Inundación	Matucana
1969	Huaico	Matucana
1970	Huaico	San Mateo
1979	Huaico	Matucana
1980	Huaico Desborde del río	Matucana San Mateo Cocachacra
1981	Huaico	Matucana
1982	Huaico Desborde del río	Cocachacra San Mateo
1983	Huaico Inundación Desborde del río Lluvia	Matucana Cocachacra San Mateo
1984	Huaico Desborde del río Ventarrón	Cocachacra
1985	Desborde del río	Cocachacra
1987	Huaico	Cocachacra
1988	Huaico	Matucana
1995	Huaico Lluvia Deslizamiento Inundación	Cocachacra
1996	Lluvias y Huaico	Cocachacra
1997	Huaico	Cocachacra
1998	Fenómeno El niño Huaico Lluvias Deslizamientos	Matucana Cocachacra San Mateo
1999	Huaico	Cocachacra
2000	Embalse Relaves mineros Inundación Lluvia intensa	Matucana San Mateo Ricardo Palma Surco Matucana
2001	Huaico	Santa Eulalia
2002	Huaico	Cocachacra Antioquia San Antonio Santa Eulalia

Fuente: <[http://www.indec.gov.pe/estadisticas/banco\\_datos.htm](http://www.indec.gov.pe/estadisticas/banco_datos.htm)>. Elaborado por el consultor.

**Gráfico No. 5: Incidencia de desastres en la cuenca alta del río Rimac, 1940-2007**



Fuente: PREDES e INDECI.  
Elaborado por el consultor.

El PREDES realizó estudios de riesgo en varias microcuencas. Trabajó con poblaciones vulnerables y seis municipios de la provincia de Huarochirí (PREDES 2000a, 2000b, 2000c, 2000d y 2000e) y capacitó a organizaciones sociales en la formulación de planes concertados de prevención y preparativos para afrontar las emergencias. El proyecto se realizó en los seis distritos donde existe mayor riesgo de huaicos e inundaciones: Surco, Matucana, San Mateo, Santa Cruz de Cocachacra, Ricardo Palma y Santa Eulalia.

### 3.2.2. Objetivo

#### Objetivo general

Contribuir a mejorar las condiciones de habitabilidad y seguridad física de los pueblos en la cuenca alta del río Rímac, así como la transitabilidad de la carretera Central que se ven afectados por huaicos y desbordes del río.

#### Objetivo específico

Incorporar en el desarrollo local medidas de reducción de la vulnerabilidad y el riesgo físico, involucrando a la población en la prevención y la mejora de las condiciones físicas en los pueblos afectados por huaicos e inundaciones.

### 3.2.3. Agentes participantes

El proyecto contó con la participación de tres actores principales. En el cuadro 7 se indican las entidades involucradas y sus compromisos.

### 3.2.4. Proceso de formulación

El proceso de formulación del proyecto se centró en dos actividades principales:

- Actividades de prevención
- Obras de prevención

**Cuadro 7. Actores del proyecto «Prevención y preparativos para afrontar huacos e inundaciones en la cuenca alta del río Rímac» (DIPECHO I)**

Agentes	Roles
PREDES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento de las municipalidades distritales en cuanto a la prevención de riesgo</li> <li>• Capacitación y asesoría a instituciones</li> <li>• Formación de jóvenes voluntarios</li> <li>• Promoción de organizaciones de mujeres</li> <li>• Elaboración de estudios de riesgo:</li> <li>• Elaborar planos de zonificación de riesgo</li> <li>• Identificar obras de prevención</li> <li>• Reconocer obras de expansión</li> <li>• Realización de obras demostrativas</li> <li>• Desarrollo de los estudios de ingeniería que los municipios ejecutarían posteriormente</li> <li>• Financiamiento parcial.</li> </ul>
Municipalidades distritales de San Jerónimo de Surco, Matucana, San Mateo de Huanchor, Santa Cruz de Cocachaca, Ricardo Palma y Santa Eulalia de Acopaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución de las obras de prevención.</li> <li>• Encargadas del mantenimiento de las obras ejecutadas.</li> <li>• Financiamiento de la ejecución de las obras.</li> </ul>
Población	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación en Comités de Defensa Civil.</li> <li>• Participación de voluntarios.</li> </ul>

Fuente: PREDES.  
Elaborado por el consultor.

### a. Actividades de prevención

Las actividades de prevención incorporadas en el proyecto comprenden la elaboración de programas integrales de difusión y capacitación sobre prevención de desastres y su gestión en las seis municipalidades distritales. Estos planes están dirigidos a los miembros del Comité Distrital de Defensa Civil y a la población; también se desarrollaron estudios de riesgo de los centros poblados y sus anexos. Estas actividades se incorporaron en los Planes de Desarrollo Concertado y los Planes de Emergencia, los que deberían ser utilizados como herramientas de gestión por las municipalidades. Estas actividades de prevención incluyen:

- Desarrollo de campañas de sensibilización mediante los medios de comunicación locales.
- Capacitación en simulacros y primeros auxilios ante la ocurrencia de un desastre.
- Reactivación y fortalecimiento de las organizaciones sociales de base y reactivación e institucionalización de los Comités de Defensa Civil en los distritos.
- Estudios de riesgo: evaluación de los principales peligros de la zona.
- Señalización de zonas de riesgo y preparación de refugios.

### b. Obras de prevención

Las obras de prevención incorporadas en el proyecto comprenden el desarrollo de expedientes técnicos y la posterior ejecución de las obras por parte de los municipios responsables, las cuales incluyen:

- Ejecución y renovación de obras estructurales de defensas ribereñas.
- Ejecución de muros de contención.
- Construcción de diques reguladores.
- Sistema de evacuación pluvial, construcción de drenajes pluviales y encauzamiento de quebradas.
- Habilitación de zonas de seguridad.
- Forestación de laderas y quebradas.

Todas las actividades y las obras de prevención del proyecto representaron un esfuerzo conjunto de los agentes participantes.

### 3.2.5. Proceso de implementación

El proceso de implementación del proyecto se enmarca en dos estrategias:

- Asistencia técnica a los gobiernos locales
- Fortalecimiento de los gobiernos locales

#### *a. Asistencia técnica a los gobiernos locales*

El PREDES abordó la problemática de las poblaciones vulnerables de la cuenca alta del río Rímac principalmente mediante acciones educativas, organizativas y técnico-constructivas.

La asistencia técnica del PREDES consistió en:

- Acompañamiento en la elaboración de los Planes de Desarrollo Concertado y los Planes de Emergencia de los municipios.
- Elaboración de estudios de riesgo, los cuales incorporan la elaboración de planos de zonificación de riesgo, la identificación de obras de prevención y el reconocimiento de obras de expansión.
- Desarrollo de los estudios de ingeniería de las obras por ejecutar.

#### *b. Fortalecimiento de los gobiernos locales*

En el proceso de implementación del proyecto, las municipalidades distritales fortalecieron sus capacidades al participar en las actividades de prevención. Los gobiernos locales asumieron el financiamiento y la ejecución de las obras de prevención propuestas para reducir la vulnerabilidad de las comunidades de la zona. Asimismo, se comprometieron en el mantenimiento de las 17 obras.

### 3.2.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción

#### *a. El riesgo<sup>13</sup>*

Los peligros que se identifican en la zona son los movimientos de remoción en masa (deslizamientos, flujos de lodo, derrumbes), desbordes de quebradas y del río Rímac, que se activan anualmente durante la época de lluvias.

Los elementos vulnerables en la cuenca alta del río Rímac, por su exposición a los peligros señalados, son las localidades (población, viviendas, infraestructura de servicios, etc.) asentadas cerca de quebradas y laderas inestables y la carretera Central, que en diferentes tramos se expone a flujos de lodo, deslizamientos de laderas, desbordes del río o socavación de sus riberas.

Se asume que las viviendas y la infraestructura vial y de servicios expuesta están en condiciones de fragilidad debido al uso de inadecuadas formas constructivas en relación con el medio y la precariedad de los materiales empleados.

Son factores de vulnerabilidad también el desconocimiento por la población de los peligros existentes y la ausencia de regulaciones sobre la ocupación del territorio.

<sup>13</sup> Sobre la base de la aplicación de los formatos 1, 2 y 3 de las pautas metodológicas (ver anexo 2).

La baja resiliencia se explica por la escasa preparación y organización de la población frente al impacto de los peligros. También por las pocas capacidades técnicas y financieras de los gobiernos locales.

Los probables daños y pérdidas que ocasionarían los movimientos de remoción en masa, desbordes que suceden en el ámbito de influencia del proyecto sobre los elementos vulnerables frente a estos peligros, serían entre otros:

- Daños o destrucción de viviendas y enseres y, como consecuencia, personas heridas o muertas y costos sociales asociados.
- Daños o destrucción de la infraestructura de servicios, su interrupción y costos sociales para los usuarios.
- Daños en la carretera, interrupción del tránsito: pérdidas de tiempo de pasajeros y transportistas, dificultades para el acceso a los servicios, mermas o pérdida de productos, daños o pérdidas de vehículos, incremento en los costos de operación vehicular, fletes y pasajes.

#### *b. Las medidas de reducción del riesgo*

Estas medidas que se incluyen en el proyecto son correctivas y se orientan a:

- Disminuir la probabilidad de los desbordes del río y las quebradas con la implementación y la renovación de las defensas ribereñas, el encauzamiento de las quebradas y la construcción de muros de contención.
- Disminuir el potencial dañino de los flujos de lodo a través de la implementación de diques reguladores y forestación de laderas y quebradas.
- Disminuir las inundaciones por lluvias intensas en las localidades mediante la implementación de sistemas de evacuación pluvial y drenajes pluviales.
- Incrementar la resiliencia a través del desarrollo de campañas de sensibilización, preparación para la respuesta, fortalecimiento de las organizaciones de base y de los gobiernos locales (planes de desarrollo que incorporen la gestión del riesgo y planes de emergencia).

En el proyecto se ejecutó en total 17 obras, de las cuales se realizó la visita de campo a las siguientes tres obras:

- Obras de protección y defensa de la quebrada de Huarca, San Mateo de Huanchor.
- Remodelación de cuatro diques de la quebrada Chihuanpunco, Matucana.
- Obras de defensa de la margen izquierda del río Rímac, sector urbano de Matucana.

En las ilustraciones 4, 5, 6 y 7 se presentan imágenes de estas obras y en la ilustración 8, el riesgo subsistente.



#### **Ilustración 4. Diques de la quebrada de Huarca, San Mateo.**

Izquierda: En la quebrada de Huarca, San Mateo, se procedió a la construcción de dos diques que cuentan con una capacidad de retención de 970 m<sup>3</sup> ante el peligro de huaicos. Derecha: Los diques de la quebrada de Huarca posibilitan la prevención y ponen en alerta a la población de las áreas urbanas ante la proximidad de una avenida de huaicos (identificados en azul) en periodos de precipitaciones.



**Ilustración 5. Defensas de la carretera y la población de la Quebrada de Huarca, San Mateo**

Izquierda: Las obras previenen frente a la ocurrencia de un huaico en la quebrada de Huarca debida a la crecida del río Rímac, lo que genera la inundación de la carretera Central y la localidad de San Mateo. Derecha: Las obras de protección del proyecto se orientaron a disminuir la vulnerabilidad en el escenario de un desborde del río Rímac, lo que evitaría que San Mateo quede incomunicado.



**Ilustración 6. Remodelación de cuatro diques de la quebrada Chihuanpunco, Matucana, vista desde la Plaza de Armas**

Izquierda: Dado el riesgo ante posibles huaicos (identificados en azul) en la quebrada de Chihuanpunco en Matucana, se procedió a la remodelación de cuatro diques con el fin de disminuir el riesgo de inundaciones. Derecha: Acercamiento a los diques de la quebrada de Chihuanpunco.



**Ilustración 7. Obras de defensa de la margen izquierda del río Rímac, sector urbano de Matucana**

En los periodos de avenidas, el río Rímac incrementa su caudal lo que genera potenciales desbordes. En ese sentido, a lo largo del río se ejecutaron obras de defensa de la margen izquierda, con el fin de proteger el sector urbano y la principal vía de acceso de los distritos de la zona.



**Ilustración 8. Riesgo subsistente para la población en el distrito de Matucana**  
A pesar de la construcción de los diques en las laderas, ante el desarrollo de un huaico (identificado en azul), la Plaza de Armas de Matucana (identificada en amarillo) es altamente vulnerable, debido a que ni la municipalidad ni la población organizada cumplen con mantener descolmatados los diques, lo que ocasiona la posibilidad de inundación de la localidad, así como pérdidas humanas y daños materiales. (Vista desde la quebrada de Chihuanpunco.)

**3.2.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo**

Para el análisis costo-beneficio se ha considerado las inversiones en infraestructura de protección o regulación de escorrentías, flujos de lodo (diques, muros, defensas ribereñas) y los beneficios de evitar la interrupción del tránsito en la carretera Central.

La inversión en estas obras asciende a 60.175 soles. Este total corresponde íntegramente a medidas de reducción del riesgo, por lo que todo el proyecto es de reducción del riesgo. Los costos de operación y mantenimiento de estas medidas ascienden a 10%, es decir, 6.017 soles.

Los costos sociales<sup>14</sup>, ante el escenario de ocurrencia de un nuevo desastre si no se ejecutan las inversiones, se estiman asumiendo que un huaico afectaría la carretera en una longitud de 1 kilómetro, lo que causaría la interrupción del tránsito por un periodo de 10 horas.

*Costos de reconstrucción*

Corresponden a los gastos de mantenimiento durante la emergencia y la rehabilitación del tramo. Ascienden a 474 mil soles (24 mil soles de mantenimiento de emergencia y 450 mil soles de rehabilitación del tramo).

*Costos de la pérdida de tiempo de los usuarios de la carretera durante la interrupción del tránsito*

Para calcularlos se estima en primer lugar el índice medio diario de tránsito por la carretera Central, el cual es de 1.452 vehículos ligeros, 654 buses y 1.677 camiones, según información del MTC.

En seguida se estima el número de personas que estarán detenidas en la carretera mediante la ponderación del IMD por los ratios de pasajeros y tripulación por tipo de vehículos (ver cuadro 8).

<sup>14</sup> La estimación de los costos se efectuó sobre la base de información proporcionada por el MTC.

**Cuadro 8. Estimación del número de personas detenidas en la carretera por día de desastre en la cuenca alta del río Rímac**

Vehículos	IMD (unidades)	Promedio de personas / vehículo		Personas detenidas
Ligeros	1.452	Pasajeros	3	4.356
Buses	654	Pasajeros	40	26.160
		Tripulación	2	1.308
Camiones	1.677	Tripulación	2	3.354

Elaborado por el consultor y el PDRS-GTZ.

Estimación del número de horas perdidas por las personas: se aplica al número de personas el tiempo de interrupción del tráfico (cuadro 9).

Estimación del valor social del tiempo perdido: se aplica el valor social del tiempo establecido en las normas del SNIP, diferenciando entre pasajeros y tripulación (cuadro 9).

**Cuadro 9. Estimación del valor social del tiempo perdido por las personas por día de desastre en la cuenca alta del río Rímac**

Vehículos	Personas detenidas		Horas de interrupción (número)	Valor social por hora (soles)	Costo total del tiempo perdido (soles)
Ligeros	Pasajeros	4.356	10	3,21	139.827,6
Buses	Pasajeros	26.160	10	1,67	436.872,0
	Tripulación	1.308	10	6,00	78.480,0
			10	4,00	134.160,0
Total					789.339,6

Elaborado por el consultor y el PDRS-GTZ.

### *Costos de la pérdida de tiempo de la flota*

Los buses y los camiones detenidos en la carretera pierden la oportunidad de realizar otros viajes (lucro cesante). El valor de esta pérdida se estima sobre la base de la ganancia promedio por hora que dejan de percibir, que ha sido calculada en 30 soles para los buses y en 25 soles para los camiones. Este valor se aplica al número total de horas que los vehículos estarán paralizados (cuadro 10).

**Cuadro 10. Estimación del valor social del tiempo perdido por a flota por día de desastre en la cuenca alta del río Rímac**

Vehículos	Vehículos detenidos	Horas de interrupción (número)	Valor social por hora (soles)	Costo total de tiempo perdido de la flota (soles)
Buses	654	6.540	30	196.200
Camiones	1.677	16.770	25	419.250
Total				615.450

Elaborado por el consultor y el PDRS-GTZ.

### *Costo de daños a productos perecibles*

Se asume que la carga promedio transportada por los camiones es de 6 toneladas, los daños ascienden a 5% de la carga y el valor promedio de la carga es de 300 soles por tonelada. Con estos supuestos, el valor de los daños a los productos perecibles es de 150.930 soles.

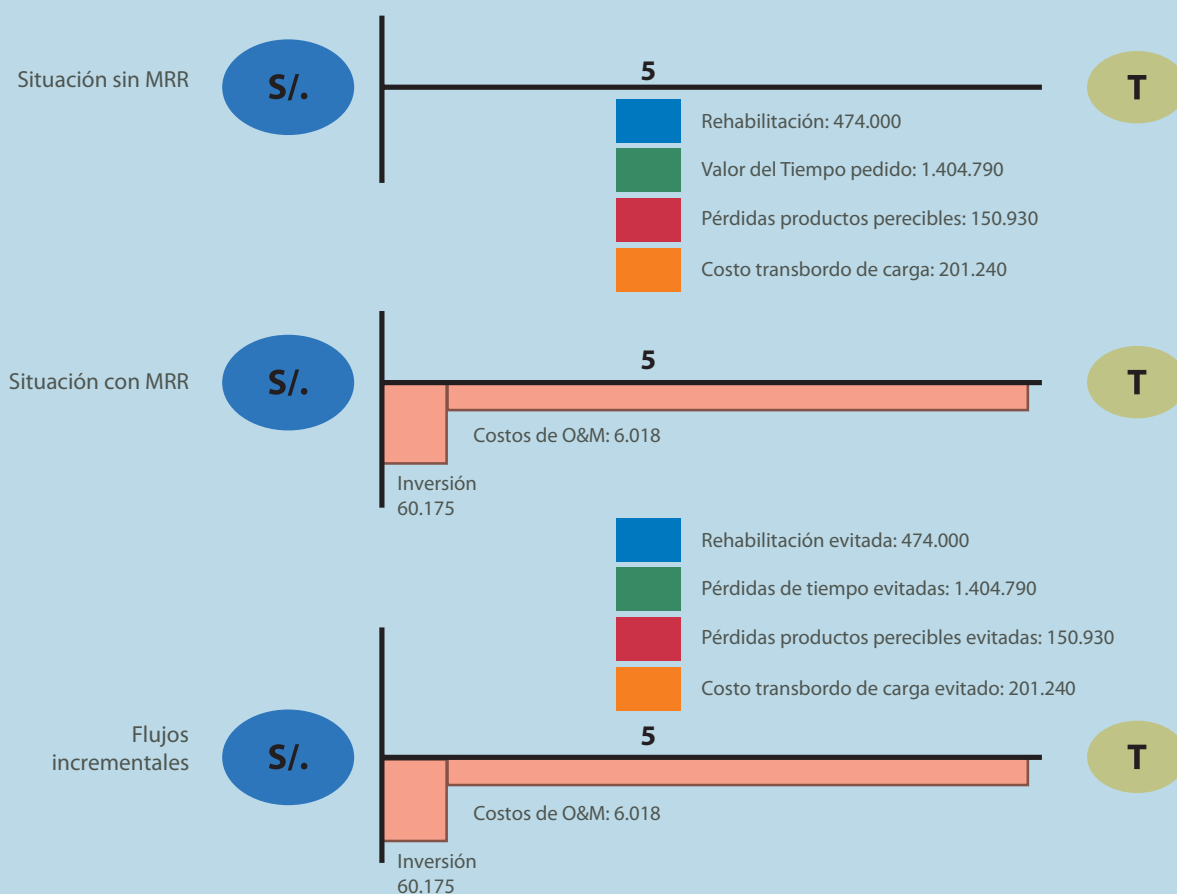


*Costo de transbordo de carga*

Se asume que 2% de la carga es transbordada con un costo de 1 sol por kilogramo. El valor total de este rubro asciende a 201.140 soles.

En consecuencia, el valor del tiempo perdido es 1.404.790 soles, el de las pérdidas por perecibles es 150.930 soles y el del transbordo, 201.240 soles. Todo lo cual se evalúa frente a la inversión de 474 mil soles que demanda la mrr (gráfico 6).

**Gráfico 6. Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto en la cuenca alta del río Rímac**



Elaborado por el PDRS-GTZ.

A continuación se presentan los indicadores de la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo, que en este caso constituyen el proyecto.

**Cuadro 11. Indicadores de rentabilidad social del proyecto en la cuenca alta del río Rímac**

Escenarios (probabilidad de movimientos de remoción en masa en el año 5)	VA costos $[\Delta I + \sum_t \frac{\Delta(O \& M)_t}{(1+i)^t}]$ (soles)	VA beneficios [CR + BNP]	Valor Actual Neto (soles)	Tasa Interna de Retorno (TIR)
100%	86.138	1.192.762	1.106.624	102%
75%	86.138	894.572	808.433	90%
50%	86.138	596.381	510.243	75%
25%	86.138	298.191	212.052	51%

Elaborado por el consultor y el PDRS-GTZ.

Los resultados de la evaluación demuestran la alta rentabilidad social del proyecto (tir superiores a 51%) que justifica las medidas de reducción del riesgo en todos los escenarios analizados (cuadro 11), inclusive si se plantea que un nuevo evento similar ocurra el año 10 con una probabilidad de 25%. En este escenario, el van es 90.823 soles y la tir, 21%.

### 3.3. AMPLIACIÓN DEL CENTRO DE SALUD: MÓDULO DE ATENCIÓN PARA MADRES GESTANTES, CLAS PAMPACOLCA<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Se ha tomado como referencia la información contenida en Proyecto de gestión de riesgos de desastres naturales, COPASA-GTZ, 2005.

#### 3.3.1. Antecedentes

La Región Arequipa es escenario de diversos desastres. En la provincia de Castilla, durante el periodo entre 1980 y 2007, han ocurrido fuertes sismos de diversa magnitud según los informes del INDECI. En el cuadro 12 se presentan las pérdidas generadas por los dos sismos en la provincia de Castilla.

**Cuadro 12. Pérdidas generadas por sismos en la provincia de Castilla**

Año	Provincia	Damnificados	Viviendas destruidas	Viviendas afectadas
2001	Castilla	9.969	764	1.795
1999	Castilla	28	2	7
Total		9.997	766	1.802

Fuente: Banco de Datos Históricas, 1995-2002 (SIREM).  
Elaborado por el consultor.

Esos sismos produjeron importantes pérdidas en infraestructura: 2.568 viviendas fueron destruidas y/o afectadas. La gran pérdida de viviendas se debe principalmente a dos motivos: la ubicación de las poblaciones en áreas de peligro y las precarias edificaciones de adobe, las cuales carecen de cimientos y refuerzos.

Ante esta problemática, el Proyecto PGRD-COPASA, la Municipalidad Distrital de Pampacolca, el clas Pampacolca y la población decidieron ampliar el Módulo de Atención para Madres Gestantes del establecimiento de salud con la incorporación de tecnología sismorresistente en su construcción.

### 3.3.2. Objetivo

Reducir la vulnerabilidad local frente al peligro de sismos, fortaleciendo las capacidades organizativas y técnicas locales.

### 3.3.3. Agentes participantes

El proyecto contó con la participación de cuatro actores principales. En el cuadro 13 se indican los agentes participantes y sus compromisos.

**Cuadro 13. Actores del proyecto «Ampliación del Centro de Salud: Módulo de Atención para Madres Gestantes, CLAS Pampacolca»**

Agentes	Roles
PGRD-COPASA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración del Expediente Técnico del Proyecto.</li> <li>• Asesoramiento técnico.</li> <li>• Mano de obra calificada</li> <li>• Capacitación y asistencia técnica en la aplicación de técnicas constructivas de edificaciones sismorresistentes con adobe.</li> <li>• Financiamiento de 67% del costo de la obra.</li> </ul>
CLAS Pampacolca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mano de obra no calificada.</li> <li>• Elaboración total de los adobes necesarios para la construcción del módulo.</li> <li>• Coordinación con las instituciones y la población para realizar las faenas de apoyo a la construcción del módulo.</li> <li>• Apoyo en la convocatoria a los talleres de capacitación programados por COPASA-GTZ.</li> <li>• Financiamiento de 18% del presupuesto total del proyecto.</li> <li>• Responsable de la operación y el mantenimiento del módulo.</li> </ul>
Municipalidad Distrital de Pampacolca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionó materiales para los acabados del módulo.</li> <li>• Aportó mano de obra no calificada.</li> <li>• Financió 15% del presupuesto total del proyecto.</li> </ul>
Población	Brindó mano de obra no calificada.

Fuente: COPASA-GTZ.  
Elaborado por el consultor.

#### 3.3.4. Proceso de formulación

El proceso de formulación del proyecto fue iniciativa del PGRD-COPASA. Esta iniciativa se generó ante la necesidad de reducir la vulnerabilidad de la zona frente a los sismos. El diseño del proyecto incorporó tecnología sismorresistente para reducir la fragilidad de la infraestructura y se fortalecieron las capacidades organizativas y técnicas locales.

#### 3.3.5. Proceso de implementación

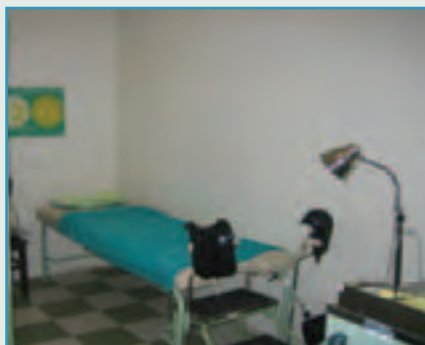
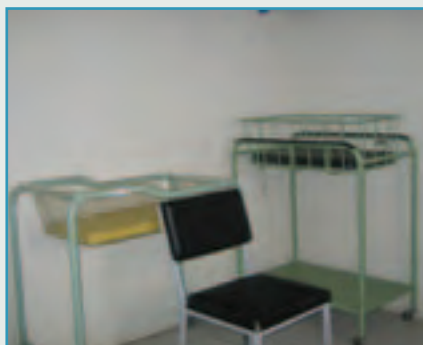
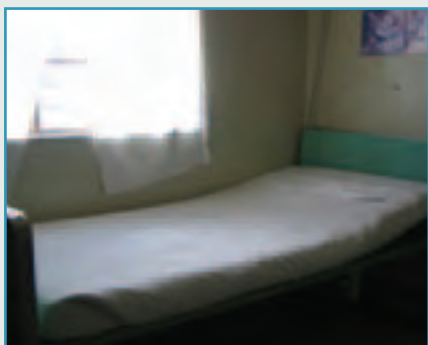
El proceso de implementación del proyecto fue un esfuerzo conjunto de los agentes participantes. En la ilustración 9 se aprecia el proceso de implementación y la culminación de la obra.



#### Ilustración 9. Ampliación del Centro de Salud de Pampacolca

Infraestructura del Módulo de Atención para Madres Gestantes del clas Pampacolca que incorpora tecnologías sismorresistentes. La estructura es de adobe reforzado revestido en concreto.

El CLAS Pampacolca es responsable de la operación y el mantenimiento del módulo de atención materno-infantil y se encarga de proveer los insumos para su adecuado funcionamiento; es decir, debe disponer de personal, equipos y medicamentos. La ilustración 10 presenta las condiciones de este módulo antes y después de ejecutado el proyecto.



### Ilustración 10. Equipamiento anterior del Centro de Salud de Pampacolca

Antes de la intervención, los servicios perinatales proporcionados por el CLAS Pampacolca no contaban con un adecuado protocolo de salud (arriba). La nueva infraestructura y equipamiento de los servicios materno-infantiles cumplen satisfactoriamente con el protocolo de salud (abajo).



### 3.3.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción

#### *El riesgo*

La zona de influencia del proyecto está calificada como de alto peligro sísmico y ha habido movimientos en la presente década.

El principal componente del proyecto es la construcción del módulo de atención a madres gestantes. Para hacer el AdR prospectivo se aplica la pregunta clave: ¿cuáles son los factores que pueden generar vulnerabilidad del proyecto frente a sismos? La respuesta es la no aplicación de normas constructivas sismorresistentes ya que de todas maneras estará ubicado en una zona sísmica. En cuanto a la resiliencia, esta dependerá de la preparación para la respuesta ante un colapso de la infraestructura (planes de evacuación, protocolos de actuación), las alternativas de atención a las gestantes, las facilidades que tengan estas para acceder a los servicios y la celeridad con la que se reponga el servicio.

Los probables daños y pérdidas de ocurrir un sismo y que el módulo no sea sismorresistente son la destrucción de este, eventualmente accidentes o muertes de las pacientes o el personal y la interrupción de los servicios. Como consecuencia se pueden presentar complicaciones por no llevarse un adecuado proceso del control del embarazo, o por demoras en la atención del parto. Asimismo, las pacientes tendrán gastos para acceder a los servicios en otros establecimientos.

#### *Las medidas de reducción del riesgo*

Como medida de gestión prospectiva del riesgo se considera la aplicación de tecnologías de construcción sismorresistentes.

### 3.3.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo

Los costos incrementales asociados a la aplicación de tecnologías sismorresistentes se estimaron comparando los costos de construcción del módulo con las tecnologías tradicionales del medio (21.782 soles) y con la aplicación de técnicas sismorresistentes en adobe (37.512 soles). La diferencia asciende a 15.750 soles.

Se estiman costos de mantenimiento anual del módulo de 4.800 soles, los cuales no varían por la aplicación de las medidas de reducción del riesgo.

Los costos que se evitan gracias a la aplicación de la medida que se consideran para la evaluación se indican a continuación.

#### *Costos de reconstrucción*

Se asume que estos serían equivalentes a la construcción del módulo sin medidas de sismorresistencia. El tiempo que demorará la recuperación del servicio sería un año.

#### *Beneficios no perdidos*

- Complicaciones en el parto y el puerperio

Se asume que, si colapsa el Centro de Salud de Pampacolca, todas las gestantes que acudían a él deberán recurrir al establecimiento de salud de Aplao, en la provincia de Castilla, para sus controles prenatales. Sin embargo, el promedio esperado de atenciones disminuirá por razones económicas, lo que traerá como consecuencia que se incrementen las complicaciones en el parto y el puerperio y los costos de su atención.

El número de gestantes se estimó sobre la base del grupo de «mujeres en edad fértil» del distrito de Pampacolca y se aplicó el ratio promedio de 5% de embarazos registrado en el Censo Nacional de Población y Vivienda 2007. Se asumió que 90% de las gestantes acude al centro de salud a atenderse como consecuencia

<sup>16</sup> Elaborado sobre la base de la aplicación de los formatos 1, 2 y 3 de las pautas metodológicas (ver anexo 3).

de las actividades de promoción de la salud que se efectúan desde este. Para el año 5 en el que ocurriría el sismo, el número de gestantes sería 37.

Según referencias de la zona, los controles de gestantes disminuirían de un promedio de 5 a 4, lo que traería como consecuencia un incremento de complicaciones para el parto en 7 gestantes, 2 de las cuales tendrían que ser intervenidas (cesárea).

Los costos de atención se estiman<sup>17</sup> en:

- Control de gestantes: 375 soles.
- Parto normal: 270 soles.
- Parto con complicaciones no quirúrgico: 1.200 soles.
- Cesárea: 1.060 soles.
- Control del puerperio normal: 60 soles.
- Control del puerperio con complicaciones: 1.050 soles.

Los costos en el escenario de ocurrencia de un nuevo sismo en el año 5 y el consiguiente colapso de la infraestructura por no haberse aplicado medidas de sismorresistencia se presentan en cuadro 14, al igual que los costos si la infraestructura resiste el sismo gracias a la aplicación de estas medidas.

■ Costos de acceso a los servicios de salud en otro establecimiento

Estos costos solo se generan en el escenario en que no se haya aplicado las medidas de reducción del riesgo.

Para ir a su control prenatal en el establecimiento de salud de Aplao, las gestantes gastarán en pasajes y estadía porque tendrán que pernoctar una noche, asumiéndose que lo harán en compañía de un familiar. El costo de los pasajes de ida y vuelta es de 20 soles y los gastos de estadía, 75 soles por persona.

Respecto de la atención del parto, se asume que la gestante con un acompañante se trasladarán a Aplao. Los pasajes de ida y vuelta valen 20 soles. La estadía del acompañante es de tres días en caso de parto normal y de cinco días si el parto es complicado.

<sup>17</sup> Véase Instrumento de planeamiento financiero (IPF-PPR), PRAES Lambayeque.

Los costos en ambos escenarios y el costo incremental evitado se muestran en el cuadro 14.

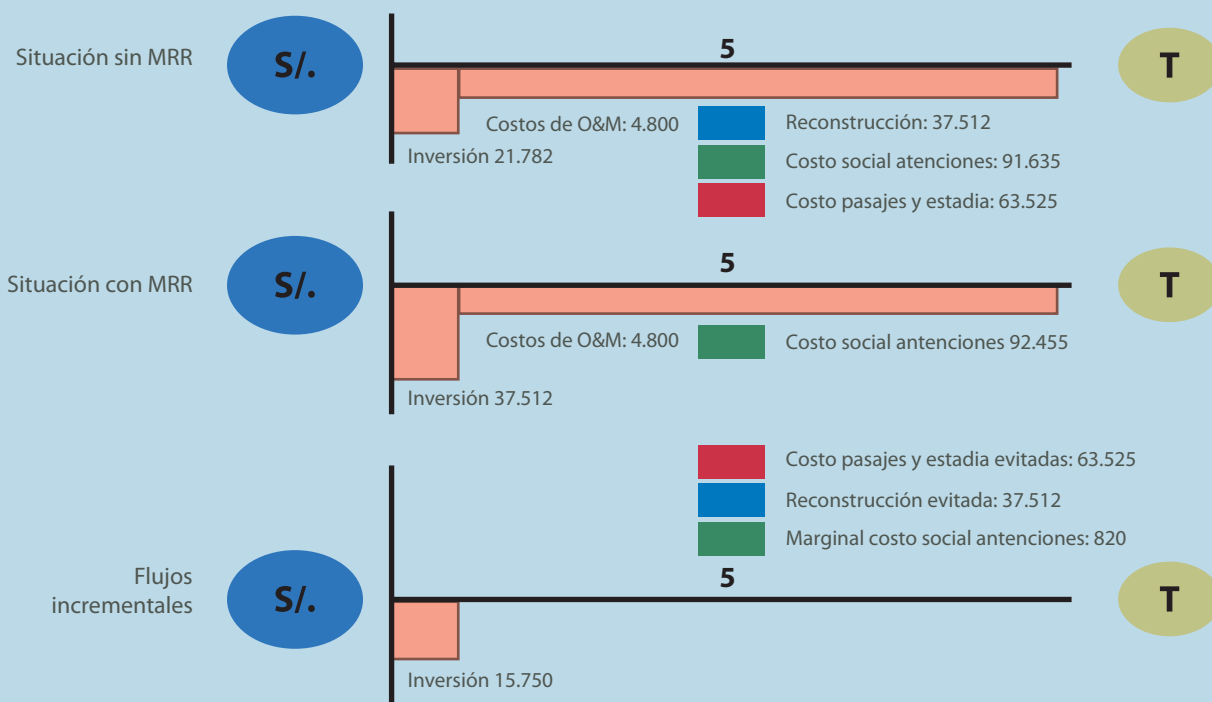
**Cuadro 14. Costos incrementales del proyecto de salud en Pampacolca**

Concepto	Costo sin MRR (soles)	Costo con MRR (soles)	Costo incremental (soles)
Consultas prenatales	55.500	69.375	(13.875)
Parto normal	6.480	8.370	(1.890)
Parto complicado sin intervención	8.400	2.400	6.000
Parto con cesárea	6.360	4.240	2.120
Atención del puerperio normal	1.440	1.860	(420)
Atención del puerperio complicado	13.455	6.210	7.245
Pasajes	17.760	—	17.760
Costos de estadía para control	63.525	—	63.525
Total	172.920	62.455	80.465

Elaborado por el PDRS-GTZ.

En el gráfico 7 se muestran los flujos para la evaluación de la rentabilidad social de la aplicación de técnicas constructivas sismorresistentes.

**Gráfico 7. Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto del centro de salud en Pampacolca**



Elaborado por el PDRS-GTZ.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación social de las medidas de reducción del riesgo.

**Cuadro 15. Indicadores de rentabilidad social del proyecto de salud en Pampacolca**

Escenarios (probabilidad de sismo año 5)	VA costos $[\Delta I + \sum \frac{\Delta(O \& M)_t}{(1+i)^t}]$ (soles)	VA beneficios [CR + BNP] (soles)	Valor Actual Neto (soles)	Tasa Interna de Retorno (TIR)
100%	15.750	58.385	42.365	40%
75%	15.750	44.180	28.430	33%
50%	15.750	29.973	14.223	25%
25%	15.750	15.767	17	11%

Elaborado por el consultor y el PDRS-GTZ.



Los resultados señalan que la incorporación de la medida es rentable socialmente si es que ocurre un nuevo sismo el año 5 con una probabilidad mayor a 25%. Sin embargo, se debe tener presente la obligatoriedad de aplicar medidas de sismorresistencia en la construcción de edificaciones, especialmente en establecimientos de salud y educación.

### 3.4. REHABILITACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DIQUES EN LA QUEBRADA DE CANSAS<sup>18</sup>

#### 3.4.1. Antecedentes

Los desbordes del río Ica constituyen un problema muy frecuente que perjudica a la agricultura, la ciudad de Ica y las poblaciones vecinas. Según los informes del INDECI, en los últimos 17 años (entre 1990 y 2007) ha habido en la provincia de Ica 18 inundaciones de diversa magnitud. En el cuadro 16 se presenta la cronología de estas inundaciones y en el gráfico 8 su incidencia entre 1990 y 2007.

**Cuadro 16. Cronología de inundaciones en la provincia de Ica, por distritos, 1995-2001**

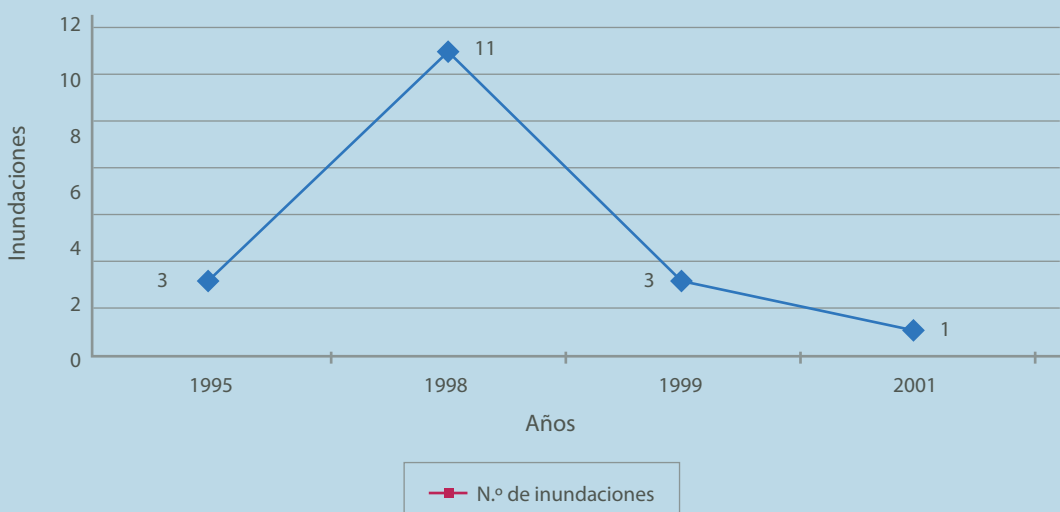
Año	Distrito	Damnificados
2001	Ica	125
1999	San Juan de los Molinos	1.25
1999	La Tinguiña	275
1999	Ocucaje	160
1998	Parcona	959
1998	La Tinguiña	1.447
1998	Ica	
1998	Los Aguijes	1.099
1998	San Juan de los Molinos	1.581
1998	Ica	20.309
1998	Subtanjalla	266
1998	Santiago	1.247
1998	Ocucaje	
1998	Ica	2.575
1998	Parcona	
1995	Ica	70
1995	Ocucaje	350
1995	San Juan Bautista	108

<sup>18</sup> Se ha tomado como referencia la información contenida en Ministerio de la Presidencia 2000 y Ministerio de Agricultura s.f. (Expediente Técnico y Especificaciones Técnicas de la Quebrada de Cansas, MINAG, Ica).

Elaborado por el consultor.

La ocurrencia de precipitaciones excepcionalmente altas, como sucedió en el Fenómeno El Niño de 1998, genera caudales máximos instantáneos en el río Ica que superan la capacidad de conducción de su cauce.

**Gráfico 8. Incidencia de inundaciones en la provincia de Ica, 1990-2007**



Fuente: INDECI.  
Elaborado por el consultor.

La alta vulnerabilidad de las familias ubicadas en el valle de Ica ante las inundaciones, por el desborde del río Ica y sus quebradas tributarias, se debe fundamentalmente a la fisiografía, la ocupación territorial, las obras construidas y el régimen hidrológico de esta cuenca. Las áreas urbanas más importantes expuestas a sufrir daños de consideración por desbordes del río y sus quebradas son las de Ica, La Tinguiña, Chanchajalla y San José de Los Molinos.

El desorganizado crecimiento poblacional ha originado que se ocuparan zonas aledañas al río con alta probabilidad de desbordes e inundaciones. A medida que ha avanzado el tiempo y la población ha crecido, se ha utilizado espacios cada vez con mayores peligros. La descontrolada construcción de viviendas ha originado la reducción del ancho del cauce en el tramo urbano del río (alrededor de 4 kilómetros). Se debe señalar que la vulnerabilidad de la ciudad de Ica no es aislada, sino que está influenciada por la ocupación territorial aguas arriba de la ciudad, especialmente en el área de las cuencas tributarias o quebradas que descargan al río Ica como Cansas, Los Molinos y Tortolitas.

En el caso de la quebrada Cansas/Chanchajalla, al haberse expandido el área urbana de La Tinguiña y Chanchajalla hacia terrenos altamente expuestos a inundaciones, se han construido obras de encauzamiento y estructuras de cruce dentro de la quebrada. Por la fragilidad de estas obras, o por su insuficiente capacidad hidráulica, las altas descargas como las ocurridas en enero de 1998 originan desbordes y grandes daños en las áreas urbanas y rurales.

Bajo estas circunstancias, el caudal del río Ica se eleva de manera considerable y los tributarios de la parte baja, como en Cansas, Los Molinos y Tortolitas, normalmente secos, descargan caudales bastante elevados. Estos

caudales arrastran mucho material sólido, lo que trastorna el comportamiento hidráulico del río Ica y sus tributarios, desborda las obras de encauzamiento (diques), arena los cauces, produce daños severos en la infraestructura e inunda las áreas agrícolas y urbanas, incluyendo la ciudad de Ica.

De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda 1993, la provincia de Ica tenía 244.741 habitantes, lo que correspondía a 42,3% de la población departamental. El 85,6% era población urbana y 14,4%, rural. Para 1998 se estimaba una población de 278.312 habitantes.

El Fenómeno El Niño de 1998 y su secuela de inundaciones de áreas urbanas y rurales afectaron en forma directa a una población de 96.869 habitantes, equivalente a 35% de la población total de la provincia de Ica en ese año. La población más afectada estuvo en los distritos de Ica, Parcona y La Tinguiña, con 46.941, 22.765 y 16.388 habitantes afectados, respectivamente. Esto equivalía a 39% de la población de Ica, 47% de la de Parcona y 52% de La Tinguiña.

Asimismo, los daños generados por el Fenómeno El Niño de 1998 se reflejaron en la inundación de un total de 20.846 viviendas, es decir, 46% de las viviendas censadas en 1993. De este total, 16.036 fueron dañadas y 4.810 no sufrieron daños de consideración. El valor de los daños se estimó en 60,32 millones de dólares.

En Ica se identificaron 10.403 viviendas damnificadas (destruidas y afectadas); en Parcona, 4.755 viviendas; y en La Tinguiña, 3.600 viviendas.

**Cuadro 17. Daños en distritos de la provincia de Ica en viviendas afectadas por el Fenómeno El Niño, 1998**

Distrito	Población afectada	Viviendas afectadas
Ica	46.941	10.403
La Tinguiña	16.388	3.600
Parcona	22.765	4.755
San José de Los Molinos	6.721	1.389
Otros	4.054	699
Total	96.869	20.846

Fuente: Ministerio de la Presidencia 2000.

Ante este problema, el Gobierno Regional Ica, a través de la Dirección Regional Agraria, propuso la ejecución de un plan integral de acciones en la quebrada de Cansas con el fin de reducir de manera significativa el riesgo ante inundaciones y desbordes. La construcción de diques transversales en esta quebrada busca atenuar los efectos del flujo de lodo y escorrentías en las épocas de avenidas y disminuir el riesgo para los centros poblados y los terrenos de cultivo en la provincia de Ica.

**3.4.2. Objetivos**

*Objetivo general*

Proteger los centros poblados de la La Tinguiña y Parcona y la zona urbana y rural de Ica, así como las áreas de cultivo, ante posibles daños y pérdidas que pueda ocasionar la presencia de huaicos, deslizamientos y/o derrumbes provocados por lluvias intensas.

*Objetivos específicos*

- Construir un dique transversal con materiales locales y revestimiento de enrocado en la quebrada, 400 metros aguas arriba del ya existente Dique 1.
- Construir tres diques transversales con materiales locales y revestimiento de enrocado en la quebrada a 400, 740 y 1.040 metros aguas abajo del ya existente Dique 3.
- Rehabilitar los diques existentes y construir aliviaderos de descarga libre en cada uno de ellos, para lograr un adecuado funcionamiento hidráulico.
- Garantizar los trabajos de forestación y la diversidad biológica en la quebrada de Cansas.
- Realizar labores de descolmatación y limpieza en algunas zonas delanteras de los diques existentes

**3.4.3. Agentes participantes**

El proyecto contó con la participación de un solo actor, el sector público, que intervino a través de las siguientes instituciones:

*Ministerio de Agricultura, Dirección Regional Agraria Ica, Programa de Encauzamiento de Río y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC)*

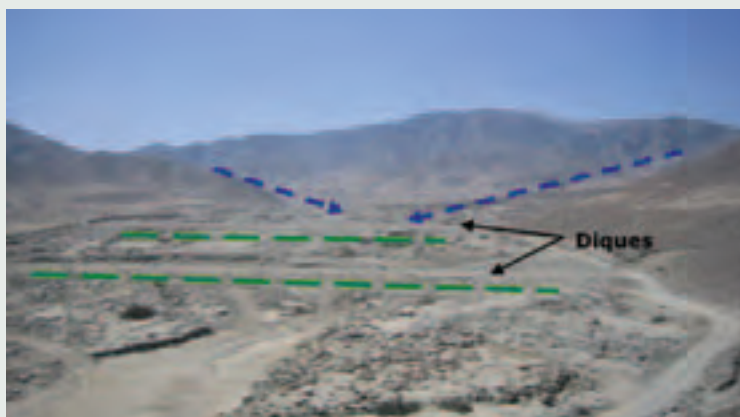
Encargado del diseño, la ejecución y el mantenimiento de los diques de la quebrada de Cansas. El minag, mediante el PERPEC, asumió 97% de la inversión total del proyecto, es decir, 1.200.000 soles.

*Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE)*

Se encargó del cofinanciamiento del proyecto con un aporte de 35.620 soles, lo que representó 3% de la inversión total.

**3.4.4. Proceso de formulación**

El proceso de formulación del proyecto elaborado por la Dirección Regional Agraria del Gobierno Regional Ica considera todos los aspectos técnicos necesarios para un diseño adecuado del proyecto (ver ilustración 11). Este se centra en dos aspectos: hidráulicos y estructurales.

**Ilustración 11. Curso de la quebrada de Cansas**

Las obras de encauzamiento y estructuras de cruce dentro de la quebrada disminuyen la vulnerabilidad de las familias que se ubican en las partes bajas. Las flechas azules indican el curso de las avenidas y los diques (mostrados en verde) permitirán reducir la fuerza de los huaicos.

### Aspectos hidráulicos

Tanto en las nuevas obras como en las ya existentes, se consideraron mejoras hidráulicas en su diseño. Las actividades ejecutadas (ver ilustración 12) fueron:

- Construcción de terraplenes.
- Revestimiento y enrocado de diques.
- Descolmatación y limpieza en las pozas delanteras (principalmente en el tercio central de cada una).
- Construcción de aliviaderos en la corona de los diques.



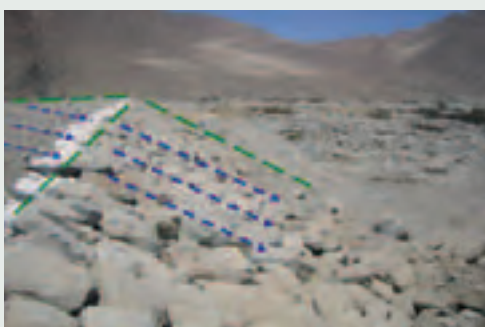
### Ilustración 12. Aspectos hidráulicos de la rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas

Rehabilitación de los diques (identificados en verde) existentes y construcción de aliviaderos (en rojo) de descarga libre en cada uno de ellos para lograr un adecuado funcionamiento hidráulico. Los aliviaderos permiten que el agua se distribuya de manera uniforme en el dique y el agua pierde fuerza al filtrarse y evaporarse.

### Aspectos estructurales

Para el diseño estructural de los diques (ver ilustración 13), se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Análisis de máximas avenidas en la quebrada de Cansas.
- Determinación de las características topográficas del tramo, principalmente la pendiente hidráulica.
- Cálculo de la sección estable típica del cauce.
- Verificación de la profundidad de socavación.
- Verificación de la altura y la sección geométrica del dique, y cálculo del revestimiento del talud por enrocado.



### Ilustración 13. Aspectos estructurales de la rehabilitación y la construcción de diques en la quebrada de Cansas

De acuerdo con el diseño, se requería rocas de un diámetro promedio de 0,7 metros, para colocarlas en la cara seca del dique.

### 3.4.5. Proceso de implementación

Con el fin de reducir la vulnerabilidad de las familias ante los posibles daños que pueda ocasionar la presencia de huaicos y desbordes de la quebrada y el río Ica, el proyecto ejecutó las siguientes obras:

- Construcción de un dique transversal con materiales locales y revestimiento de enrocado en la quebrada 400 metros aguas arriba del Dique 1 ya existente.
- Construcción de tres diques transversales con materiales locales y revestimiento de enrocado en la quebrada a 400, 740 y 1.040 metros aguas abajo del Dique 3 ya existente.
- Rehabilitación de los diques existentes y construcción de aliviaderos de descarga libre en cada uno de ellos para lograr un adecuado funcionamiento hidráulico.

El resumen de las obras ejecutadas se detalla en el cuadro 18.

**Cuadro 18. Metas previstas del proyecto en la quebrada de Cansas**

Sector	Longitud de los diques	Actividad	Hectáreas beneficiadas	Población beneficiada
Zona intermedia alta	125,00 m 623,70 m 633,70 m 663,00 m	Construcción de diques con materiales locales revestidos con enrocado.	1.250 hectáreas de área cultivada	La Tinguiña
Zona intermedia alta	Diques 1: 67 m 2: 155 m 3: 267 m	Rehabilitación de enrocado. Construcción de aliviaderos. Descolmatación.	1.250 hectáreas de área cultivada	La Tinguiña

Fuente: MINAG - Ica.

### 3.4.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción

#### *El riesgo*<sup>19</sup>

Los peligros que pueden presentarse en la zona de influencia directa del proyecto son los sismos, los desbordes de la quebrada y los flujos de lodo. Existe la probabilidad de que estos flujos asociados a lluvias de alta intensidad, como las que ocurrieron en 1997-1998, ingresen al río Ica y provoquen su desborde por incremento intempestivo del material de arrastre y la velocidad del caudal.

En las zonas de La Tinguiña y Parcona, la población, las viviendas y las áreas agrícolas se encuentran expuestas a los flujos de lodo y los desbordes de la quebrada.

En relación con los desbordes del río Ica como consecuencia de la irrupción de flujos de lodo provenientes de la quebrada de Cansas, se encuentran expuestas las áreas agrícolas, las viviendas, los enseres y la población.

<sup>19</sup> Elaborado sobre la base de la aplicación de los formatos 1, 2 y 3 de las pautas metodológicas (ver anexo 4).

En las zonas de expansión de la ciudad de Ica y las zonas de La Tinguiña y Parcona las viviendas no solo se localizan en áreas de peligro sino que están construidas sin considerar este peligro en su diseño y con materiales precarios.

Respecto de la resiliencia, luego del desastre ocurrido en 1998 la población tiene mayor conocimiento sobre el riesgo, se encuentra más organizada; sin embargo, su situación de pobreza y la escasa disponibilidad de recursos financieros de las municipalidades provocan una escasa capacidad de recuperación de las condiciones sociales y económicas.

De ocurrir un desastre similar al del año 1998, los daños y las pérdidas probables serían, entre otros:

- Destrucción o daños en viviendas y enseres, probables accidentados o muertos.
- Pérdidas de cultivos y suelos agrícolas.
- Destrucción o daños en la infraestructura de servicios básicos y de apoyo a la producción.
- Interrupción del tránsito en la carretera Panamericana Sur, con las consiguientes pérdidas de tiempo de pasajeros y transportistas, productos, incremento de costos de operación vehicular, fletes y pasajes durante la emergencia.
- Aumento de enfermedades derivadas de la interrupción de los servicios de saneamiento y la proliferación de vectores por encharcamiento, lo que lleva a un mayor gasto en salud.

#### *Las medidas de reducción del riesgo*

Se trata de una intervención con medidas de gestión correctiva, al considerar el proyecto acciones orientadas a la reducción del riesgo de unidades sociales e infraestructura establecidas en la zona de impacto de un probable desborde del río Ica y sus quebradas tributarias.

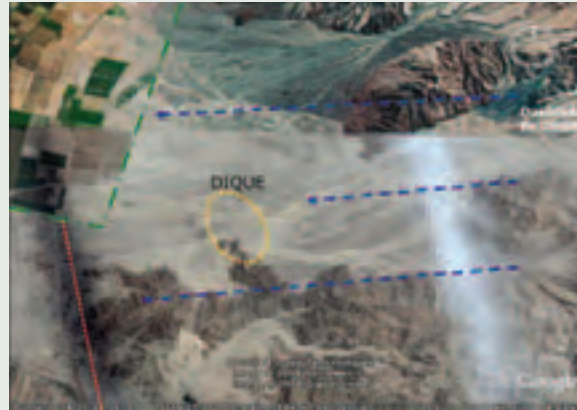
La rehabilitación o la construcción de diques tienen como propósito reducir la probabilidad de generación de flujos de lodo o desbordes de la quebrada al retener el agua proveniente de lluvias intensas en la parte alta.

#### **3.4.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo**

Los costos de inversión del proyecto son 1.232.620 soles. Se estiman costos de operación y mantenimiento de 10% de la inversión.

Para calcular los beneficios se considera, a partir de escenarios discutidos con los ingenieros de campo, que como consecuencia de lluvias asociadas a un nuevo Fenómeno El Niño similar al de 1997-1998 los diques permitirían reducir los daños ocasionados a un valor equivalente a 60% de lo que significaron en 1998. En ese año se estimaron en 274.574 soles por una consultoría realizada por el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), que se reporta en el resumen ejecutivo del Proyecto Especial Tambo Ccaracocho (PETACC).

El valor de los costos evitados se sustenta también en la visita a las zonas de La Tinguiña y Parcona, donde se encontró que hay una ocupación de áreas con viviendas o cultivos que podrían ser nuevamente afectadas por un huaico o un desborde de la quebrada de Cansas (ver ilustración 14). La percepción de la población es que, al haberse implementado medidas en la quebrada de Cansas ya no habría problema; sin embargo, existe la probabilidad de ocurrencia del peligro en un escenario más severo y, por tanto, las medidas pueden no ser efectivas para evitar la totalidad de los daños. Esta situación lleva a la siguiente reflexión: la reducción del riesgo tiene que ser integral y con la participación de los actores clave, pues no basta construir estructuras de protección como en este caso, sino que también se debe regular la posterior ocupación del territorio para evitar la generación de nuevas condiciones de vulnerabilidad en la población.

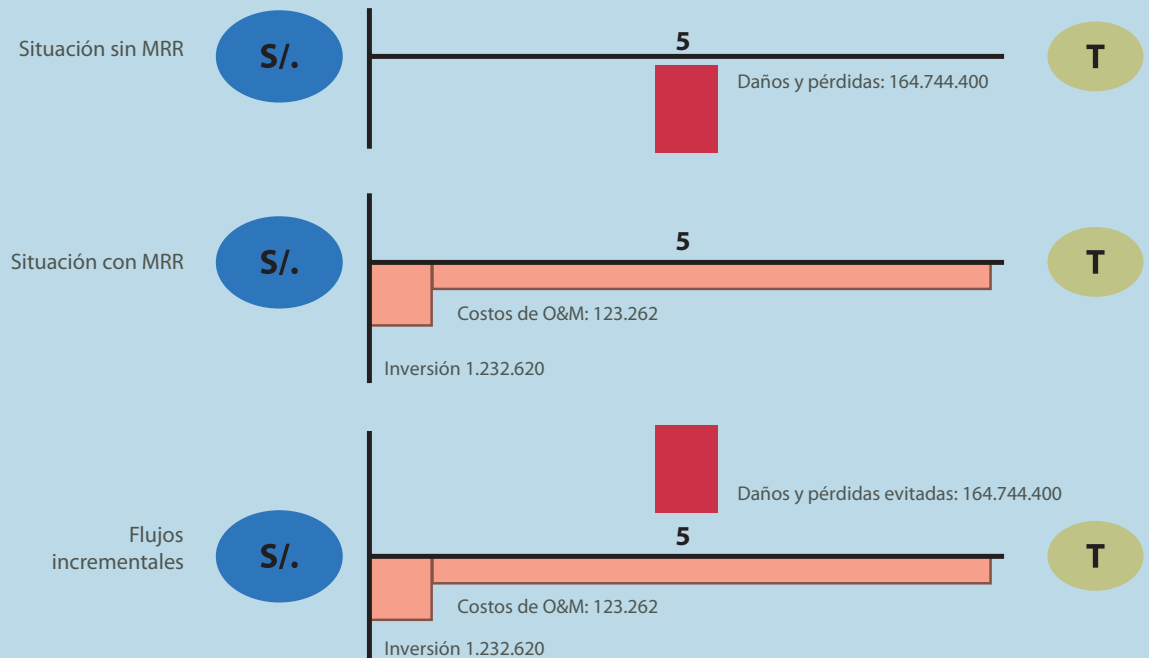


**Ilustración 14. Riesgo subsistente para la población en la quebrada de Cansas**

La parte baja de la quebrada de Cansas es altamente vulnerable debido a la expansión de la zona urbana (en rojo) de la ciudad de Ica. Está expuesta a las avalanchas en periodos de grandes avenidas como en 1997-1998 (en azul). A pesar del conocimiento local de este peligro, el proceso de urbanización continúa en zonas de alto riesgo.

En el gráfico 9 se muestra los flujos de beneficios y costos sociales.

**Gráfico 9. Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto de la quebrada de Cansas**



Elaborado por el PDRS-GTZ.



En el cuadro 19 se presentan los resultados de la evaluación social de la aplicación de medidas de reducción de riesgo.

**Cuadro 19. Indicadores de rentabilidad social del proyecto en la quebrada de Cansas**

Escenarios (probabilidad de huaicos y desbordes en el año 5)	VA costos $[\Delta I + \sum_t \frac{\Delta(O \& M)_t}{(1+i)^t}]$ (soles)	VA beneficios [CR + BNP] (soles)	Valor Actual Neto (soles)	Tasa Interna de Retorno (TIR)
100%	1.764.449	88.079.084	86.314.635	163%
75%	1.764.449	66.059.313	64.294.864	148%
50%	1.764.449	44.039.542	42.275.093	128%
25%	1.764.449	22.019.771	20.255.322	98%

Elaborado por el consultor.

De acuerdo con estos resultados, la decisión de invertir es positiva en todos los escenarios planteados. Inclusive si se considera como escenario que los eventos ocurran en el año 10 con una probabilidad de 25% sigue siendo rentable. En este caso, el van es de 11,3 millones de soles y la tir, 39%.

### 3.5. REHABILITACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE MACHU PICCHU: PRIMERA FASE<sup>20</sup>

#### 3.5.1. Antecedentes

La Central Hidroeléctrica Machu Picchu está ubicada en la margen izquierda de un tramo del río Vilcanota, 2 kilómetros antes de la intersección de este con la quebrada de Aobamba. En la cuenca alta de esta quebrada han ocurrido diversos procesos aluviónicos de origen glaciar. Así, el 27 de febrero de 1998, a las 4:10 p. m., se inició un aluvión de características complejas cuya causa se atribuyó a la elevación de la temperatura debida al cambio climático que aceleró el proceso de deshielo del nevado Salkantay.

De esta manera se originó un fenómeno de remoción de masas que, al adquirir la energía cinética en los 80 metros de altura de una catarata continua y aguas abajo del anfiteatro, arrasó con todo el material del cauce del río Aobamba en un recorrido de 19 kilómetros, con la fuerza que le otorgaba la pendiente de 2.500 metros de desnivel.

Todo el material arrastrado por el río Aobamba se depositó en la intersección con el río Vilcanota y, paulatinamente, durante 48 horas se colmaron 28 millones de m<sup>3</sup> de material en un área de 720 mil m<sup>2</sup>. El material acumulado estaba compuesto por agua, lodo, piedras y bolones de gran magnitud que alcanzaron una altura de relleno de hasta 70 metros.

La inmensa laguna formada en la zona cubrió totalmente las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu, dejándola sumergida bajo agua, lodo y piedras.

<sup>20</sup> Se ha tomado como referencia la información contenida en EGEMSA 2002 y 2003 y en el sitio en Internet de la empresa <www.egemsa.com.pe>.

**3.5.2. Objetivo**

Recuperar la capacidad generadora de la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu y disminuir su vulnerabilidad en un área expuesta a la ocurrencia de peligros naturales.

**3.5.3. Agentes participantes**

El proyecto estuvo exclusivamente a cargo de la Empresa de Generación Eléctrica Machu Picchu S. A. (EGEMSA), que fue responsable del financiamiento de las obras y las actividades de recuperación y rehabilitación de la central, así como de su operación y mantenimiento.

**3.5.4. Proceso de formulación**

El proceso de formulación del proyecto estuvo liderado por EGEMSA. A partir de la evaluación de la situación después del desembalse, la obra integral quedó definida en cuatro frentes:

- Desembalse del represamiento, obras de protección y monitoreo.
- Excavación del túnel de desvío y descarga, galería de conexión y ampliación y mejoramiento del túnel de conducción y cámara de carga.
- Habilitación de los equipos existentes, suministro de equipos nuevos, obras civiles, montaje, pruebas y puesta en servicio de tres grupos Pelton de la casa de máquinas II (Primera Fase).
- Obras complementarias menores.

**3.5.5. Proceso de implementación**

En el proyecto se ejecutaron las siguientes obras:

1. Desembalse del represamiento, obras de protección y monitoreo, que consideró las siguientes actividades:

- Dique de protección en Aobamba
- Dique de protección circundante al edificio principal
- Monitoreo de la cuenca del Aobamba
- Canal de desembalse

2. Excavación del túnel de desvío y descarga, galería de conexión y ampliación y mejoramiento del túnel de conducción y cámara de carga. Los trabajos en esta fase fueron los siguientes:

- Mejoramiento del túnel de aducción y cámara de carga
- Excavación del túnel de desvío y descarga
- Perforación de la galería de conexión

3. Habilitación de los equipos existentes, suministro de equipamiento nuevo, obras civiles, montaje, pruebas y puesta en servicio de tres grupos Pelton de la casa de máquinas II (Primera Fase). Esta etapa del proyecto consistió en la rehabilitación de los equipos existentes, el suministro de equipos nuevos, obras civiles, montaje, etc. Los principales trabajos fueron:

- Casa de máquinas
- Patio de llaves
- Sala de mandos y centro de control

4. Obras complementarias menores. Estuvieron a cargo de egemsa, se iniciaron en octubre de 1999 y culminaron en 2001, comprendieron las siguientes actividades:

- Obras civiles
  - Túnel y pique de acceso de equipos
  - Pique de acceso peatonal y galería de cables
  - Movimiento de tierras y drenaje del patio de llaves
  - Mantenimiento de accesos carrozables
  - Forestación de taludes y otros
- Obras electromecánicas
  - Mantenimiento, reparación, traslado y desmontaje de diversos equipos de la casa de máquinas II.
  - Mantenimiento integral de la tubería forzada de los grupos Pelton
  - Trabajos de mantenimiento en la represa

### 3.5.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción

#### *El riesgo*<sup>21</sup>

Como se ha señalado, uno de los principales peligros es el embalse de las aguas de los ríos Vilcanota y Aobamba en su confluencia. Los factores que pueden generar el peligro son, por una parte, la crecida del caudal del río Vilcanota por las lluvias intensas en la cuenca alta y, por otra, los deshielos del nevado Salkantay que generan el represamiento de la laguna del mismo nombre y posteriores aluviones. También se producen deslizamientos y desbordes de ambos ríos activados por las lluvias intensas.

Las instalaciones de la central hidroeléctrica están expuestas a estos peligros. Además, la fragilidad se explica por factores técnicos como la descarga directa de las aguas turbinadas al río Vilcanota, la ubicación del patio de llaves y la subestación eléctrica en el mismo nivel del río, el insuficiente conocimiento del entorno y la dinámica del nevado y la laguna.

La existencia de un seguro es un factor positivo para la rápida recuperación del servicio, al igual que la interconexión del sistema que permite a los usuarios disponer del servicio, inclusive con la central colapsada.

De ocurrir una situación similar a la de febrero de 1998, los daños y las pérdidas serían:

- Destrucción de la infraestructura e instalaciones de la central hidroeléctrica.
- Pérdidas de equipos electromecánicos.
- Interrupción en la producción de energía. Esto conlleva la disminución de la producción de energía limpia que es reemplazada por energía basada en petróleo, con mayores costos marginales para el país.
- Paralización de las actividades que dependen de la energía durante el tiempo que demore la reposición del suministro mediante el sistema interconectado.

#### *Las medidas de reducción del riesgo*

Estas medidas se orientaron a no reproducir las condiciones de vulnerabilidad existentes antes del desastre. Así:

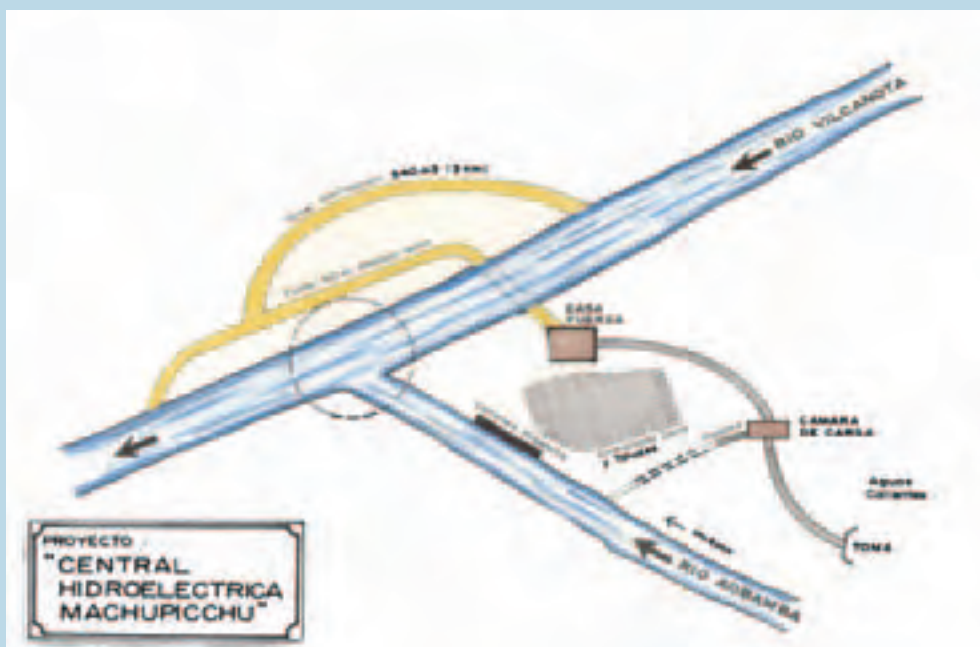
- Se implementó un sistema de monitoreo de la cuenca del Aobamba para mejorar el conocimiento de su dinámica y adoptar las medidas oportunas.
- Para reducir la probabilidad de un nuevo embalse o desborde del río Vilcanota en el tramo donde se ubica la central se está construyendo un túnel de desvío que permitirá manejar los caudales.
- En el caso del río Aobamba, dada la pendiente de este no es posible manejar los caudales por lo que se construye un dique de protección.
- Considerando la posibilidad de deslizamiento se construye el dique de protección circundante al edificio principal y se propone la forestación de taludes.

<sup>21</sup> Sobre la base de la aplicación de los formatos 1, 2 y 3 de las pautas metodológicas (ver anexo 5).

- Respecto de la evacuación de las aguas turbinadas, se construye un túnel de descarga y desvío que se conecta con el túnel de desvío de las aguas del río Vilcanota.
- En cuanto a la resiliencia, la medida principal es asegurar a la central hidroeléctrica.

En el gráfico 10 y las ilustraciones 15, 16 y 17 se presentan un esquema referencial de las obras de reducción de riesgos y fotografías de estas.

Gráfico 10. Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto de la quebrada de Cansas<sup>22</sup>



Fuente: PDRS-GTZ.

<sup>22</sup> Esquema referencial, no elaborado a escala.



**Ilustración 15. Obras de defensa en el río Aobamba**

En las imágenes se pueden observar las obras de protección que EGEMSA ejecutó previendo la ocurrencia de derrumbes (izquierda y centro) e inundaciones (derecha).



**Ilustración 16. Dique de contención en el río Aobamba**

Las imágenes muestran el dique construido (en anaranjado) para proteger la central hidroeléctrica ante un desborde del río Aobamba: la estructura del dique (arriba, izquierda), el cual fue revestido con materiales locales (rocas); su función (arriba, derecha) ante un desborde del río (indicado en azul); y una vista general del dique (abajo, izquierda).



**Ilustración 17. Túnel de desvío y descarga en el río Vilcanota**

Ante la eventual crecida del río Vilcanota, EGEMSA construyó un túnel de desvío y descarga de doble función: descarga de las aguas turbinadas y desvío de las aguas del río Vilcanota en caso de avenidas extraordinarias. Este túnel tiene 2 mil metros de longitud y una capacidad máxima de conducción de 250 m<sup>3</sup>/s.

### 3.5.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo<sup>23</sup>

El costo total de inversión del proyecto es de 138.329.613 soles, incluyendo las medidas de reducción del riesgo especificadas, sin los costos de estas medidas la inversión es de 136.120.539 soles. Los costos incrementales de las medidas de reducción son 2,2 millones de soles.

Los beneficios se estiman sobre la base de los costos evitados en el escenario que sucediese un desastre similar al de 1998 con iguales consecuencias. Para el caso se debe considerar los siguientes rubros:

- Los costos de atención de la emergencia, lo que implica el desembalse y la limpieza de las instalaciones.
- Los costos de provisión del servicio durante la emergencia. Se considera la diferencia entre los costos marginales de generación de energía alternativa para atender a los usuarios y los costos marginales de generación a través de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu. Se asume que existe capacidad de producción no utilizada en el sistema interconectado.

Se considera que el tiempo en el que la central no opera es de 38 meses, similar al periodo que duró la recuperación de su capacidad.

Se estimó el costo marginal promedio de producción en el sistema interconectado sobre la base de la información de los costos promedio entre los años 1998 y 2001 y los costos marginales de la central Machu Picchu en periodos cercanos al desastre.

La estimación del sobre costo de operación del sistema interconectado en relación con el costo de producción de la central se detalla en el cuadro 20.

23. La información proviene de los estudios del proyecto desarrollados por EGEMSA y los expedientes de licitación de las obras.

**Cuadro 20. Estimación del sobre costo en la operación del sistema**

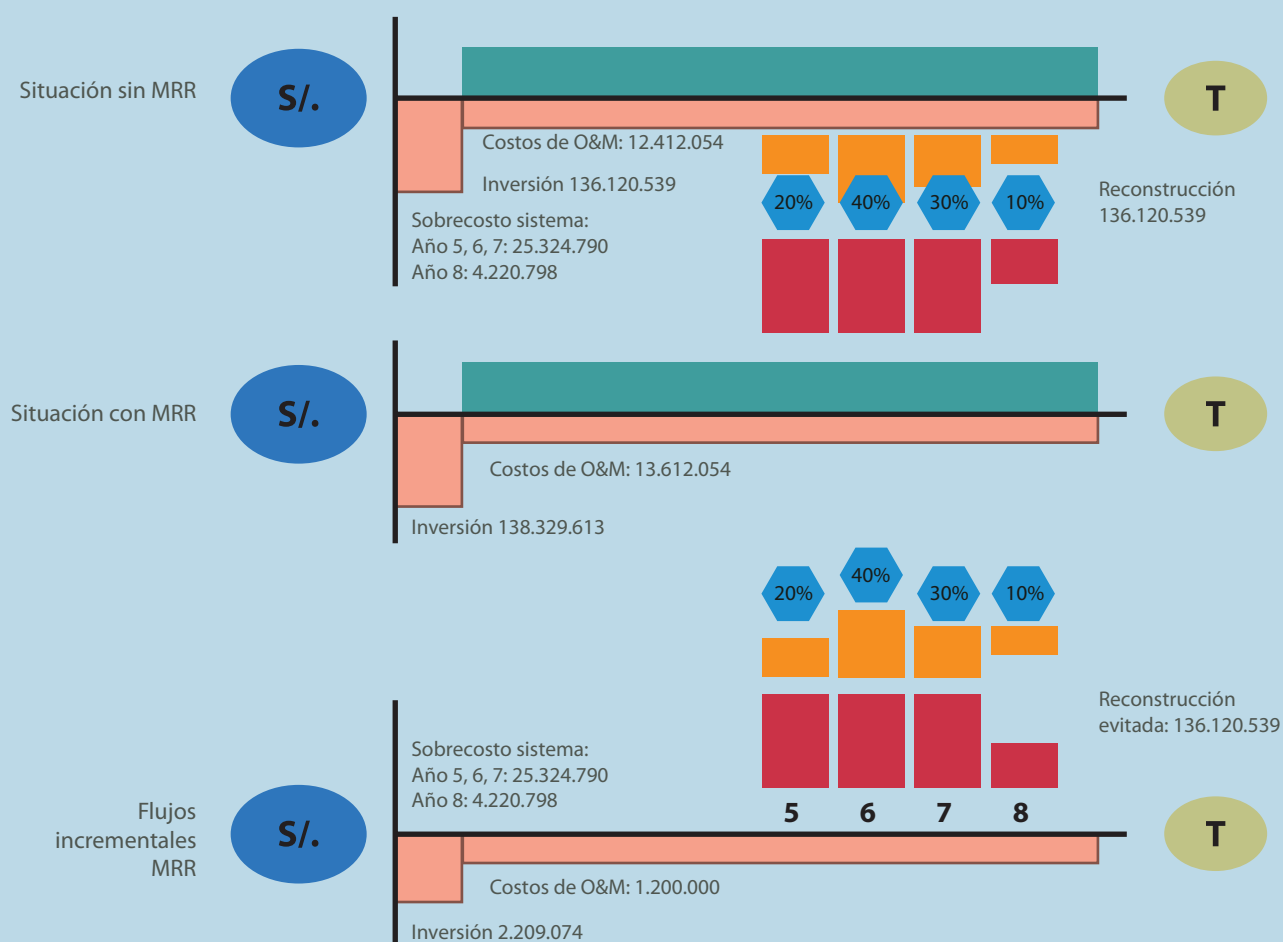
Descripción	Unidad	Valor
Potencia efectiva de los grupos Pelton	[MW]	67,50
Factor de planta		0,94
Energía mensual dejada de generar	[MWh]	45.684
Meses sin generación (marzo 1998-abril 2001)		38
Energía total dejada de generar	[MWh]	1.735.992
Promedio del costo marginal	[US\$/MWh]	28,13
Costo total de generación hidroeléctrica	[US\$]	48.836.020
Costo marginal promedio del sistema interconectado	[US\$/MWh]	41,33
Costo alternativo de generación hidroeléctrica por el sistema interconectado	[US\$]	71.748.925
Sobre costo de operación del sistema interconectado	[US\$]	22.912.905

Fuente: EGEMSA.  
Elaborado por el consultor y el PDRS-GTZ.

- Los costos de reconstrucción de la central. Se asume que en un escenario similar al de 1998 la destrucción será total, por lo que los costos estimados en el proyecto que se ejecutó sin considerar las medidas de reducción de riesgos se consideran pertinentes.
- Respecto del excedente del consumidor, se asume que el periodo de interrupción es breve y este continuaría recibiendo el servicio por el sistema interconectado y con igual tarifa.
- Otros costos de los usuarios. Las pérdidas de los productores por la interrupción del servicio de energía se asumen como mínimos porque se reaccionará con rapidez a través del sistema interconectado.

Los flujos para la evaluación de la rentabilidad social de las medidas de reducción de riesgos se muestran en el gráfico 11.

**Gráfico 11. Flujos de beneficios y costos sociales del proyecto en Machu Picchu**



Elaborado por el PDRS-GTZ.

En el cuadro 21 se presentan los indicadores de rentabilidad social. En todos los escenarios de probabilidad de ocurrencia de un evento similar al de 1998 son positivos.

**Cuadro 21. Indicadores de rentabilidad social del proyecto en Machu Picchu**

Escenarios (probabilidad MRM en el año 5)	VA costos $[\Delta I + \sum \frac{\Delta(O \& M)_t}{(1+i)^t}]$ (soles)	VA beneficios [CR + BNP] (soles)	Valor Actual Neto (soles)	Tasa Interna de Retorno (TIR)
100%	8.356.894	103.234.171	94.877.277	101%
75%	8.356.894	77.425.628	69.068.734	90%
50%	8.356.894	51.617.085	43.260.191	70%
25%	8.356.894	25.808.543	17.451.649	51%

Elaborado por el consultor y el PDRS-GTZ.

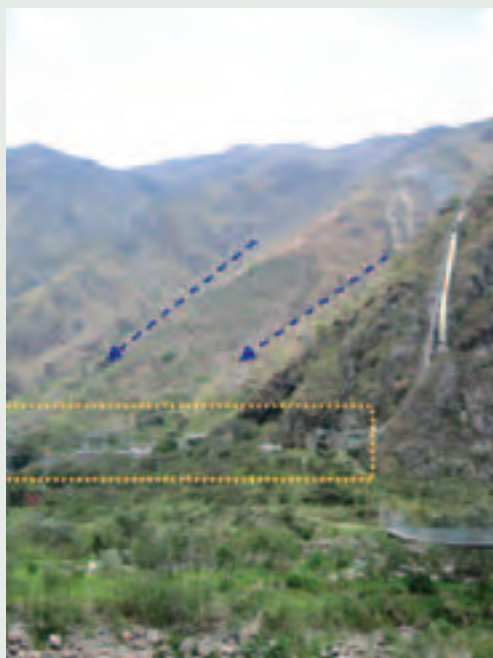
En las ilustraciones 18 y 19 se aprecia que inclusive cuando se han implementado las medidas de reducción del riesgo existe la probabilidad de que ocurran eventos que puedan dañar el campamento de la central hidroeléctrica.



**Ilustración 18. Riesgo subsistente para el campamento de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu**

Las zonas señaladas en rojo indican el alto riesgo al que la central está expuesta. Este riesgo continúa, aunque en menor grado, a pesar de la infraestructura de protección. Se trata de derrumbes y deslizamientos en áreas próximas al campamento.





**Ilustración 19. Riesgo subsistente para las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu**

La ubicación de la central hidroeléctrica (señalada en amarillo) hace que sea vulnerable ante potenciales peligros de huaicos, deslizamientos e inundaciones. Así, la crecida del río Vilcanota puede inundar todo el campamento (derecha); el cual también se encuentra expuesto al riesgo de derrumbes (izquierda, señalados en azul).

### 3.6. FOMENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DEL FRIJOL EN EL DISTRITO DE MORROPÓN

#### 3.6.1. Antecedentes

La costa peruana, a pesar de encontrarse en un área tropical, es principalmente desértica y cuenta tan solo con 16,42 mm anuales de disponibilidad de agua<sup>24</sup> (Ordóñez y Vera 2007). Esto se debe a la cercanía de la cordillera de los Andes al litoral y al choque de la corriente de El Niño con la corriente del Sur. Sin embargo, los ríos que nacen en la cordillera de los Andes y fluyen hacia la cuenca de Pacífico han creado valles muy ricos para la explotación agrícola; pero la mayoría de ellos no han sido trabajados de manera eficiente debido sobre todo a que se han manejado sin criterios de ordenamiento territorial. Por ejemplo, las unidades sociales carecen de Planes de Ordenamiento Territorial (POT).<sup>25</sup>

El departamento de Piura se caracteriza por el predominio de las actividades agrícolas, esencialmente el cultivo de arroz, con una productividad bastante baja de la tierra. Esto se debe a que este cultivo demanda gran cantidad de agua para su desarrollo y crecimiento (ver ilustración 20). El terreno tiene que estar anegado la mayor parte del tiempo para que la planta pueda crecer y broten las espigas con los granos. La práctica de este cultivo nace como una respuesta a los periodos de lluvia intensa de la zona durante los primeros meses del año.

<sup>24</sup> El Balance Hídrico Superficial del Perú es una estimación del agua disponible medida anualmente. La fórmula para su cálculo es la diferencia de las entradas de agua (precipitación total, como lluvia y nieve que alcanza el terreno, y las importaciones de agua exteriores al sistema, superficial y subterráneas) y las salidas (evapotranspiración y flujos superficial y subterráneo que salen de los límites de la cuenca) (Ordóñez y Vera 2007).

<sup>25</sup> El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) permite conocer las principales características del suelo para asignar un uso eficiente a los recursos naturales disponibles y el territorio regional.



**Ilustración 20. Cultivo del arroz en la Región Piura**

El monocultivo del arroz predomina en la agricultura del distrito (izquierda). El riego por inundación de baja eficiencia de aplicación por el desperdicio de agua que es un elemento vital para este cultivo (derecha).

Sin embargo, pasado el periodo de lluvias, el clima es seco y no existen mayores precipitaciones que aseguren el riego, por lo que este se realiza mediante la captación de las aguas de los ríos o el uso de agua del subsuelo. Esta práctica, y el tiempo necesario para el crecimiento y la maduración de la planta, convierten al monocultivo de arroz en una actividad riesgosa, ya que acarrea un elevado nivel de vulnerabilidad ante un fenómeno climático como la sequía. El riesgo considerable de esta actividad tiene un impacto negativo sobre los agricultores, al ser esta producción la única fuente de ingresos con la que cuentan.

En la actualidad, existen iniciativas que buscan reemplazar cultivos tradicionales como el arroz por otros más rentables que demanden menos agua y sean más resistentes a potenciales sequías. En ese sentido, la Municipalidad Distrital de Morropón fomenta la producción de cultivos alternativos y está introduciendo el cultivo del frijol caupí como alternativa de rotación al cultivo de arroz.

### 3.6.2. Objetivo

El objetivo general del proyecto es que las familias organizadas diversifiquen su producción con cultivos alternativos de mayor rentabilidad como una posibilidad de reducción de la vulnerabilidad frente a la sequía y de contribución a una reconversión productiva que asegure mejores ingresos económicos y dinamice la economía del distrito.

### 3.6.3. Agentes participantes

El proyecto desarrolló un modelo organizativo y de gestión productiva en el cual se involucró a todos los agentes participantes en la producción y la comercialización del frijol mediante una estrategia de concertación, con el objetivo de generar relaciones de confianza y equidad para la competitividad y la sostenibilidad de esa cadena productiva.

Los actores que participan en el desarrollo de la cadena son de dos tipos:

- Actores directos: Son todos aquellos considerados como dueños del producto.
- Actores indirectos: Son todas aquellas empresas formales e informales que forman parte del sistema de apoyo a la cadena productiva. Proveen servicios de toda índole a los actores directos.

**Cuadro 22. Actores del proyecto «Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón»**

Agentes	Roles
Municipalidad Distrital de Morropón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promueve la cadena, por lo que concierne y articula, junto con los comités de pozo, los servicios de apoyo para la producción y la comercialización del producto. Asesora y avala los créditos que los productores contraen con los proveedores y co-firma el contrato de compra-venta a futuro del producto.</li> <li>• Apoya el proceso productivo mediante la ejecución de obras de infraestructura de riego, rehabilitación y electrificación de pozos tubulares. Instala parcelas demostrativas. Incentiva la asociatividad de los productores con asistencia técnica y asesoría legal.</li> </ul>
Comités de Pozo Núñez y Arámbulo I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindan agua de riego a los usuarios de sus sectores. Seleccionan, organizan y avalan a los productores para la implementación de la cadena productiva y negocian servicios de apoyo.</li> </ul>
Productores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollan el cultivo aplicando la propuesta tecnológica y entregan un producto de calidad de acuerdo con los estándares especificados por la empresa demandante.</li> </ul>
Agroindustrias San Carlos E. I. R. L	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesa y empaca productos de exportación de la línea de menestras.</li> <li>• Cubre los gastos de logística, envases, administrativos, bancarios (ITF, comisiones bancarias), impuestos y transporte a puerto del producto. Este año ofreció además dinero a cuenta de cosechas.</li> </ul>
Sun Packers (Exportadores)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exporta el producto, asegura y abre mercados y opciones productivas. Realiza el trámite aduanero y la tramitación de las actividades de comercio exterior.</li> </ul>
MINAG Piura*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provee servicios de maquinaria agrícola para labores de preparación de suelos bajo la modalidad de crédito del 30% del costo del servicio, pagadero al final de la campaña y asociado a la venta del producto.</li> </ul>
Procampo S.A.*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provee agroquímicos para el cultivo de los campos, bajo la modalidad de crédito sin intereses con plazos de pago a cuatro meses.</li> </ul>
PDRS-GTZ*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesora a las municipales de las subcuencas Bigote y La Gallega en temas como gestión del riesgo, producción-agroexportación y recursos naturales.</li> <li>• Apoya la cadena a través de fondos recuperables y de capitalización de las organizaciones o las municipalidades del ámbito de la cadena. Constituyó el soporte técnico del equipo municipal en aspectos de asesoría legal, comercial, agronómica y administrativa.</li> </ul>
ENOSA*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinda servicios de energía eléctrica para el funcionamiento de los pozos electrificados.</li> </ul>
Entidades de crédito (cmac Paita y Edificar)*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otorgan préstamos para pequeñas y medianas empresas y para productores dedicados a actividades agropecuarias con tasas de interés establecidas por la banca formal.</li> </ul>
Transportistas locales*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindan servicios de transporte del producto desde las chacras al centro de acopio local y del centro de acopio local a la planta procesadora.</li> </ul>
Jornaleros y estibadores*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecen mano de obra remunerada para las diferentes etapas de producción del cultivo y estiba de los productos que se destinan al mercado.</li> </ul>
Habilitadores informales*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otorgan préstamos de tipo informal a los productores para la conducción de sus campos y cobran en producto cosechado al final de la campaña.</li> </ul>

\* Actores indirectos.

Fuente: Municipalidad Distrital de Morropón 2006. Elaborado por el consultor.

### 3.6.4. Proceso de formulación

El proceso de formulación del proyecto se inició ante la necesidad de reducir los factores de vulnerabilidad que afectaban la capacidad productiva de las familias agricultoras de Morropón.

### 3.6.5. Proceso de implementación

La implementación del proyecto significó el desarrollo de un modelo organizativo y de gestión productiva en el cual se involucraron todos los agentes participantes en la producción y la comercialización del producto mediante una estrategia de concertación. Su objetivo fue la generación de relaciones de confianza y equidad para la competitividad y la sostenibilidad de la cadena productiva del frijol caupí (gráfico 12).

**Gráfico 12. Cadena productiva del frijol caupí, grano seco, en el distrito de Morropón**

Niveles del proceso productivo	Eslabones del proceso productivo	Servicios
<p><b>Producción</b> Apropiadas técnicas de cultivo para incrementar el rendimiento con costos de producción competitivos</p> 	<p><b>Pequeños productores</b></p> <hr/> <p><b>Comités de pozo --Núcleos operadores--</b></p> <hr/> <p><b>Comisión de acopio y comercialización distrital</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Asistencia técnica e investigación de adaptación de cultivos y procesos</li> <li>• Maquinaria agrícola, tracción animal e insumos agrícolas</li> <li>• Crédito</li> </ul> 
<p><b>Procesamiento</b> Calidad y valor agregado al producto conforme los estándares exigidos por el mercado internacional</p>	<p><b>Empresa procesadora</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiamiento y trámites SUNAT</li> <li>• Acopio, selección, transformación y empaque</li> <li>• Transporte a puerto</li> </ul>
<p><b>Exportación</b> Cantidad, calidad y continuidad de la oferta para asegurar y abrir nuevos mercados</p>	<p><b>Empresa comercializadora</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comercialización exterior</li> <li>• Trámite aduanero</li> <li>• Otros</li> </ul>

Fuente: Municipalidad Distrital de Morropón,

Este modelo consideró fundamental la organización de los productores y el establecimiento de un «operador» de la cadena<sup>26</sup>, que estuvo a cargo del soporte técnico, fue responsable de dirigir la articulación de los servicios, brindar asistencia técnica en el campo y asesorar en la negociación de la producción obtenida.

La participación de este «operador» comprendió desde la etapa de producción (instalación y manejo del cultivo, acopio) hasta la entrega del producto a la empresa procesadora. En las etapas posteriores, la empresa procesadora y la exportadora asumirían un papel más activo.

Se debe indicar que la estructura de la cadena es compleja, pues se tiene que considerar diversos servicios, los canales de comercialización del producto y las transformaciones que sufre desde que es materia prima hasta que se convierte en producto procesado, entre otros factores que son importantes para lograr la competitividad y la rentabilidad.

### 3.6.6. Análisis del riesgo y medidas de reducción

#### *El riesgo*<sup>27</sup>

La actividad agrícola está expuesta principalmente a peligros climáticos, sean lluvias excesivas o sequía, dependiendo de su ubicación. También puede estar expuesta a desbordes de ríos o quebradas y al impacto de movimientos de remoción en masa.

La fisiología de las plantas define los requerimientos de temperatura, humedad y nutrientes; su baja capacidad de adaptación a los cambios en estos aspectos genera su fragilidad ante los peligros climáticos, del mismo modo que el desconocimiento de tecnologías y productos adaptables a condiciones de sequía moderada y uso de tecnologías de riego ineficientes. Otro factor que se encontró fue la débil organización de los productores para la articulación y la gestión de cadenas productivas competitivas.

Los bajos niveles de productividad de los suelos, el ineficiente uso del agua y la infraestructura de riego, el tipo de cultivos tradicionales que se practican, como el arroz y el maíz (Municipalidad Distrital de Morropón 2006), generan escasos recursos económicos lo que, aunado a la alta dependencia de un solo cultivo, son factores que generan baja resiliencia de los agricultores para asimilar las pérdidas o recuperarse de estas.

De ocurrir una sequía, se tendrían serias dificultades para el normal desarrollo de la campaña agrícola y sería imposible sembrar una segunda campaña de arroz, o una campaña chica con otro cultivo, lo que conllevaría a que los productores no percibiesen ingresos y empeorasen sus condiciones de vida.

#### *Las medidas de reducción del riesgo*

En esta experiencia se plantea un cambio en las prácticas de cultivo, pasando de dos campañas de arroz (campaña normal y campaña chica) a una que se realiza en el periodo de lluvias y otra que introduce el cultivo de frijol caupí para el cual se establece una cadena productiva competitiva.

Se reduce el riesgo al pasar a un cultivo que consume menos agua y es de corto periodo vegetativo, pues la sostenibilidad de su producción frente a la sequía se garantiza por la provisión de agua del subsuelo con pozos tubulares previamente rehabilitados y electrificados. Los productores recibieron asistencia técnica en el proceso productivo y el uso eficiente del agua. Se les organizó y se estableció articulaciones con los otros actores para garantizar el funcionamiento de la cadena productiva.

### 3.6.7. Análisis costo-beneficio de las medidas de reducción del riesgo

Para estimar los beneficios de la medida de reducción del riesgo se ha procedido a calcular los costos y los beneficios comparando la situación sin proyecto (dos campañas de arroz en un año) con la situación con proyecto (primera campaña de arroz, segunda de frijol). Al ser cultivos de campaña, se evalúa el proyecto con el horizonte de un año. Los costos están expresados en soles por hectárea al año.

<sup>26</sup> «Operador» en el sentido de promotor y no en el de actor directo (productor, procesador o comercializador), que actúa casi como una empresa pero limitado por la legislación municipal.

<sup>27</sup> Sobre la base de la aplicación de los formatos 1, 2 y 3 de las pautas metodológicas (ver anexo 6).

El costo por hectárea en dos campañas de arroz es de 9.000 soles, mientras que una de arroz y una de frijol cuestan 5.330 soles, lo cual arroja un va de costos negativos; mientras que el va de los beneficios está representado por el valor de la producción incremental estimado en 1.168 soles (Flores y López 2007). Esto hace positiva la evaluación del proyecto en todos los escenarios (ver cuadro 23).

**Cuadro 23. Indicadores de rentabilidad privada del proyecto en Morropón**

Escenarios (probabilidad de sequía año 5)	VA costos $[\Delta I + \sum_t \frac{\Delta(O \& M)_t}{(1+i)^t}]$ (soles)	VA beneficios [CR + BNP] (soles)	Valor Actual Neto (soles)
100%	(3.697)	1.168	4.865
75%	(3.697)	876	4.573
50%	(3.697)	584	4.281
25%	(3.697)	292	3.989

Elaborado por el consultor.



# Sección 4

## **REFLEXIONES FINALES**

Finalmente, a modo de conclusión del estudio de los seis proyectos, en este capítulo se presenta un análisis agregado de estos y se identifica las enseñanzas para el futuro que se derivan de ellos.





#### 4.1. SOBRE LOS AGENTES PARTICIPANTES

En el capítulo anterior se identificaron los agentes participantes de cada proyecto y sus funciones en el diseño y la implementación de estos. Si bien cada proyecto cuenta con diverso número y tipo de agentes, en los seis proyectos analizados se ha identificado tres categorías principales de agentes participantes:

- Instituciones estatales
- Cooperación internacional
- Población

En el cuadro 24 se presentan los roles de los agentes participantes que son más frecuentes en la muestra de los proyectos analizados.

**Cuadro 24. Agentes participantes y sus roles en los seis proyectos del estudio**

Agentes participantes	Roles
Instituciones estatales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del Plan de Ordenamiento Territorial considerando la provisión de los servicios básicos para la población</li> <li>• Desarrollo de estudios básicos de ingeniería en el diseño y la ejecución de los proyectos</li> <li>• Financiamiento y cofinanciamiento de las intervenciones</li> <li>• Responsable de la ejecución de las intervenciones, organizando a la población como mano de obra no calificada</li> <li>• Responsable de la operación y el mantenimiento de las intervenciones</li> </ul>
Cooperación internacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de talleres de capacitación en prevención del riesgo</li> <li>• Elaboración de estudios de riesgo en las zonas intervenidas (planos de zonificación)</li> <li>• Asesoramiento técnico: desarrollo de expedientes técnicos y diversos estudios de ingeniería</li> <li>• Mano de obra calificada</li> <li>• Coordinaciones interinstitucionales</li> <li>• Fortalecimiento institucional (municipios) mediante capacitaciones y asesorías en prevención del riesgo</li> </ul>
Población	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mano de obra no calificada para la ejecución y el mantenimiento de las intervenciones</li> </ul>

Elaborado por el consultor.

#### 4.2. SOBRE LOS FACTORES POSITIVOS Y NEGATIVOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO

En el cuadro 25 se presentan los factores positivos y negativos que se generaron como resultado de la implementación de las medidas de reducción del riesgo en los proyectos seleccionados.

**Cuadro 23. Indicadores de rentabilidad privada del proyecto en Morropón**

N.º	Proyecto	Aspectos positivos	Aspectos negativos
1	Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 de junio de 2001 en la provincia de Castilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La intervención fue precedida de un plan de ordenamiento territorial (POT).</li> <li>• Soluciones costo efectivas para la reconstrucción que incorporan tecnologías sismorresistentes; por ejemplo, la utilización de materiales locales (adobe).</li> </ul>	<p>En las visitas de campo se pudo apreciar que en parte de las intervenciones se presentaron las siguientes limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se respetó necesariamente el POT en la reconstrucción.</li> <li>• La reconstrucción se dio sin haber garantizado la provisión de servicios públicos complementarios (servicios básicos: agua, luz).</li> <li>• La ubicación de los módulos reconstruidos se hizo lejos de las actividades laborales (módulos abandonados).</li> <li>• La ampliación de los módulos no ha mantenido las tecnologías sismorresistentes aplicadas inicialmente.</li> </ul>
2	Prevención y preparativos para afrontar huaicos e inundaciones en la cuenca alta del río Rímac (DIPECHO I)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La intervención fue precedida de un POT.</li> <li>• Soluciones costo efectivas para la construcción de diques que incorporan materiales locales (rocas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las intervenciones no consideraron el mantenimiento de los diques por el gobierno local o la población organizada (diques colmatados).</li> <li>• La autoridad local no percibe el riesgo de ocurrencia de deslizamientos (estrategia de comunicación).</li> </ul>
3	Ampliación del Centro de Salud: Módulo de Atención para Madres Gestantes, CLAS Pampacolca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución costo efectiva para la construcción que incorpora tecnologías sismorresistentes, por ejemplo, utilización de materiales locales (adobe y madera).</li> <li>• La población organizada y el Ministerio de Salud asumen la operación y el mantenimiento."</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se encontró evidencia de que la intervención se encuentre en el marco de un POT (localización).</li> </ul>
4	Rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La intervención fue precedida de un POT.</li> <li>• Soluciones costo efectivas para la construcción de diques que incorporan materiales locales (rocas).</li> <li>• Dirección Regional de Agricultura interviene en el mantenimiento de los diques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La población no se involucra en el mantenimiento, ni percibe riesgo de ocurrencia de un nuevo deslizamiento (expansión urbana sobre zona de peligro).</li> <li>• Otras entidades públicas (Instituto Nacional de Desarrollo) no comparten la solución tecnológica y apuestan por soluciones tradicionales menos efectivas.</li> </ul>

N.º	Proyecto	Aspectos positivos	Aspectos negativos
5	Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu: Primera Fase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La intervención fue precedida de un POT.</li> <li>• Soluciones costo efectivas para la reconstrucción que incorporan parcialmente materiales y tecnologías locales (rocas, andenerías).</li> <li>• EGEMSA asume la operación y el mantenimiento, fue identificada desde la preinversión."</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se percibe sobredimensionamiento de las obras de mitigación del riesgo, manteniéndose, sin embargo, una relación costo-beneficio aceptable.</li> <li>• La zona es altamente vulnerable a la ocurrencia de peligros naturales.</li> </ul>
6	Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La intervención fue precedida de un POT.</li> <li>• Soluciones costo efectivas para la diversificación del riesgo orientada a un uso más eficiente de los escasos recursos hídricos.</li> <li>• Los actores claves (gobierno local, cooperación técnica y población) involucrados en la operación y el mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La operación y el mantenimiento todavía dependen de la cooperación internacional y la autoridad local.</li> <li>• Esquema altamente dependiente de un solo cultivo (frijol)."</li> </ul>

Elaborado por el consultor.

### 4.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La sistematización y el análisis de las experiencias permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación del análisis del riesgo (AdR) en la formulación de los proyectos de inversión pública es una práctica eficiente que surge cuando existen amenazas/peligros que pudiesen impactarlos negativamente durante su vida útil.
2. La evaluación de la aplicación de medidas de reducción del riesgo (MMR) a través del análisis costo-beneficio incremental en la evaluación ex ante mostró que las acciones y las medidas de mitigación son una práctica conveniente, en tanto permite analizar si los beneficios sociales (costos evitados) compensan los costos sociales asociados a su ejecución, de acuerdo con los escenarios de riesgo que se asuman. Por ejemplo, en cuatro de los seis proyectos analizados las acciones y las medidas de mitigación planteadas mostraron ser rentables socialmente inclusive en escenarios de baja probabilidad de ocurrencia de las amenazas/peligros. En los seis proyectos analizados esas acciones y medidas se justificaron en escenarios de alta probabilidad de ocurrencia (ver cuadro 26).

3. Se debe indicar que en escenarios en los cuales la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo es desfavorable para justificar la inclusión de acciones o elementos que disminuyan la vulnerabilidad la solución no es «no hacer nada» sino establecer una política eficiente de «convivir con el riesgo», lo que supone lograr una alta resiliencia. Por ejemplo, en el caso de carreteras de bajo tráfico en zonas de deslizamientos frecuentes en la sierra se puede disminuir la vulnerabilidad mediante la construcción de infraestructura complementaria como diques, túneles o puentes, lo que puede no ser eficiente desde una perspectiva de costo-beneficio social; una alternativa sería mantener maquinaria pesada cerca a los tramos críticos para que despejen las vías en cuanto se manifiesten amenazas/peligros.
4. El análisis de actores no permite establecer que el involucramiento de la población beneficiaria haya sido un factor clave para la aplicación del análisis del riesgo en proyectos de inversión pública, aun cuando esta posee conocimiento sobre su nivel de vulnerabilidad ante la ocurrencia de amenazas/peligros. Son ejemplos la urbanización en las áreas inundables en la parte baja de la quebrada de Cansas, la reconstrucción de módulos de vivienda sin considerar su reubicación en la provincia de Castilla y la ausencia de mantenimiento operativo de los diques de Matucana. Sin embargo, este análisis mostró que fue la presencia de una entidad externa (agencia de cooperación técnica u ONG) o de una entidad pública comprometida la que determinó que se gestione el riesgo de desastre desde la formulación y la ejecución de los proyectos de inversión pública (PIP).

Por lo tanto, se recomienda:

1. La utilización del análisis costo-beneficio incremental como una buena práctica metodológica para evaluar la rentabilidad social de la incorporación de medidas de reducción del riesgo de desastre en la evaluación ex ante de los proyectos de inversión pública.
2. La incorporación de la metodología de costo-beneficio incremental en las pautas metodológicas.

Cuadro 26. Resultados del análisis costo-beneficio social en los seis proyectos del estudio

Proyecto	VA de costos	VA de beneficios 25% p	VA de beneficios 50% p	VA de beneficios 75% p	VA de beneficios 100% p	VAN 25%	VAN 50%	VAN 75%	VAN 100%
«Apoyo a la reconstrucción de viviendas e infraestructura de agua afectada por el sismo del 23 de junio de 2001, en la provincia de Castilla»	382.788	132.601	265.202	397.802	530.403	(250.187)	(117.586)	15.014	147.615
«Prevención y preparativos para afrontar huaicos e inundaciones en la cuenca alta del río Rímac» (DIPECHO I)	86.138	298.191	596.381	894.572	1.192.762	212.052	510.243	808.433	1.106.624
«Ampliación del Centro de Salud: Módulo de Atención para Madres Gestantes, CLAS Pampacolca»	15.750	15.767	29.973	44.180	58.385	17	14.223	28.430	42.635
«Rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas»	1.764.449	22.019.771	44.039.542	66.059.313	88.079.084	20.255.322	42.275.093	64.294.864	86.314.635
«Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu: Primera Fase»	8.356.894	25.808.543	51.617.085	77.425.628	103.234.171	17.451.649	43.260.191	69.068.734	94.877.277
«Fomento y desarrollo del cultivo del frijol en el distrito de Morropón»	(3.697)	292	584	876	1.168	3.989	4.281	4.573	4.865

Elaborado por el consultor.

#### 4.4 LECCIONES APRENDIDAS

La sistematización y el análisis de las experiencias permiten también identificar las siguientes lecciones aprendidas.

1. El manejo apropiado de los conceptos amenaza/peligro, vulnerabilidad, riesgo y desastre es importante para aplicar el análisis del riesgo en los estudios de preinversión, y también para plantear las medidas adecuadas de reducción del riesgo. Entender los procesos que han generado o generarían escenarios de riesgo posibilita intervenir adecuadamente en ellos.
2. Un mejor conocimiento del territorio, sus potencialidades y limitaciones en el cual se ubicará el proyecto permite definir si estará localizado o no en una zona de manifestación de fenómenos físicos que pueden constituir potenciales amenazas/peligros. Aún más, si existen regulaciones en el uso y la ocupación del territorio que consideran las amenazas/peligros, la aplicación de estas para la correcta ubicación de los proyectos disminuirá el riesgo de desastre. Los avances en los procesos de ordenamiento del territorio permiten una adecuada toma de decisiones en relación con la localización de los PIP;<sup>28</sup> asimismo, proveen de información para proyectar escenarios de amenazas/peligros.
3. La gestión del riesgo de desastre exige una visión integral y la participación de múltiples actores.<sup>29</sup> Al analizar el riesgo para un PIP se ha encontrado que la potencial población beneficiaria está en situación de riesgo y, por tanto, el PIP. Surgen entonces dos cursos posibles de acción: o se aplican medidas específicas solo para el PIP o medidas que reducen la vulnerabilidad de la población y, por tanto, para el PIP, lo que hace indispensable la coordinación entre las entidades involucradas con la inversión y la municipalidad.
4. La aplicación de medidas de reducción del riesgo no solo implica mayores costos; sino que hay beneficios debidos a su incorporación que se asocian con la reconstrucción y las pérdidas de beneficios evitadas. El análisis de la rentabilidad social marginal permite decidir sobre la pertinencia o no de su implementación y sustentar técnicamente ante los decisores la conveniencia de invertir en medidas de reducción del riesgo de desastre.
5. Algunos PIP de reducción del riesgo que resultan rentables socialmente en el análisis ex ante pueden perder esta condición ex post debido a que no se garantiza una adecuada operación y mantenimiento (O&M). Este es el caso cuando la población o las autoridades no cumplen con sus compromisos previos de asumir la operación y el mantenimiento de la infraestructura que mitiga el riesgo.
6. La aplicación del análisis del riesgo en los estudios de preinversión no genera un esfuerzo adicional pues la información proviene de las mismas fuentes a las que se accede para elaborar el diagnóstico; así, los costos y los beneficios asociados a las medidas de reducción del riesgo son iguales a los que se estiman en el PIP. Los costos evitados de reconstrucción se basan en los costos de inversión y los beneficios no perdidos, en los beneficios sociales del PIP.
7. La profundidad de la información sobre amenazas/peligros debe guardar correspondencia con la exigencia para otros temas del estudio. De esta manera, se puede trabajar con la información de la población, validándola en el trabajo de campo, o con información disponible en las instituciones científicas. Si un PIP tuviese que pasar a estudios de factibilidad el riesgo es mayor, por lo que habrá que efectuar estudios más específicos y que pueden profundizarse en los expedientes técnicos o estudios definitivos. Los estudios para la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) pueden facilitar la aplicación del análisis del riesgo.
8. Es necesaria una mejor articulación entre la evaluación del impacto ambiental y el análisis del riesgo. El diagnóstico del territorio debe proveer la información necesaria para ambos, responder cómo afectará el PIP al ambiente y cómo este puede impactarlo.
9. El desarrollo de capacidades para la gestión del riesgo no solo se debe centrar en los evaluadores de PIP (OPI), sino también en los formuladores de estudios. Las discusiones entre estos actores permitirán establecer criterios y consensos para el abordaje de la gestión del riesgo en los PIP.

28. Más allá de los casos que se documentan en el este trabajo, es común encontrar en el país establecimientos de salud o escuelas que han sido construidas en cauces de huaicos, quebradas con presencia de deslizamientos o zonas inundables, entre otros, sin que la población reclame por su exposición al riesgo.

29. Muchas veces quienes generan las amenazas o los peligros no son los que sufren los daños y las pérdidas.

10. Es importante que los operadores del SNIP establezcan sinergias con los involucrados en la elaboración de las normas técnicas para las inversiones en los temas de planificación del territorio y gestión ambiental.
11. Los avances conceptuales y metodológicos en relación con la gestión del riesgo son permanentes. Asimismo, la aplicación del AdR en los estudios de preinversión ha generado mayor conocimiento que se debe sistematizar e incorporar a las pautas metodológicas. Los instrumentos y las herramientas metodológicas requieren revisiones y actualizaciones continuas.
12. Se ha observado que la población que habita en áreas donde ocurren amenazas/peligros pierde la percepción del riesgo cuando se sienten beneficiados por la ejecución de medidas de reducción del riesgo en su localidad, aun cuando el riesgo permanezca. Debido a ello, resulta imperativo que las autoridades incorporen la gestión del riesgo de desastre en las regulaciones y el monitoreo de la ocupación del territorio.



# Bibliografía

- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2000a). *Estudio de evaluación de amenazas y vulnerabilidad frente a los huaycos e inundaciones, San Mateo de Huanchor*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2000b). *Estudio de evaluación de amenazas y vulnerabilidad frente a los huaycos e inundaciones, Cocachacra*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2000c). *Estudio de evaluación de amenazas y vulnerabilidad frente a los huaycos e inundaciones, Santa Eulalia*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2000d). *Estudio de evaluación de amenazas y vulnerabilidad frente a los huaycos e inundaciones, Matucana*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2000e). *Estudio de evaluación de amenazas y vulnerabilidad frente a los huaycos e inundaciones, San Jerónimo de Surco*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2001a). *Conociendo los riesgos de las localidades ubicadas en los distritos de Aplao, Huancarqui y Corire, provincia de Castilla, departamento de Arequipa*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2001b). *Informe de daños actualizado de la provincia de Castilla*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002a). *Expediente técnico de la remodelación de 4 diques de la quebrada Chihuanpuco, Matucana*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002b). *Expediente técnico: obras de defensa de la margen izquierda del río Rímac, sector urbano de Matucana*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002c). *Expediente técnico: obras de protección y defensa de la quebrada de Huarca, San Mateo de Huanchor*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002d). *Memoria descriptiva de estructuras. Obra: construcción de módulos de vivienda de quincha mejorada. Localidades de Villa Hermosa y Pedregal, distrito de Uraça-Corire, provincia de Castilla, departamento de Arequipa*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002e). *Memoria descriptiva de estructuras. Obra: construcción de módulos de vivienda de quincha mejorada. Localidad de La Central, distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa*. Lima: PREDES.



## Evaluación de la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo de desastre en los proyectos de inversión pública



- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002f). *Memoria descriptiva de estructuras. Obra: construcción de módulos de vivienda de quincha mejorada. Localidad de La Candelaria, distrito de Uraca-Corire, provincia de Castilla, departamento de Arequipa*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002g). *Memoria descriptiva de arquitectura, módulo y vivienda final y memoria descriptiva de estructuras: módulo Huancarqui*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002h). *Memoria descriptiva de arquitectura, módulo y vivienda final y memoria descriptiva de estructuras: módulo Villa Hermosa Pedregal*. Lima: PREDES.
- Córdova Saavedra, Savina Emérita y Manuel Albán Salazar. (2007). *Reconversión productiva agrícola para el ordenamiento territorial del distrito de Morropón*. Morropón: Municipalidad Distrital de Morropón (MDM).
- Empresa de Generación Eléctrica Machu Picchu S. A. (EGEMSA). (2002). *Bases generales de la obra «Estabilidad de taludes y protección del patio de llaves de la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu»*. Cusco: EGEMSA.
- Empresa de Generación Eléctrica Machu Picchu S. A. (EGEMSA). (2003). *Bases generales de la obra «Construcción del túnel de desvío de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu»*. Cusco: EGEMSA.
- Flores Pernet, Nicolás Manuel y José Alberto López Sologuren. (2007). *Reducción de los riesgos asociados a las sequías a través de la incorporación de nuevos cultivos en la rotación anual de los terrenos de cultivo de arroz: el caso del distrito de Morropón en el departamento de Piura*. Morropón: MDM.
- Fontaine, Ernesto. (1988). *Evaluación social de proyectos* (quinta edición revisada). Santiago de Chile: Universidad Católica.
- Medina Rengifo, Juvenal. (2002). *Evaluación geodinámica-geotécnica preliminar. Localidades de La Central, El Castillo, Cosos, Casquina, Caspani, Cochate, La Real, Maran, Querulpa, La Candelaria, Villa Hermosa y Huancarqui. Distritos de Aplao, Huancarqui y Corire, provincia de Castilla, departamento de Arequipa*. Lima: PREDES.
- Perú. Gobierno Regional Ica, Dirección Regional de Agricultura. (2006). *Expediente técnico del «Proyecto de rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas»*. Ica: Gobierno Regional Ica.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002e). *Memoria descriptiva de estructuras. Obra: construcción de módulos de vivienda de quincha mejorada. Localidad de La Central, distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa*. Lima: PREDES.

## BIBLIOGRAFÍA

- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002f). *Memoria descriptiva de estructuras. Obra: construcción de módulos de vivienda de quincha mejorada. Localidad de La Candelaria, distrito de Uraca-Corire, provincia de Castilla, departamento de Arequipa*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002g). *Memoria descriptiva de arquitectura, módulo y vivienda final y memoria descriptiva de estructuras: módulo Huancarqui*. Lima: PREDES.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2002h). *Memoria descriptiva de arquitectura, módulo y vivienda final y memoria descriptiva de estructuras: módulo Villa Hermosa Pedregal*. Lima: PREDES.
- Córdova Saavedra, Savina Emérita y Manuel Albán Salazar. (2007). *Reconversión productiva agrícola para el ordenamiento territorial del distrito de Morropón*. Morropón: Municipalidad Distrital de Morropón (MDM).
- Empresa de Generación Eléctrica Machu Picchu S. A. (EGEMSA). (2002). *Bases generales de la obra «Estabilidad de taludes y protección del patio de llaves de la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu»*. Cusco: EGEMSA.
- Empresa de Generación Eléctrica Machu Picchu S. A. (EGEMSA). (2003). *Bases generales de la obra «Construcción del túnel de desvío de la Central Hidroeléctrica Machu Picchu»*. Cusco: EGEMSA.
- Flores Pernet, Nicolás Manuel y José Alberto López Sologuren. (2007). *Reducción de los riesgos asociados a las sequías a través de la incorporación de nuevos cultivos en la rotación anual de los terrenos de cultivo de arroz: el caso del distrito de Morropón en el departamento de Piura*. Morropón: MDM.
- Fontaine, Ernesto. (1988). *Evaluación social de proyectos* (quinta edición revisada). Santiago de Chile: Universidad Católica.
- Medina Rengifo, Juvenal. (2002). *Evaluación geodinámica-geotécnica preliminar. Localidades de La Central, El Castillo, Cosos, Casquina, Caspani, Cochate, La Real, Maran, Querulpa, La Candelaria, Villa Hermosa y Huancarqui. Distritos de Aplao, Huancarqui y Corire, provincia de Castilla, departamento de Arequipa*. Lima: PREDES.
- Perú. Gobierno Regional Ica, Dirección Regional de Agricultura. (2006). *Expediente técnico del «Proyecto de rehabilitación y construcción de diques en la quebrada de Cansas»*. Ica: Gobierno Regional Ica.
- Perú. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). Consultado en <http://sinadeci.indeci.gob.pe/estadis/repEMERGENCIAS.aspx>.
- Perú. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM). (2006, octubre). *Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo*. Serie Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión de Riesgo de Desastres. Lima: MEF, DGPM.
- Perú. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM). (2007). *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis de riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública*. Serie Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión de Riesgo de Desastres. Lima: MEF, DGPM.
- Perú. Ministerio de la Presidencia. (2000). *Estudio de factibilidad: «Solución de la problemática de desbordes e inundaciones del río Ica y quebrada Cansas/Chanchajalla»*. Lima: Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) / Proyecto Especial Tambo Ccaracocha (PETACC) / Comité Ejecutivo de Reconstrucción de El Niño (CEREN).

- Perú. Municipalidad Distrital de Morropón (MDM). (2006). *Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón: cadenas productivas como estrategia de competitividad y articulación de los productores al mercado*. Morropón: MDM.
- Perú. Municipalidad Distrital de San Mateo de Huanchor y PREDES. (2000). *Diagnóstico y Plan de Prevención en el Distrito de San Mateo de Huanchor*. Lima: PREDES.
- Perú. Municipalidad Distrital de Santa Cruz de Cocachacra y PREDES. (2000). *Diagnóstico y Plan de Prevención en el Distrito de Santa Cruz de Cocachacra*. Lima: PREDES.
- Perú. Municipalidad Provincial de Huarochirí, Matucana, y PREDES. (2000). *Plan de Prevención de Desastres de Matucana*. Lima: PREDES.
- Proyecto de Gestión de Riesgo y Desastres-COPASA-GTZ. (2005). *Expediente técnico del proyecto «Ampliación del Centro de Salud Pampacolca, Módulo de Atención para Madres Gestantes»*. Arequipa: PGRD-COPASA.

## PRINCIPALES SIGLAS, ABREVIATURAS Y CONCEPTOS

<b>AdR</b>	Análisis del riesgo de desastres
<b>Conceptos</b>	Conceptos asociados a la gestión del riesgo en la planificación e inversión para el desarrollo aprobados por la DGPM el año 2006
<b>DGPM</b>	Dirección General de Programación Multianual del Sector Público
<b>EGEMSA</b>	Empresa de Generación Eléctrica Machu Picchu S. A.
<b>GdR</b>	Gestión del riesgo de desastres
<b>INDECI</b>	Instituto Nacional de Defensa Civil
<b>MRR</b>	Medidas de reducción del riesgo de desastres
<b>Pautas metodológicas</b>	Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los proyectos de inversión pública aprobadas por la DGPM el año 2007
<b>PDRS - GTZ</b>	Programa Desarrollo Rural Sostenible de la GTZ
<b>PGRD-COPASA</b>	Proyecto de Gestión de Riesgos de Desastres Naturales con enfoque de Seguridad Alimentaria
<b>PIP</b>	Proyecto de inversión pública
<b>PREDES</b>	Centro de Estudios y Prevención de Desastres
<b>SNIP</b>	Sistema Nacional de Inversión Pública

**Evaluación de la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo de desastre en los proyectos de inversión pública**



## ANEXO I

### APOYO A LA RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS E INFRAESTRUCTURA DE AGUA AFECTADA POR EL SISMO DEL 23 DE JUNIO DE 2001 EN LA PROVINCIA DE CASTILLA

#### Formato 1. Identificación de peligros en la zona de ejecución del proyecto

##### Parte A. Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en la zona

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			Inundaciones	X		
Lluvias intensas		X		Lluvias intensas		X	
Heladas		X		Heladas		X	
Friaje / nevada		X		Friaje / nevada		X	
Sismos	X			Sismos	X		
Sequías		X		Sequías		X	
Huaicos	X			Huaicos	X		
Derrumbes / deslizamientos	X			Derrumbes / deslizamientos	X		
Tsunami		X		Tsunami		X	
Incendios urbanos		X		Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X		Derrames tóxicos		X	
Otros				Otros			
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?					Sí	No	
					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?					Sí	No	
					X		

Fuente: PREDES.

**Parte B. Preguntas sobre características específicas de peligros**

Peligros	Sí	No	Frecuencia (a)				Severidad (b)				"Resultado (c) = (a)*(b)"
			Baja	Media	Alta	"Sin información"	Baja	Media	Alta	"Sin información"	
<b>Inundación</b>											
¿Existen zonas con problemas de inundación?	X			2				2			4
¿Existe sedimentación en el río o la quebrada?	X			2			1				2
¿Cambia el flujo del río o la acequia principal que estará involucrado con el proyecto?		X									
<b>Lluvias intensas</b>		X									
<b>Derrumbes / deslizamientos</b>											
¿Existen procesos de erosión?	X			2			1				2
¿Existe mal drenaje de suelos?		X									
¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas geológicas en las laderas?	X				3				3		9
¿Existen antecedentes de deslizamientos?	X		1				1				1
¿Existen antecedentes de derrumbes?	X				3				3		9
<b>Heladas</b>		X									
<b>Friajes / nevadas</b>		X									
<b>Sismos</b>	X			2						3	6
<b>Sequías</b>		X									
<b>Huaicos</b>											
¿Existen antecedentes de huaicos?	X		1					2			2
<b>Incendios urbanos</b>		X									
<b>Derrames tóxicos</b>		X									
<b>Otros</b>											

Fuente: PREDES.

**Formato 2. Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto**

Preguntas	Sí	No	Comentarios
<b>A. Análisis de vulnerabilidad por exposición (localización)</b>			
1. ¿La localización escogida para la ubicación del proyecto evita su exposición a peligros?	X		Se hicieron estudios geológico y suelos.
2. Si la localización prevista para el proyecto lo expone a situaciones de peligro, ¿es posible, técnicamente, cambiar la ubicación el proyecto a una zona menos expuesta?			
<b>B. Análisis de vulnerabilidad por fragilidad (tamaño, tecnología)</b>			
1. ¿La construcción de la infraestructura sigue la normativa vigente, de acuerdo con el tipo de infraestructura de que se trate?		X	Aún no se cuenta con normas para la quincha mejorada.
2. ¿Los materiales de construcción consideran las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Se ha considerado el uso de cemento tipo V y protección de la madera con petróleo y brea.
3. ¿El diseño toma en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Los módulos de vivienda están en condiciones de resistir grandes sismos.
4. ¿La decisión sobre el tamaño del proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Se consideraron 13 centros poblados para lograr un mayor impacto en la zona.
5. ¿La tecnología propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		La tecnología elegida es adecuada a la zona y contempla la sismicidad. Se ha considerado refuerzos en la cimentación en casos de suelo de menor resistencia.
6. ¿Las decisiones de fecha de inicio y de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		El proyecto se desarrolló en época adecuada para la zona de costa.
<b>C. Análisis de vulnerabilidad por resiliencia</b>			
1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos para hacer frente a la ocurrencia de peligros?	X		Otras iniciativas han construido con ladrillo y concreto.
2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?		X	Los municipios no destinan fondos para emergencias.
3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?		X	Los municipios no cuentan con planes de emergencia.
4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y/o organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		Se fortalecieron la organización comunal y los lazos de cooperación.
5. ¿La población beneficiaria del proyecto conoce los potenciales daños que se generarían si el proyecto se ve afectado por una situación de peligro?	X		Recibieron capacitación en prevención y respuesta a emergencias.

Fuente: PREDES.



**Formato 3. Identificación del grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia**

Factor de vulnerabilidad	Variable	Grado de vulnerabilidad		
		Bajo	Medio	Alto
Exposición	(A) Localización del proyecto respecto de la condición del peligro			X
	(B) Características del terreno	X		
Fragilidad	(C) Tipo de construcción		X	
	(D) Aplicación de normas de construcción			X
Resiliencia	(E) Actividad económica de la zona		X	
	(F) Situación de pobreza de la zona		X	
	(G) Integración institucional de la zona		X	
	(H) Nivel de organización de la población		X	
	(I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población		X	
	(J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres		X	
	(K) Existencia de recursos financieros para respuestas ante desastres	X		

Fuente: PREDES.

## ANEXO 2

### PREVENCIÓN Y PREPARATIVOS PARA AFRONTAR HUAICOS E INUNDACIONES EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO RÍMAC (DIPECHO I)

#### Formato 1. Identificación de peligros en la zona de ejecución del proyecto

##### Parte A. Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en la zona

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretenden 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			Inundaciones	X		
Lluvias intensas		X		Lluvias intensas		X	
Heladas		X		Heladas		X	
Friaje / nevada		X		Friaje / nevada		X	
Sismos	X			Sismos	X		
Sequías		X		Sequías		X	
Huaicos	X			Huaicos	X		
Derrumbes / deslizamientos	X			Derrumbes / deslizamientos	X		
Tsunami		X		Tsunami		X	
Incendios urbanos		X		Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos	X			Derrames tóxicos	X		
Otros				Otros			
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?					Sí	No	
					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?					Sí	No	
					X		

Fuente: PREDES.

**Parte B. Preguntas sobre características específicas de peligros**

Peligros	Sí	No	Frecuencia (a)				Severidad (b)				"Resultado (c) = (a)*(b)"
			Baja	Media	Alta	Sin información	Baja	Media	Alta	Sin información	
<b>Inundación</b>											
¿Existen zonas con problemas de inundación?	X				3			2			6
¿Existe sedimentación en el río o la quebrada?	X				3			2			6
¿Cambia el flujo del río o la acequia principal que estará involucrado con el proyecto?		X									
<b>Lluvias intensas</b>		X									
<b>Derrumbes / deslizamientos</b>											
¿Existen procesos de erosión?	X				3			2			6
¿Existe mal drenaje de suelos?		X									
¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas geológicas en las laderas?	X			2				2			4
¿Existen antecedentes de deslizamientos?	X			2				2			4
¿Existen antecedentes de derrumbes?	X			2				2			4
<b>Heladas</b>		X									
<b>Friajes / nevadas</b>		X									
<b>Sismos</b>	X			2				2			4
<b>Sequías</b>		X									
<b>Huaicos</b>	X				3				3		9
¿Existen antecedentes de huaicos?	X				3				3		9
<b>Incendios urbanos</b>		X									
<b>Derrames tóxicos</b>	X		1					1			1
<b>Otros</b>											

Fuente: PREDES.

## Formato 2. Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto

Preguntas	Sí	No	Comentarios
<b>A. Análisis de vulnerabilidad por exposición (localización)</b>			
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 menos expuesta?			
<b>B. Análisis de vulnerabilidad por fragilidad (tamaño, tecnología)</b>			
1. ¿La construcción de la infraestructura sigue la normativa vigente, de acuerdo con el tipo de infraestructura de que se trate?		X	No existen normas sobre la mayor parte de las obras demostrativas.
2. ¿Los materiales de construcción consideran las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Se consideraron materiales y mano de obra calificada local.
3. ¿El diseño toma en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Las obras se han calculado para máximas avenidas.
4. ¿La decisión sobre el tamaño del proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Se priorizaron las capitales distritales.
5. ¿La tecnología propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Se ha considerado la sismicidad de la zona.
6. ¿Las decisiones de fecha de inicio y de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Se han construido obras en época de estiaje.
<b>C. Análisis de vulnerabilidad por resiliencia</b>			
1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos para hacer frente a la ocurrencia de peligros?	X		SAT
2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		Aunque insuficientes. No hay inversión en mantenimiento de obras (por ej.: descolmatación).
3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		Los municipios cuentan con Planes de Emergencia.
4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y/u organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		Fortalecimiento de los CDC y los COE.
5. ¿La población beneficiaria del proyecto conoce los potenciales daños que se generarían si el proyecto se ve afectado por una situación de peligro?	x		Capacitación y sensibilización como componentes del proyecto.

Fuente: PREDES.

**Formato 3. Identificación del grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia**

Factor de vulnerabilidad	Variable	Grado de vulnerabilidad		
		Bajo	Medio	Alto
Exposición	(A) Localización del proyecto respecto de la condición del peligro			X
	(B) Características del terreno	X		
Fragilidad	(C) Tipo de construcción		X	
	(D) Aplicación de normas de construcción	X		
Resiliencia	(E) Actividad económica de la zona		X	
	(F) Situación de pobreza de la zona		X	
	(G) Integración institucional de la zona		X	
	(H) Nivel de organización de la población		X	
	(I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población			X
	(J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres		X	
	(K) Existencia de recursos financieros para respuestas ante desastres			X

Fuente: PREDES.

## ANEXO 3

### AMPLIACIÓN DEL CENTRO DE SALUD: MÓDULO DE ATENCIÓN PARA MADRES GESTANTES, CLAS PAMPACOLCA

#### Formato 1. Identificación de peligros en la zona de ejecución del proyecto

##### Parte A. Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en la zona

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		Inundaciones		X	
Lluvias intensas		X		Lluvias intensas		X	
Heladas		X		Heladas		X	
Friaje / nevada		X		Friaje / nevada		X	
Sismos	X			Sismos	X		Estudios de microzonificación sísmica
Sequías		X		Sequías		X	
Huaicos	X			Huaicos		X	
Derrumbes / deslizamientos		X		Derrumbes / deslizamientos		X	
Tsunami		X		Tsunami		X	
Incendios urbanos		X		Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X		Derrames tóxicos		X	
Otros		X		Otros		X	
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?					Sí	No	
					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?					Sí	No	

Fuente: PGRDS-COPASA

**Parte B. Preguntas sobre características específicas de peligros**

Peligros	Sí	No	Frecuencia (a)				Severidad (b)				"Resultado (c) = (a)*(b)"
			Baja	Media	Alta	Sin información	Baja	Media	Alta	Sin información	
<b>Inundación</b>											
¿Existen zonas con problemas de inundación?		X									
¿Existe sedimentación en el río o la quebrada?		X									
¿Cambia el flujo del río o la acequia principal que estará involucrado con el proyecto?		X									
<b>Lluvias intensas</b>											
<b>Derrumbes / deslizamientos</b>											
¿Existen procesos de erosión?		X									
¿Existe mal drenaje de suelos?		X									
¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas geológicas en las laderas?		X									
¿Existen antecedentes de deslizamientos?		X									
¿Existen antecedentes de derrumbes?		X									
<b>Heladas</b>		X									
<b>Friajes / nevadas</b>		X									
<b>Sismos</b>	X		1					2			2
<b>Sequías</b>		X									
<b>Huaicos</b>	X		1				1				1
¿Existen antecedentes de huaicos?	X										
<b>Incendios urbanos</b>		X									
<b>Derrames tóxicos</b>		X									
<b>Otros</b>		X									

Fuente: PGRDS-COPASA

## Formato 2. Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto

Preguntas	Sí	No	Comentarios
<b>A. Análisis de vulnerabilidad por exposición (localización)</b>			
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 menos expuesta?			
<b>B. Análisis de vulnerabilidad por fragilidad (tamaño, tecnología)</b>			
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 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 sobre el 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 de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	x		
<b>C. Análisis de vulnerabilidad por resiliencia</b>			
1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos para hacer frente a la ocurrencia de peligros?	X		
2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		Fondos de emergencia del mismo municipio
3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		Plan de trabajo del Comité de Defensa Civil Planes de emergencia
4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y/o organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?		X	
5. ¿La población beneficiaria del proyecto conoce los potenciales daños que se generarían si el proyecto se ve afectado por una situación de peligro?	X		

Fuente: PGRD-COPASA



**Formato 3. Identificación del grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia**

Factor de vulnerabilidad	Variable	Grado de vulnerabilidad		
		Bajo	Medio	Alto
Exposición	(A) Localización del proyecto respecto de la condición del peligro	X		
	(B) Características del terreno	X		
Fragilidad	(C) Tipo de construcción	X		
	(D) Aplicación de normas de construcción	X		
Resiliencia	(E) Actividad económica de la zona		X	
	(F) Situación de pobreza de la zona			X
	(G) Integración institucional de la zona			X
	(H) Nivel de organización de la población		X	
	(I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población		X	
	(J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres		X	
	(K) Existencia de recursos financieros para respuestas ante desastres		X	

Fuente: PGRD-COPASA

#### Formato 1. Identificación de peligros en la zona de ejecución del proyecto

##### Parte A. Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en la zona

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretenden 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		1998	Inundaciones	X		PETACC
Lluvias intensas	X		1998	Lluvias intensas	X		
Heladas		X		Heladas		X	
Friaje / nevada		X		Friaje / nevada		X	
Sismos		X		Sismos		X	
Sequías	X			Sequías		X	
Huaicos	X		1998	Huaicos	X		PETACC
Derrumbes / deslizamientos		X		Derrumbes / deslizamientos		X	
Tsunami		X		Tsunami		X	
Incendios urbanos		X		Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X		Derrames tóxicos		X	
Otros				Otros			
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?					Sí	No	
					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?					Sí	No	

Fuente: MINAG Ica

**Parte B. Preguntas sobre características específicas de peligros**

Peligros	Sí	No	Frecuencia (a)				Severidad (b)				"Resultado (c) = (a)*(b)"
			Baja	Media	Alta	"Sin información"	Baja	Media	Alta	"Sin información"	
<b>Inundación</b>											
¿Existen zonas con problemas de inundación?	X				3			3			9
¿Existe sedimentación en el río o la quebrada?	X			2			2				4
¿Cambia el flujo del río o la acequia principal que estará involucrado con el proyecto?	X		1				1				1
<b>Lluvias intensas</b>											
<b>Derrumbes / deslizamientos</b>											
¿Existen procesos de erosión?	X			2			2				4
¿Existe mal drenaje de suelos?	X			2			1				2
¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas geológicas en las laderas?		X									
¿Existen antecedentes de deslizamientos?		X									
¿Existen antecedentes de derrumbes?		X									
<b>Heladas</b>		X									
<b>Friajes / nevadas</b>		X									
<b>Sismos</b>		X									
<b>Sequías</b>		X									
<b>Huaicos</b>											
¿Existen antecedentes de huaicos?	X		1					3			3
<b>Incendios urbanos</b>		X									
<b>Derrames tóxicos</b>		X									
<b>Otros</b>		X									

Fuente: MINAG Ica

## Formato 2. Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto

Preguntas	Sí	No	Comentarios
<b>A. Análisis de vulnerabilidad por exposición (localización)</b>			
1. ¿La localización escogida para la ubicación del proyecto evita su exposición a peligros?		X	Los diques construidos solo reducen los riesgos de inundaciones.
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 menos expuesta?	X		Hacia aguas arriba.
<b>B. Análisis de vulnerabilidad por fragilidad (tamaño, tecnología)</b>			
1. ¿La construcción de la infraestructura sigue la normativa vigente, de acuerdo con el tipo de infraestructura de que se trate?	X		Es con el material propio de la zona.
2. ¿Los materiales de construcción consideran las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Todo el material que se empleó en la obra es de la misma zona, por ello se hace más económico.
3. ¿El diseño toma en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Se ha tomado como antecedente la caída del huaico del año 1998.
4. ¿La decisión de tamaño del proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Está en función del ancho de la quebrada, ya que cierra toda la quebrada, uno de los objetivos es laminar lo más ancho posible.
5. ¿La tecnología propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Son estructuras bastante estables ante los movimientos sísmicos y la presión de las aguas y/o fallas por entubado.
6. ¿Las decisiones de fecha de inicio y de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		Efectivamente, siempre se considera realizar los trabajos antes del periodo de llegada de las aguas de avenida, debido a que se expondría a la maquinaria y el personal de la obra.
<b>C. Análisis de vulnerabilidad por resiliencia</b>			
1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos para hacer frente a la ocurrencia de peligros?		X	Es pura quebrada.
2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?		X	Solo el presupuesto de obra.
3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?		X	Solo el presupuesto de obra.
4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y/o organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?		X	Solo el presupuesto de obra.
5. ¿La población beneficiaria del proyecto conoce los potenciales daños que se generarían si el proyecto se ve afectado por una situación de peligro?	X		Pero falta difundir los riesgos a los que están expuestos.

Fuente: MINAG Ica

**Formato 3. Identificación del grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia**

Factor de vulnerabilidad	Variable	Grado de vulnerabilidad		
		Bajo	Medio	Alto
Exposición	(A) Localización del proyecto respecto de la condición del peligro		X	
	(B) Características del terreno	X		
Fragilidad	(C) Tipo de construcción	X		
	(D) Aplicación de normas de construcción	X		
Resiliencia	(E) Actividad económica de la zona		X	
	(F) Situación de pobreza de la zona			X
	(G) Integración institucional de la zona	X		
	(H) Nivel de organización de la población	X		
	(I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población		X	
	(J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres	X		
	(K) Existencia de recursos financieros para respuestas ante desastres	X		

Fuente: MINAG Ica

#### Formato 1. Identificación de peligros en la zona de ejecución del proyecto

##### Parte A. Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en la zona

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretenden 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			Inundaciones	X		
Lluvias intensas		X		Lluvias intensas		X	
Heladas		X		Heladas		X	
Friaje / nevada		X		Friaje / nevada		X	
Sismos		X		Sismos		X	
Sequías		X		Sequías		X	
Huaicos	X			Huaicos	X		Estudio de vulnerabilidad
Derrumbes / deslizamientos	X			Derrumbes / deslizamientos	X		Estudio de vulnerabilidad
Tsunami		X		Tsunami		X	
Incendios urbanos		X		Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X		Derrames tóxicos		X	
Otros				Otros			
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?					Sí	No	
					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?					Sí	No	

Fuente: EGEMSA.

**Parte B. Preguntas sobre características específicas de peligros**

Peligros	Sí	No	Frecuencia (a)				Severidad (b)				"Resultado (c) = (a)*(b)"
			Baja	Media	Alta	Sin información	Baja	Media	Alta	Sin información	
<b>Inundación</b>											
¿Existen zonas con problemas de inundación?		X									
¿Existe sedimentación en el río o la quebrada?	X					4	1				4
¿Cambia el flujo del río o la acequia principal que estará involucrado con el proyecto?		X									
<b>Lluvias intensas</b>											
<b>Derrumbes / deslizamientos</b>											
¿Existen procesos de erosión?		X									
¿Existe mal drenaje de suelos?		X									
¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas geológicas en las laderas?	X			2				2			4
¿Existen antecedentes de deslizamientos?	X			2				2			4
¿Existen antecedentes de derrumbes?	X			2			1				2
<b>Heladas</b>		X									
<b>Friajes / nevadas</b>		X									
<b>Sismos</b>		X									
<b>Sequías</b>		X									
<b>Huaicos</b>											
¿Existen antecedentes de huaicos?	X		1						3		3
<b>Incendios urbanos</b>		X									
<b>Derrames tóxicos</b>		X									
<b>Otros</b>											

Fuente: EGEMSA.

## Formato 2. Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto

Preguntas	Sí	No	Comentarios
<b>A. Análisis de vulnerabilidad por exposición (localización)</b>			
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 menos expuesta?	X		
<b>B. Análisis de vulnerabilidad por fragilidad (tamaño, tecnología)</b>			
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 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 sobre el 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 de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
<b>C. Análisis de vulnerabilidad por resiliencia</b>			
1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos para hacer frente a la ocurrencia de peligros?	X		
2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿Existen mecanismos organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y/o organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
5. ¿La población beneficiaria del proyecto conoce los potenciales daños que se generarían si el proyecto se ve afectado por una situación de peligro?	X		

Fuente: EGEMSA.



**Formato 3. Identificación del grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia**

Factor de vulnerabilidad	Variable	Grado de vulnerabilidad		
		Bajo	Medio	Alto
Exposición	(A) Localización del proyecto respecto de la condición del peligro		X	
	(B) Características del terreno	X		
Fragilidad	(C) Tipo de construcción	X		
	(D) Aplicación de normas de construcción	X		
Resiliencia	(E) Actividad económica de la zona	X		
	(F) Situación de pobreza de la zona		X	
	(G) Integración institucional de la zona	X		
	(H) Nivel de organización de la población		X	
	(I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población		X	
	(J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres		X	
	(K) Existencia de recursos financieros para respuestas ante desastres	X		

Fuente: EGEMSA.

#### Formato 1. Identificación de peligros en la zona de ejecución del proyecto

##### Parte A. Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en la zona

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretenden 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		El Fenómeno El Niño	Inundaciones	X		
Lluvias intensas	X		El Fenómeno El Niño	Lluvias intensas	X		
Heladas		X		Heladas		X	
Friaje / nevada		X		Friaje / nevada		X	
Sismos		X		Sismos		X	
Sequías	X			Sequías	X		
Huaicos		X		Huaicos		X	
Derrumbes / deslizamientos		X		Derrumbes / deslizamientos		X	
Tsunami		X		Tsunami		X	
Incendios urbanos		X		Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X		Derrames tóxicos		X	
Otros		X		Otros		X	
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?					Sí	No	
					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 del proyecto?					Sí	No	
					X		

Elaboración: Consultor

Fuente: Municipalidad Distrital de Morropón (2006), Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón: cadenas productivas como estrategia de competitividad y articulación de los productores al mercado.

**Parte B. Preguntas sobre características específicas de peligros**

Peligros	Sí	No	Frecuencia (a)				Severidad (b)				"Resultado (c) = (a)*(b)"
			Baja	Media	Alta	Sin información	Baja	Media	Alta	Sin información	
<b>Inundación</b>	X		1				2		2		
¿Existen zonas con problemas de inundación?											
¿Existe sedimentación en el río o la quebrada?											4
¿Cambia el flujo del río o la acequia principal que estará involucrado con el proyecto?											
<b>Lluvias intensas</b>	X		1					3	3		
<b>Derrumbes / deslizamientos</b>		X									
¿Existen procesos de erosión?											
¿Existe mal drenaje de suelos?											
¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas geológicas en las laderas?											4
¿Existen antecedentes de deslizamientos?											4
¿Existen antecedentes de derrumbes?											2
<b>Heladas</b>		X									
<b>Friajes / nevadas</b>		X									
<b>Sismos</b>		X									
<b>Sequías</b>	X			2				3	6		
<b>Huaicos</b>		X									
¿Existen antecedentes de huaicos?											3
<b>Incendios urbanos</b>		X									
<b>Derrames tóxicos</b>		X									
<b>Otros</b>		X									

Fuente: Municipalidad Distrital de Morropón (2006), Fomento y desarrollo del cultivo de frijol en el distrito de Morropón: cadenas productivas como estrategia de competitividad y articulación de los productores al mercado.

**Formato 2. Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto**

Preguntas	Sí	No	Comentarios
<b>A. Análisis de vulnerabilidad por exposición (localización)</b>			
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 menos expuesta?		X	
<b>B. Análisis de vulnerabilidad por fragilidad (tamaño, tecnología)</b>			
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 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 sobre el 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 de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?	X		
<b>C. Análisis de vulnerabilidad por resiliencia</b>			
1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos para hacer frente a la ocurrencia de peligros?		X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productores aplican prácticas y técnicas de riego parcelario inadecuadas, desperdiciando este recurso.</li> <li>• Desconocimiento de los productores de tecnologías productivas adaptables a condiciones de sequía moderada y uso inadecuado de la infraestructura de riego y agua del subsuelo.”</li> </ul>
2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?		X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familias productoras con escasos recursos económicos por la no rentabilidad de los cultivos tradicionales y pocas oportunidades de empleo.</li> <li>• Carencia de recursos económicos en la Comisión de Regantes Morropón-La Gallega para invertir en obras de mejoramiento de la infraestructura de riego (captación y conducción).</li> <li>• Escasos recursos económicos en el gobierno local limitan el fomento de actividades agropecuarias alternativas.”</li> </ul>

3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?		X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desorganización de las familias productoras para la producción y la comercialización agropecuaria bajo el enfoque de cadenas productivas.</li> <li>• Organizaciones de regantes no gestionan adecuadamente sus sistemas de riego.</li> <li>• Incipiente participación de los productores y sus organizaciones en la toma de decisiones en los procesos de desarrollo impulsados por el gobierno local.”</li> </ul>
4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y/o organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de peligros?	X		
5. ¿La población beneficiaria del proyecto conoce los potenciales daños que se generarían si el proyecto se ve afectado por una situación de peligro?	X		

Elaboración: Consultor

Fuente: Municipalidad Distrital de Morropón (2006).

### Formato 3. Identificación del grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia

Factor de vulnerabilidad	Variable	Grado de vulnerabilidad		
		Bajo	Medio	Alto
Exposición	(A) Localización del proyecto respecto de la condición del peligro	X		
	(B) Características del terreno		X	
Fragilidad	(C) Tipo de construcción	X		
	(D) Aplicación de normas de construcción	X		
Resiliencia	(E) Actividad económica de la zona		X	
	(F) Situación de pobreza de la zona		X	
	(G) Integración institucional de la zona		X	
	(H) Nivel de organización de la población		X	
	(I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población		X	
	(J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres		X	
	(K) Existencia de recursos financieros para respuestas ante desastres		X	

Elaboración: Consultor

Fuente: Municipalidad Distrital de Morropón (2006).



**Dirección General de Programación Multianual del Sector Público,  
Ministerio de Economía y Finanzas (DGPM-MEF) (2010). *Evaluación  
de la rentabilidad social de las medidas de reducción del riesgo de  
desastre en los proyectos de inversión pública.***

Basado en el estudio «Sistematización de proyectos en el ámbito nacional que han incorporado la gestión del riesgo en la formulación y la implementación», elaborado por el consultor Milton Von Hesse con la colaboración de Catherine de La Torre.

Asesoría técnica y edición: Nancy Zapata y Alberto Aquino (PDRS-GTZ)  
Corrección de estilo: Rosa Díaz  
Cuidado de la edición: Verena Bruer  
Diseño: Renzo Rabanal  
Fotografías: Archivo PDRS-GTZ

La impresión del presente documento ha sido posible gracias al apoyo de la Cooperación Suiza para el Desarrollo.

Impreso en:  
Talleres Graficos Paulina S.A.C  
Jr. Luis Varela y Orbegozo Nro. 565, Surquillo.

Primera edición  
Lima – Perú, abril de 2010

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2010-06785.

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



[www.mef.gob.pe](http://www.mef.gob.pe)

[www.pdrs.org.pe](http://www.pdrs.org.pe)