

1. ¿Qué es la exposición?

- ✓ En el contexto de un PIP, la exposición de una UP depende de ubicación en áreas geográficas donde uno o varios peligros podrían presentarse. Este concepto se refiere a: «La localización de las UP existentes cuya capacidad se ampliaría y/o mejoraría, así como de aquellas que se crearán con el proyecto, en áreas de impactos de peligros y que, por tanto, podrían verse afectadas negativamente por la ocurrencia de estos» (DGPI-MEF, 2013).
- ✓ A continuación, te mostramos un ejemplo de una población asentada en las laderas de un río, podemos apreciar que las diversas UP que se han desarrollado se encuentran expuestas a diversos peligros principalmente al de inundaciones.

Ejemplo 1 de exposición



Poblado ubicado en las laderas de un río, en el área de impacto de inundaciones. Las diversas UP están expuestas a este peligro.

Fotografía: MINCETUR

- ✓ Otro ejemplo es la infraestructura de un sistema de riego construido en la cercanía de fallas geológicas capaces de generar temblores, se expone a la ocurrencia de un sismo; es decir, a la posibilidad de verse afectada por movimientos sísmicos de diversas intensidades y sus efectos consecuentes; o bien, los caminos vecinales localizados en una zona donde es alto el peligro de lluvias intensas, se expone a inundaciones.
- ✓ El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), aprobado por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, regula los parámetros a considerar en las edificaciones de cualquier UP que provea un bien o servicio público. Específicamente, para el análisis de exposición en zonas sísmicas, es importante considerar el Capítulo II-Parámetros de sitio, de la Norma E.030 sobre Diseño sismorresistente.

- ✓ También es importante mencionar que además de la Norma E. 030, para el análisis de exposición de proyectos de salud, debemos considerar los parámetros de ubicación señalados en el Artículo 4 del Capítulo III de la Norma A.050:

« Toda obra de carácter hospitalario o establecimiento para la salud, se ubicará en los lugares que expresamente lo señalen los Planes de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Los terrenos para las edificaciones de salud se construirán sobre terrenos con las siguientes características:

En cuanto a su ubicación:

- a) Ser predominantemente planos.
- b) Estar alejados de zonas sujetas a erosión de cualquier tipo (aludes, huaycos, otros similares).
- c) Estar libres de fallas geológicas.
- d) Evitar hondonadas y terrenos susceptibles a inundaciones.
- e) Evitar terrenos arenosos, pantanosos, arcillosos, limosos, antiguos lechos de ríos y/o con presencia de residuos orgánicos o rellenos sanitarios.
- f) Evitar terrenos con aguas subterráneas (se debe excavar mínimo 2.00 mts. detectando que no aflore agua).

[...]

En cuanto a su orientación y factores climáticos:

- a) Vientos dominantes.
- b) Temperaturas extremas,
- c) Precipitaciones pluviales y granizadas más intensas.
- d) Que se pueda lograr iluminación y ventilación suficientes.»

- ✓ Para el sector educación el Artículo 5 del Capítulo II de la Norma A.040 de la RNE regula la ubicación de las edificaciones de uso educativo. Específicamente se señala lo siguiente:

«Las edificaciones de uso educativo, se ubicarán en los lugares señalados en el Plan Urbano y/o considerando lo siguiente:

- a) Acceso mediante vías que permitan el acceso de vehículos para la atención de emergencias.

[...]

- e) Topografías con pendientes menores a 5%.
- f) Bajo nivel de riesgo en términos de morfología del suelo, o posibilidad de ocurrencia de desastres naturales....»

Ejemplo 2 de exposición



Exposición por Asentamiento :
Terreno donado para el colegio.
La ubicación no cumple lo normado
por el Reglamento Nacional de
Construcción ni con las normas
sectoriales específicas.

En los sectores como Educación y Salud que, complementariamente al Reglamento Nacional de Edificaciones, tienen normas específicas donde se regula la ubicación segura de la infraestructura que atañe a sus sectores; así, el MINEDU tiene las Normas Técnicas para el Diseño de locales de Educación Básica Regular; y el MINSA tiene la Guía para la Protección de Establecimientos de Salud ante Desastres Naturales, y la Resolución Ministerial N°335-2005/MINSA que establece las consideraciones a tener en cuenta para la localización de los establecimientos de salud.

- ✓ En ambos casos especialistas en cada una de las materias desarrollan, entre otros temas, regulaciones y recomendaciones respecto a la ubicación de proyectos considerando los peligros que existen en el Perú y las necesidades de protección acordes a la naturaleza de las actividades y equipamiento respectivos.

Ejemplo 3 de exposición



Colegio ubicado en zona
inundable

Fotografía:
www.diariolaprimeraperu.com

2. Paso 1: Determinación del grado de exposición

- ✓ Previamente, cuando hicimos el análisis de peligros, vimos la definición y algunos ejemplos de áreas de impacto. Conocer el área de impacto es vital para determinar si hay exposición; a través de las características del peligro podremos conocer el área probable de impacto. Durante la identificación del PIP, es necesario que se analice la ubicación de la UP en relación con el área de impacto de cada peligro, para ello te recomendamos utilizar la siguiente tabla:

Tabla T6-1: Ubicación de la UP en relación con el área de impacto

¿La ubicación de los elementos de la UP actual genera exposición a peligros?	SÍ	NO	Elementos de la UP	Comentario, alternativas de ubicación
¿Existe conocimiento que los elementos de la UP han sido afectados por algún peligro en el pasado?	SÍ	NO	Elementos de la UP	Comentario, definir la situación
En caso de elementos que han sido impactados por peligros ¿esto fue significativo?	SÍ	NO	Elementos de la UP	Comentario, definir el nivel de daño y tiempo de recuperación

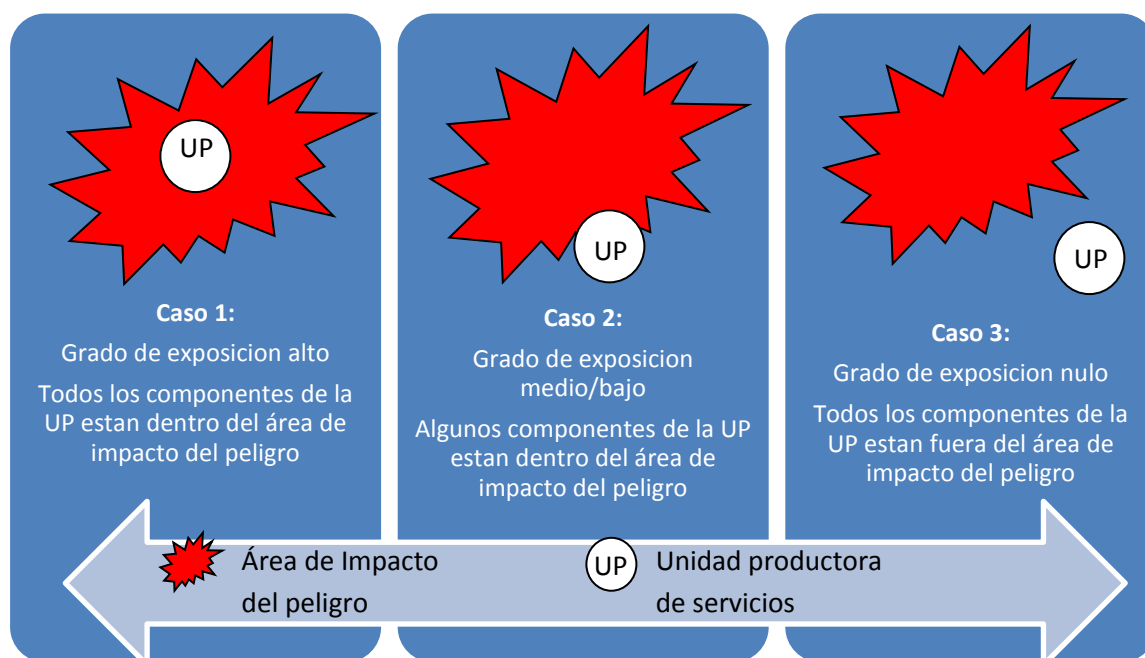
Para determinar el grado de exposición nos basaremos en la información sobre las áreas de impacto de los peligros más relevantes, analizaremos la ubicación de la UP o de sus elementos, a efectos de poder determinar cuál es el grado de exposición de la UP (alto, medio, bajo o nulo), ya que de este dependerá la magnitud de los probables daños a la UP y sus efectos en la prestación del servicio.

En el siguiente diagrama, la UP aparece, de forma simplificada, en tres situaciones:

- Ubicada en su totalidad dentro del área de impacto, lo que significa un alto grado de exposición;

- ii) Localizada parcialmente dentro del área de impacto, dependiendo de la localización de los activos o los componentes de la UP y su importancia relativa para brindar el servicio, el grado de exposición varía entre medio y bajo;
- iii) Cuando la UP está situada fuera del área de impacto el grado de exposición será nulo y el formulador no requerirá analizar su vulnerabilidad.

Gráfico T6-1: Determinación del grado de exposición



Basados en el diagrama anterior, determinaremos el grado de exposición de la UP o de sus elementos utilizando la siguiente tabla:

Tabla T6-2: Determinación del grado de exposición de los elementos de la UP

Peligro	Elementos de la UP	Grado de exposición		
		Bajo	Medio	Alto
Peligro 1	Elemento 1			
	Elemento 2			
	Elemento 3			
				
Peligro 2	Elemento 1			
	Elemento 2			

	Elemento 3			
				
.....				

A continuación te mostramos un breve ejemplo del grado de exposición de algunos componentes de una UP de servicios turísticos.

Ejemplo de grado de exposición de una UP que provee servicios turísticos



Recursos turísticos ubicados dentro del área de impacto de deslizamientos.

Grado de exposición alto.

Fotografía: Proyecto IPACC (BMUB/GIZ)



Senderos de acceso a recursos turísticos, con algunos tramos ubicados dentro del área de impacto de derrumbes y deslizamientos.

Grado de exposición medio.

Fotografía:

Proyecto IPACC (BMUB/GIZ)

3. ¿Qué es la vulnerabilidad y qué factores incluye?

- ✓ Vulnerabilidad es «la susceptibilidad de una unidad productora de bienes/servicios públicos y los usuarios de sufrir daños por la ocurrencia de un peligro» (DGPI-MEF, 2013).
- ✓ La vulnerabilidad representa una característica interna de la UP, o de un elemento que está expuesto, en relación con la capacidad de resistir a uno o varios peligros específicos (fragilidad); y la posibilidad de atender la emergencia y recuperar la capacidad de prestación de los servicios de forma autónoma

(resiliencia), lo que determina las posibilidades de sufrir daños y pérdidas por impactos de los eventos. Ambos la fragilidad y la resiliencia son los factores de la vulnerabilidad.

Ejemplo 1 de vulnerabilidad



Recursos turísticos de restos arqueológicos de barro vulnerables frente a las lluvias.

Fotografía: Aeronoticias.
<http://aeronoticias.com.pe>

- ✓ La vulnerabilidad debe ser analizada identificando las causas de fondo de su existencia, que regularmente se caracterizan por inadecuadas prácticas constructivas, bajos niveles de organización social, y falta de reservas financieras en caso de crisis, entre otros. Además, debe analizarse de manera independiente por cada peligro identificado.

El terremoto de Pisco del año 2007 por ejemplo, nos demostró la alta vulnerabilidad de la infraestructura pública. La magnitud de daños sufridos por las diversas UP dejó en evidencia que la fragilidad fue producto del incumplimiento de las especificaciones técnicas y de las malas prácticas constructivas; asimismo, se demostró la limitada capacidad de respuesta para recuperar las UP de los efectos de un terremoto severo y lograr su reconstrucción. En este caso, las dos variables que definen la vulnerabilidad tienen valores deficitarios, por lo que el grado de vulnerabilidad de las UP que se ubiquen en áreas urbanas en zona sísmica del Perú, es muy alto.

Ejemplo 2 de vulnerabilidad



En el terremoto de Pisco el 2007 diversas UP de servicios públicos colapsaron.

La fragilidad de estos se debió a que no fueron diseñados para afrontar un sismo de 7.9 en la escala de *Mercalli* y a malas prácticas constructivas.



UCI
Universidad para la
Cooperación Internacional



PERÚ

Ministerio
de Economía y Finanzas

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

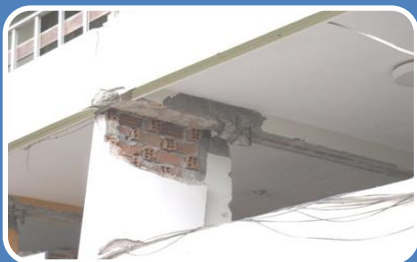
- ✓ Tanto la fragilidad como la resiliencia son variables sobre las que se puede tener en mayor o menor medida control, por lo que se puede considerar acciones en el PIP para afrontar los efectos de un peligro.

4. ¿Qué es la fragilidad?

- ✓ En los PIP, fragilidad es el «Nivel de resistencia que existe frente al impacto de un peligro, explicado por las condiciones de desventaja o debilidad de una Unidad Productora de bienes/servicios públicos frente a dicho peligro». Esta resistencia se refiere fundamentalmente a aspectos estructurales (ingeniería, tecnología, materiales, mano de obra, etc.). Altos grados de resistencia servirán para reducir los efectos de los daños en el momento del impacto de un evento y las consecuentes pérdidas.

En nuestro país, tenemos elementos de las UP que son frágiles y no pueden enfrentar el impacto de los peligros. Esta fragilidad es originada, entre otros, por mal diseño, por fallas estructurales, por fallas en el cálculo, por imprevisiones de tiempo, por mala calidad de la mano de obra, por desconocimiento de las especificaciones técnicas de los materiales a utilizar y por técnicas constructivas inadecuadas. A continuación te mostramos unos ejemplos de fragilidad con las causas más comunes.

Ejemplos de fragilidad



Edificaciones construidas sin seguir la norma sismo resistente

Fotografía: Ing. H. Carpio



Edificaciones con uso de ladrillo pandereta en muros portantes

Fotografía: Ing. H. Carpio



Muros de ladrillo sin amarre de sus columnas de refuerzo, producto de mano de obra no calificada

Fotografía: Ing. H. Carpio



Colegio diseñado sin considerar las normas estructurales de construcción.

Fotografía:

rpp noticias www.rpp.com.pe



Puente diseñado sin considerar las normas estructurales de construcción.

Fotografía:

Radio Capital www.capital.com.pe

5. Paso 2: Evaluar la fragilidad

- ✓ Cuando se realiza el diagnóstico de la UP, se debe analizar si los factores de producción (principalmente infraestructura, equipos) o sus elementos (cuando se trata de sistemas de agua, alcantarillado, sistemas de riego) están en condiciones de soportar el impacto del peligro al que están expuestos.
- ✓ Por ejemplo, cuando se realiza el inventario vial se considera la identificación de los puntos críticos (de exposición a peligros) en la carretera y el estado de la superficie de rodadura y las obras de arte, con esta información se determinará si hay fragilidad o no en dichos puntos.

Ejemplo de fragilidad



Entre las progresivas 2+040 a 2+180 de un camino vecinal se encuentran puntos críticos por exposición a derrumbes. La superficie de rodadura en mal estado.

Se puede concluir que sí hay fragilidad en este tramo.

Fotografía:

Proyecto IPACC (BMUB/GIZ)

- ✓ En el caso de un sistema de agua para riego, se evaluará en la visita si sus elementos (estructura de captación, canal principal, canales secundarios) resistirían el impacto de los peligros a los que están expuestos. Si el canal está ubicado en una ladera propensa a deslizamientos, se evaluará si no sufriría daños al impactarla el material deslizado; si en ese tramo es un canal cubierto podrá resistir, pero si es abierto es posible que quede sepultado.
- ✓ Para evaluar la fragilidad, analizaremos si la UP actual aplicó la normativa legal vigente para su construcción o implementación (por ejemplo, antisísmica, de uso de materiales; de suelos; de hidrología, etc.); asegurando su resistencia y protección ante peligros identificados. Para ello te recomendamos utilizar la siguiente matriz:

Tabla T6-3: Análisis de fragilidad

¿La UP siguió la normativa vigente al momento de su construcción y/o instalación de acuerdo a sus características? Ejemplo: norma antisísmica.	SÍ	NO	Relación de componentes o elementos del PIP	Comentario sobre el peligro al que se refiere
¿La UP utilizó materiales de construcción acordes a las características	SÍ	NO	Relación de componentes o elementos del PIP	Comentario, definir la situación

geográficas y físicas de la zona? Ejemplo: Si se utilizó madera, ¿se consideró el uso de preservantes y selladores para evitar humedad o lluvias?				
¿El diseño tomó en cuenta las características geográficas y físicas de la zona? Ej. ¿Diseño de sistema de captación de río en zonas con presencia del Fenómeno El Niño?	SÍ	NO	Relación de componentes o elementos del PIP	Comentario, definir la situación
¿La tecnología utilizada es acorde a las características geográficas y físicas de la zona?	SÍ	NO	Relación de componentes o elementos del PIP	Comentario, definir la situación

En el ejemplo siguiente podemos observar que la UP no siguió la normativa vigente, ni utilizó un diseño estructural acorde a los eventos hidrometeorológicos de la zona.

Ejemplo de fragilidad



UCI
Universidad para la
Cooperación Internacional



PERÚ

Ministerio
de Economía y Finanzas

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania



La caída de suelo, rocas y piedras produjo un embalse. El puente no resistió el impacto de este peligro, porque no fue diseñado para afrontar este tipo de peligros.

Fragilidad del puente es alta.

Fotografía:

Proyecto IPACC (BMUB/GIZ)

6. ¿Qué es la resiliencia?

Para la inversión pública la resiliencia es «Nivel de asimilación y adaptabilidad; o la capacidad de absorción, preparación y recuperación que puedan tener la UP y los usuarios frente al impacto de un peligro». Es decir, se acepta que la resiliencia tiene dos dimensiones diferenciadas, la de asimilar (resistir, afrontar, tolerar la adversidad) y la adaptabilidad (rehacerse, reconstruir sobre los efectos adversos, mejorar).

Ejemplo 1 de resiliencia



Japon, resiliencia de su infraestructura pública a 2 años del terremoto del 2011.

Fotografía: RPP noticias.

- ✓ La resiliencia aporta de manera inversa al grado de vulnerabilidad. La ausencia de condiciones que propicien la resiliencia aumenta la vulnerabilidad porque contribuye a la consolidación de los efectos del desastre al aumentar la dificultad de superarlo.

Ejemplo 2 de resiliencia



Transporte ferroviario interrumpido durante más de 10 días por caída de rocas. La zona tenía poca accesibilidad. No existían rutas alternas . La UP no tenía un plan de contingencia al peligro de derrumbes. Resiliencia de la UP, baja

Fotografía: EGEMSA

- ✓ Este concepto ayuda a la formulación del proyecto porque hace tácito que el formulador lo diseñe para que la operación del servicio esté preparada para el impacto del peligro después de haber reducido la exposición y la fragilidad; es decir, en situaciones en las que el peligro que se presente sobrepasa el nivel de riesgo aceptable. Así, el proyecto incluirá acciones que le den la capacidad de recuperar el servicio en un breve periodo luego de la ocurrencia del evento si la UP colapsase.

7. Paso 3: Evaluar la resiliencia

La resiliencia de la UP significa la capacidad de asimilar y recuperarse del impacto de un peligro. Para ello debes evaluar, entre otros:

- Si en la UP existen alternativas de provisión del servicio en caso de la interrupción por daños en la UP; si no existen alternativas para que la UP provea el servicio, la capacidad de asimilar es baja.
- La existencia de instrumentos de gestión tales como planes de contingencia, planes de emergencia, protocolos de actuación frente a desastres de la UP.
- Si existen alternativas de suministro para los casos en los que se interrumpa el acceso a la fuente habitual por efectos de un desastre.

Te recomendamos realizar las preguntas de la tabla siguiente:

Tabla T6-4: Análisis de resiliencia

PREGUNTAS	SÍ	NO	COMENTARIOS
1. ¿Existen sistemas alternativos de abastecimiento (mecanismos técnicos) para la provisión de la UP en caso de desastre?			
2. ¿Se tienen fondos (mecanismos financieros) para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?			
3. ¿Existen planes de contingencia (mecanismos organizativos) en la zona para hacer frente a daños ocasionados por desastres?			
4. ¿Existe un comité de defensa civil en la zona, encargado de gestionar las actividades para casos de emergencia?			
5. ¿Los usuarios conocen los potenciales daños que se generarían si los sistemas fueran afectados por una situación de peligro?			

A continuación te mostramos un ejemplo del análisis de resiliencia:

Ejemplo 3 de resiliencia



UCI
Universidad para la
Cooperación Internacional



PERÚ

Ministerio
de Economía y Finanzas

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania



Las fuertes precipitaciones pluviales , ocasionaron derrumbes que bloquearon los tramos 3,5; 5 y 7 de la vía Hiram Bingham que une Aguas Calientes (Machupicchu Pueblo) hacia la Ciudadela Inca de Machupicchu.

Tras los derrumbes el acceso de turistas a la Ciudadela Inca de Machupicchu no se suspendió, ya que los buses que trasladan a los visitantes llegaron hasta el kilómetro 3,5 y de ahí continuaron su recorrido a pie por el camino inca que conduce a la ciudadela.



Asimismo, se contaba con un plan de contingencia y con fondos disponibles ante este tipo de eventos, por lo que la inmediata acción realizada por los obreros para habilitar la vía ha conllevado a que los turistas no se vean perjudicados .

Resiliencia de la UP, alta

Fotografía: La República. www.larepublica.pe

8. Paso 4: Identificación de probables daños y pérdidas

El riesgo de desastres se entiende como los probables daños y pérdidas que sufriría una UP por el impacto de un peligro, debido a su grado de exposición y condiciones de vulnerabilidad.

Entonces sí, del análisis realizado en las tareas anteriores, se concluye que la UP puede sufrir daños por el impacto de un peligro, tendrás que identificar los probables daños que pueden sufrir la UP y los efectos en la prestación del servicio, que serían:

- i. pérdidas en la capacidad de producción parcial o total;
- ii. pérdidas de beneficios para los usuarios durante la interrupción del servicio; y,
- iii. gastos adicionales en los que incurrirían los usuarios para acceder a los servicios en otras UP o alternativas.

Cuando realices la evaluación de la rentabilidad social de las medidas de reducción de riesgos estimarás los costos correspondientes a los daños y pérdidas probables.

Te mostramos ejemplos de la identificación de daños y pérdidas probables que pueden ocurrir en algunas UP:



UCI
Universidad para la
Cooperación Internacional



PERÚ

Ministerio
de Economía y Finanzas

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

Sector agricultura¹:

Peligro: desborde del río

- Malas prácticas agrícolas de la cuenca alta y media generan erosión de suelos y material de arrastre que colmata el cauce y disminuye el tirante.
- Lluvias intensas generan desborde del río.

Exposición

- Áreas agrícolas.
- Infraestructura de riego ubicadas en el área inundable.

Fragilidad

- Prácticas y tecnologías inadecuadas para el uso de suelos y manejo de cultivos.
- Inadecuado diseño de la infraestructura hace susceptible a sufrir daños por desborde.

Resiliencia

- Débil organización y desarticulación entre actores de la parte baja y alta de la cuenca.
- Productores con baja capacidad de recuperar suelos y capital de trabajo.
- Junta de regantes no dispone de planes de contingencia y emergencia, escasos recursos financieros por falta de pago de tarifa.

Daños y pérdidas

- Inundación de áreas agrícolas:
 - Pérdidas de producción de caña de azúcar y maíz amiláceo.
 - Pérdidas de suelos.
- Daños en la infraestructura de riego:
 - Destrucción de la estructura de captación.
 - Colmatación del tramo de línea de conducción.
 - Destrucción de caminos de acceso.
- Interrupción del servicio:
 - Pérdidas en producción en áreas irrigadas.
 - Pérdidas de empleo e ingresos.

¹ Extraído la publicación *Sistema Nacional de Inversión Pública y cambio climático: una estimación de los costos y los beneficios de implementar medidas de reducción del riesgo*. Documento 5, Serie Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión del Riesgo de Desastres. Lima: Dirección General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas (DGPM-MEF).2010.

Sector energía²

Peligro: derrumbe

- Características geológicas de la zona que hacen inestables los taludes, las lluvias producen filtraciones que activan los derrumbes.

Exposición

- El embalse está ubicado en el área de impacto de los derrumbes.

Fragilidad

- El embalse es susceptible a sufrir daños por los derrumbes, por el diseño y las formas constructivas inadecuadas.

Resiliencia

- Capacidades institucionales insuficientes para la respuesta y la recuperación del almacenamiento de agua y el aprovisionamiento de energía.

Daños y pérdidas

- Daños en las obras del contrafuerte, la presa, los aliviaderos, las obras de toma y los desarenadores.
- Interrupción de flujos de agua desde el embalse a las centrales hidroeléctricas, que generará la disminución o la interrupción total de la producción de energía de estas.
- Racionamiento de energía e incremento de costos para los usuarios (menor exdente del consumidor).
- Reducción o interrupción de actividades productivas; pérdidas para los productores o disminución del excedente del productor.

² Ídem.