



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

MITIGACIÓN DE RIESGOS

PRESENTADO POR

BACH. ROMINA FRANCESCA ZEBALLOS DELGADO

ASESOR:

ING. URBANO FERMÍN VÁSQUEZ ESPINO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

MOQUEGUA – PERÚ

2019

CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
CONTENIDO DE TABLAS.....	vi
CONTENIDO DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Marco teórico.....	3
3.1.1. Definición de términos.....	3

3.1.2. Riesgos ambientales.....	6
3.1.3. Percepción de riesgo.	7
3.1.4. Clasificación y análisis de riesgos ambientales.	7
3.1.5. Mitigación de riesgos ambientales.....	11
3.1.6. Marco legal.	14
3.1.7. Experiencias.....	16
3.2. Caso práctico	20
3.2.1. Metodología.....	20
3.2.2. Escenarios de riesgos ambientales identificados.	27
3.2.3. Medidas estructurales utilizadas en la gestión de riesgos hidro- meteorológicos.....	30
3.3. Representación de resultados.....	42
3.3.1. Evaluación del riesgo ambiental.....	42

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.....	47
4.2. Recomendaciones	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Identificación típica de fuentes de peligro	9
Tabla 2. Formato para la definición de fuentes de peligro.....	10
Tabla 3. Indicadores del entorno natural, humano y socio económico.....	21
Tabla 4. Estimación de la probabilidad.....	23
Tabla 5. Estimación de la gravedad de las consecuencias	23
Tabla 6. Descripción de la gravedad de las consecuencias	24
Tabla 7. Valores para el entorno natural	24
Tabla 8. Valores para el entorno humano	24
Tabla 9. Valores para el entorno socio - económico.....	25
Tabla 10. Nivel de gravedad	25
Tabla 11. Matriz de estimación de riesgo del entorno natural	27
Tabla 12. Matriz de estimación de riesgos del entorno humano.....	28
Tabla 13. Matriz de estimación de riesgos del entorno socio – económico.....	29

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2. Evaluación del riesgo ambiental.....	26
Figura 3. Interacción de la probabilidad y la gravedad del entorno natural.....	28
Figura 4. Interacción de la probabilidad y la gravedad del entorno humano.....	29
Figura 5. Interacción de la probabilidad y la gravedad del entorno socio - económico.....	30
Figura 6. Remoción y reemplazo de material de una falla rotacional.....	31
Figura 7. Muro de gavión.....	33
Figura 8. Anclaje en roca.	34
Figura 9. Siembra de estolones de pasto.	35
Figura 10. Revestimiento en el pite de talud con adoquín.	36
Figura 11. Canal transversal revestido con sacos en suelo.	37
Figura 12. Microterrazza forestal.....	38
Figura 13. Criterios para la óptima evaluación de riesgos ambientales.....	43
Figura 14. Estimación del riesgo ambiental.	43
Figura 15. Estimador de riesgo ambiental.	44
Figura 16. Escenarios en el estimador de riesgo ambiental.....	45
Figura 17. Establecimiento del riesgo alto en la escala de evaluación de riesgo ambiental.	45

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional titulado “Mitigación de riesgos”, se centra en un caso práctico recopilado del estudio de impacto ambiental definitivo de la línea de transmisión Chongón – Santa Elena a 230 kv. Los objetivos de este trabajo son conocer la mitigación de riesgos ambientales, conceptualizar la gestión de riesgos ambientales y sus componentes, desarrollar y aplicar la metodología de evaluación de riesgos ambientales en estudios de impacto ambiental. Mediante este trabajo se logró identificar, evaluar y eliminar o mitigar los riesgos ambientales. Finalmente se arribaron las siguientes conclusiones; el termino riesgo puede conllevar a muchos conceptos, ya sean por las condiciones de vida, condiciones laborales, etc., todos ellos se encuentran enmarcados dentro de los considerado antrópico-social, y en medida pueden ser controladas, pero los riesgos naturales son muy difíciles de predecir lo que conlleva a una crisis, humana, ecológica y socio-cultural. La presencia de lluvias por sí misma es una satisfacción para los pobladores, en especial a los agricultores, ya que gracias a este se puede desarrollar la actividad agrícola. Pero el exceso de este puede conllevar a las pérdidas tanto de los diferentes productos cultivados, como también las áreas y/o terrenos de cultivo y, en caso extremo la pérdida de vidas humanas. La medida adoptada para mitigar los riesgos ambientales por presencia de lluvias depende mucho de las condiciones geográficas, topografía del lugar, tipo de suelo, etc.

Palabras clave: mitigación, riesgo ambiental, exposición, probabilidad, consecuencia.

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency entitled "Risk mitigation", focuses on a case study compiled from the study of final environmental impact of the transmission line Chongón - Santa Elena at 230 kv. The objectives of this work are to know the mitigation of environmental risks, conceptualize the management of environmental risks and their components, develop and apply the methodology of environmental risk assessment in environmental impact studies. Through this work it was possible to identify, evaluate and eliminate or mitigate environmental risks. Finally the following conclusions were reached; the term risk can lead to many concepts, whether due to living conditions, working conditions, etc., all of them are framed within those considered anthropic-social, and to the extent they can be controlled, but natural risks are very difficult to predict what leads to a crisis, human, ecological and socio-cultural. The presence of rains by itself is a satisfaction for the inhabitants, especially the farmers, since thanks to this the agricultural activity can be developed. But the excess of this can lead to the loss of both the different cultivated products, as well as the areas and / or arable land and, in the extreme case, the loss of human lives. The measure taken to mitigate environmental risks due to the presence of rains depends a lot on geographical conditions, site topography, soil type, etc.

Keywords: mitigation, environmental risk, exposure, probability, consequence.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las particularidades del planeta en el que vivimos, forjan el acontecimiento de diversos riesgos los cuales afectan de manera directa a la población expuesta. Los riesgos se fortalecen al combinarse con otros de diferentes tipos, ya sean antropogénicos o naturales. El cambio climático también es un factor el cual incrementa los peligros ocasionando una mayor probabilidad de generación de riesgos.

Si bien es cierto los adelantos científicos han generado en los humanos una mayor expectativa de vida, mediante la creación de varias herramientas que interrelacionan el hombre y su medio ya sea social o ambiental. Así también como estos avances han significado un gran avance y han solucionado varios problemas, también han generado varios riesgos los cuales significan una amenaza para el ser humano afectando la salud de estos y su entorno o su medio. Según Beck y Alborés (2006) lo que anteriormente se conocía como la sociedad del conocimiento hoy se le denomina sociedad del riesgo y esto debido a la coyuntura entre la aldea posmoderna y pos-industrial, para hacer frente a los riesgos y esto se debe a la ausencia de normatividad de regulación ya sea técnica o jurídica.

Es así que las medidas de mitigación ambiental son el conjunto de actividades enfocadas a prevenir, restaurar, atenuar, compensar, minimizar el impacto ambiental negativo, con la finalidad de garantizar la protección del ambiente y un uso de recursos naturales de manera sostenible.

En tal sentido, este trabajo de suficiencia profesional, mediante el desarrollo de un caso práctico busca demostrar cómo se realiza la identificación de un impacto ambiental negativo, los riesgos que se generen, la categorización de estos, su valoración cuantitativa y finalmente la medida de mitigación del riesgo que será empleada, con la finalidad de reducirlo si es que no es posible eliminarlo.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Conocer la mitigación de riesgos ambientales.

2.2. Objetivos específicos

Conceptualizar la gestión de riesgos ambientales y sus componentes.

Desarrollar y aplicar la metodología de evaluación de riesgos ambientales en estudios de impacto ambiental.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Marco teórico

3.1.1. Definición de términos.

3.1.1.1. Accidente.

Se define como un acontecimiento no esperado, el cual puede generar daños, heridas, enfermedades hasta incluso la muerte.

3.1.1.2. Actividades altamente riesgosas.

Son aquellas tales como operaciones, procesos de fabricación entre otros, en las que existe la presencia de una o varias sustancias peligrosas, cuya liberación en condiciones inadecuadas pueden generar accidentes y afectaciones ambientales.

3.1.1.3. Análisis comparativo de riesgos.

Es una metodología que permite afrontar inconvenientes capaces de ocasionar distintos tipos de riesgos.

3.1.1.4. Análisis de riesgo y confiabilidad (HazOp).

Mediante este análisis, se puede identificar los distintos elementos de riesgo, las potenciales dificultades operacionales e instaurar la cadena de eventos que podrían darse en la ocurrencia de un accidente.

3.1.1.5. Antrópico.

Sitio peligroso.

3.1.1.6. Antropogénico.

Hace referencia a lo originado por el hombre.

3.1.1.7. Consecuencias.

Se entiende como el resultado de la ocurrencia de hechos categorizados como peligrosos.

3.1.1.8. Evaluación de riesgos.

Son procesos mediante los cuales se puede valorar la probabilidad de ocurrencia de acontecimientos y la magnitud posible de generar consecuencias adversas, durante un espacio de tiempo determinado.

3.1.1.9. Exposición.

Es el potencial contacto con situaciones peligrosas o agentes físicos, biológicos o químicos, los cuales podrían generar la ocurrencia de riesgos a la salud o al ambiente.

3.1.1.10.Hidrometeorología.

Es la ciencia encargada de estudiar la atmósfera e hidrografía, así también estudia la transmisión de energía y agua entre la atmósfera y la superficie terrestre, ocasionados por factores atmosféricos tales como las lluvias, los vientos y/o cambios bruscos de temperatura.

3.1.1.11.Incidente.

Se le denomina así al evento que pudo haber sido o generado un accidente.

3.1.1.12.Mitigación.

Es un conjunto, de gestiones empleadas para disminuir, indemnizar y/o instaurar los contextos ambientales que existieron previamente a la degradación o daño provocada por la realización de un proyecto en alguna de sus etapas.

3.1.1.13.Peligro.

Es una situación con bastante potencial de daño ya sea producido a a los seres humanos, la propiedad o al entorno laboral.

3.1.1.14.Probabilidad.

Posibilidad de que el riesgo ocurra.

3.1.1.15.Riesgo.

Es la posibilidad de sufrir una pérdida con consecuencias negativas, como resultado de la exposición a un peligro, su estimación cuantitativa dependerá del tiempo, nivel y grado de exposición a este.

3.1.1.16. Riesgo ambiental.

Se le denomina así a la posibilidad de ocurrencia de algún daño o accidente el cual abarque materiales peligrosos correspondientes a actividades riesgosas, el cual puede exceder los límites y generar perjuicios adversos en la salud y bienestar de los seres humanos y su entorno ambiental, generando la degradación de ecosistemas y biodiversidad.

3.1.1.17. Riesgo específico.

Riesgo asociado a la utilización o manejo de productos que, por su naturaleza, puedan ocasionar daños (productos tóxicos, radiactivos).

3.1.2. Riesgos ambientales.

Se entiende como algún fenómeno ya sea de origen humano (antropogénico) o natural, el cual puede generar modificaciones en el entorno usado por una comunidad específica, y sea sensible a dicho fenómeno, el cual incluye daños ambientales (Martínez, 2008).

En el 2009, el Ministerio del ambiente (MINAM) lo detalla como la posibilidad de ocurrencia de un peligro el cual afecta de forma directa o indirectamente el ambiente y su biodiversidad, en un espacio de tiempo y lugar, ya sea por motivos naturales o antropogénicos.

Para definir el concepto de riesgo, primero se debe entender el concepto de exposición a un peligro; la cual puede ser de manera involuntaria o voluntaria (exposición a sustancias tóxicas en el aire que se respira y saltar de un avión con paracaídas respectivamente); así podemos decir que las consecuencias negativas

dependerán directamente del tiempo, o el periodo de exposición y al rango de toxicidad de la sustancia a la que se ha estado expuesto (Evans, et al., 2003).

En términos ambientales, y de salud, el riesgo es identificado como la posibilidad de que un sujeto de manera individual o en conjunto presenten una incidencia elevada de consecuencias dañinas ocasionados por la exhibición a un peligro. Los riesgos por lo general son expresados de forma cuantitativa de probabilidad, tales como el número de fallecimientos por cáncer durante el periodo de vida en una población de un millón de habitantes (Environmental Protection Agency, 2001).

3.1.3. Percepción de riesgo.

Este término, viene siendo usado en su mayoría por disciplinas relacionadas a conductas humanas, y por lo general es usado para describir aquellos efectos percibidos por los sentidos y procesados por el cerebro de los seres humanos (Pol, 2002).

La apreciación puede ubicarse como un suceso organizado de forma sociocultural, donde las personas se valúan unos a otros después de conocerse. De esta forma se puede considerar la apreciación de los riesgos como un grupo de factores ya sean económicos, ambientales, socioculturales o psicológicos (Pol, 2002)

3.1.4. Clasificación y análisis de riesgos ambientales.

La clasificación de los riesgos ambientales es diversa, por ejemplo, se pueden clasificar en biológicos, geofísicos, antropogénicos, climáticos o meteorológicos y

mixtos. Así también, en el año 2009, las Naciones Unidas, realizaron una estrategia internacional para la reducción de los desastres naturales (UNISDR), en el cual se distinguen peligros o amenazas hidrometeorológicas, que derivan de peligros geológicos y biológicos.

Una amenaza hidrometeorológica, se define como un proceso de tipo atmosférico, oceanográfico o hidrológico, el cual puede generar impactos ambientales, económicos y sociales, tales como daños o pérdidas a la propiedad y a la salud hasta ocasionar la muerte, entre ellos podemos encontrar a los tifones, tempestades, granizadas, ciclones, etc. Según Llasat (2012) existen riesgos donde se involucra la meteorología y la hidrología, como las sequías, aludes e inundaciones; los cuales son considerados como riesgos socio-culturales, debido a su vínculo con amenazas geofísicas y naturales, con la sobreexplotación de recursos ambientales.

Para una adecuada evaluación del riesgo ambiental, es muy importante definir los criterios que faciliten establecer bases de carácter técnico, determinar las clases de información, otorgando criterios claros y considerando la ocurrencia de situaciones no previstas. De este modo se deberá ingresar cada uno de los peligros identificados en los cuadrantes de la matriz que le corresponda, como se indica en la tabla 1 y 2 (MINAM, 2009).

Tabla 1

Identificación típica de fuentes de peligro

		Causas		
		Humano	Ecológico	Socio-económico
Antrópico	<p>Ámbito organizativo: Errores humanos; Sistemas de Gestión Condiciones ambientales Esporádica capacitación del personal técnico y auxiliar de la empresa, organización o entidad gubernamental. Instalaciones y actividades: Manipulación de materia prima; Manipulación de combustibles; Generación de diversos productos terminados; Generación de diversos productos intermedios; Generación de residuos sólidos; Generación de efluentes; Operación de equipos y maquinaria pesada; Deficiente nivel de medidas de seguridad; Diversas condiciones del proceso; Deficiente gestión de mantenimiento; Deficiente calidad de tratamiento de aguas;</p>	<p>Tala indiscriminada de especies forestales; Movimiento continuo de masas de tierra; Alteración del paisaje natural; Manejo inapropiado de los recursos hídricos; Uso de sustancias a base de Flúor entre otros; Sobreexplotación de los recursos naturales; Intensificación del uso de maquinaria agrícola y pesada; Uso excesivo de plaguicidas a base de arsénico y otros; Uso excesivo de sustancias contaminantes; Uso excesivo de detonantes en minería; Incremento de la tasa turística en zonas reservadas.</p>	<p>Bajo nivel de ingresos que cubre necesidades básicas; Baja oferta laboral; Deficiente nivel organizacional; Baja participación de la población en trabajos comunales en post del restablecimiento turístico de la zona (pérdida de ingresos); Escasa área urbana para habitabilidad, tienden a expandirse en zonas de riesgo, posteriormente esto representa un alto costo para la autoridad local; Proceso migratorio de zonas rurales a zonas urbanas.</p>	
	Natural	<p>Escaso conocimiento sobre la ocurrencia de desastres naturales; Falta de actitud frente a la ocurrencia de desastres naturales; Construcción de viviendas cercanas a zonas ribereñas.</p>	<p>Incremento de especies forestales, consecuentemente se tiene un aumento de taladores informales; Incremento de fauna nociva (caso de la Langosta migratoria entre el 2000 y 2002 zona norte del país). Incremento de precipitaciones pluviométricas.</p>	<p>Aprovechamiento de bancadas de arena en zonas ribereñas; Aprovechamiento de los recursos naturales indiscriminadamente; Extracción continuada de material de acarreo de zonas ribereñas.</p>

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Tabla 2

Formato para definición de fuentes de peligro

Tipología de peligro	Causa físico/química											Causa geo-hidrometeorológica			
	Sustancia	Tipo		Peligrosidad							Volumen	Interior tierra (1)	Superficie tierra (2)	Hidrológico meteorológico (3)	Intensidad
		MP	R	Mi	Mt	li	Inf	Cor	Com	Otro					
Antrópico															
Natural															

Fuente: MINAM, 2011

Nota: Causa Físico/Química (Comprende sustancias por su clasificación) MP = Materia Prima, R = Residuo, Mi = Muy inflamable, Mt = Muy tóxico, li = Irreversible inmediato, Exp = Explosiva, Inf = Inflamable, Cor = Corrosivo, Com = Combustible.

Causa Geohidrometeorológica (Componentes de eventos naturales) (1) Sismo, maremoto, actividad volcánica, (2) Deslizamiento, aluvión, derrumbe, alud, erosión, (3) Inundación, viento, lluvia, helada, sequía, granizada, nevada, friaje.

3.1.5. Mitigación de riesgos ambientales.

Constituyen un grupo de actividades y/o acciones las cuales se implementan con la finalidad de controlar, prevenir, atenuar y compensar impactos ambientales negativos durante el proceso constructivo o desarrollo de un proyecto, con el objetivo de asegurar un sostenible uso de recursos naturales y el cuidado del ambiente (Environmental Protection Agency, 2001).

En la actualidad el MINAM (2011) ha impulsado diversas políticas que incluyen y hacen necesaria la reducción y/o mitigación de la contaminación del ambiente, tales como la Política Nacional del Ambiente y el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, los cuales descentralizan estos instrumentos en planes regionales, locales y empresariales.

Con la finalidad de disminuir los riesgos a niveles aceptables, se emplean diversas medidas de mitigación y prevención, estas pueden ser preventivas, de control o correctivas. Para su formulación son necesarios diseños de optimización en el uso de recursos y de ingeniería, como por ejemplo un Plan de manejo ambiental que reduzca los impactos generados (Millán, 2005).

Para el control de circunstancias indeseadas producidas durante el proceso constructivo y de operación de las obras se analizan acciones en base a la evaluación realizada, dichas acciones son las siguientes (Servicio de Agua y Mantenimiento de Empresa del Estado Provincial [SAMEEP]. 2011).

- Se deberá incorporar la mayor parte de los aspectos legales, procesales y reglamentarios señalados en la legislación vigente, de los distintos niveles relacionados a la conservación del ambiente.

- Suministrar capacitaciones en aspectos ambientales, para los distintos niveles con capacidad ejecutiva de organizaciones privadas y públicas.
- Para minimizar los efectos ambientales negativos se deberá realizar un plan de actividades de coordinación y construcción.
- Se deberá realizar capacitaciones concernientes a problemas, manejo de riesgos y normatividad ambiental, aplicables en el proceso de construcción.
- Se deberá realizar la asignación de responsabilidad específica al personal, relacionada al control, implementación, operación y monitoreo de las formas de mitigación.
- Para obtener un efectivo contacto con cada parte afectada, se deberá realizar una eficiente planificación para implementar formas de comunicación durante el proceso constructivo y operacional del proyecto.
- Para manejar emergencias ambientales se debe realizar planes de contingencia a fin de evitar, controlar y/o reducir consecuencias en el ambiente,
- Planificar los mecanismos a instrumentar para la coordinación y consenso de los programas de mitigación con los organismos públicos competentes.

Según Millán (2005) el éxito de la rehabilitación, depende de las propuestas de ingeniería que aseguren una adecuada funcionabilidad y estabilidad del proyecto.

3.1.5.1. Medidas de mitigación en estudios de planificación.

Para el desarrollo de estudios de planificación, se requiere un trabajo multisectorial y multidisciplinario, con la finalidad de identificar las problemáticas de la población, los recursos naturales y sus necesidades, con la finalidad de analizar de forma conjunta el presupuesto y las medidas de corrección o mitigación de dichos

problemas o la elaboración de proyectos de inversión. Estos proyectos de inversión pueden ser independientes o integrados.

Si bien este proceso es más o menos uniforme, cada organismo desarrolla su propia versión. El proceso de planificación del desarrollo del departamento de desarrollo regional y medio ambiente de la OEA, se compone de cuatro etapas: misión preliminar, fase I (diagnóstico de desarrollo), fase II (formulación de proyecto y preparación del plan de acción) y ejecución. Dado que el proceso es cíclico, las actividades comunes a más de una etapa pueden llevarse a cabo simultáneamente. La figura 4 presenta los elementos principales del proceso y la figura 5 presenta una síntesis de las actividades y productos que se obtienen en cada etapa. Las pautas para realizar un estudio acorde a este proceso se encuentran en la publicación planificación del desarrollo regional integrado: directrices y estudios de casos (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2009).

3.1.5.2. Ventajas de la mitigación de riesgos.

Pese a que, en el Caribe y América Latina, el manejo y desarrollo de amenazas son considerados como paralelos de reducida interacción, tendrían resultados efectivos si estos se desarrollaran en mayor coordinación, aprovechando que las metas son las mismas, lo cual generaría varias ventajas tales como:

- Para lograr la adopción de medidas que reduzcan la vulnerabilidad, estas deberán de ser propuestas en conjunto a las medidas de desarrollo, y no de manera individual, con la finalidad de perfeccionar la relación costo-beneficio.
- Se logrará una mayor efectividad en la producción y utilización de datos, al efectuar actividades conjuntas

- Se optimizan recursos y costos, cuando las medidas para reducir vulnerabilidades son incluidas en el proyecto original a diferencia de incorporarlos como modificaciones o de realizar un proyecto individual ceñido a reducir riesgos de forma autónoma, lo cual implica el requerimiento de información, equipos y personal.
- Intercambiar información, entre organismos de planificación y preparación para la acción frente a emergencias, dignifican el trabajo lo cual alertaría de los elementos cuya vulnerabilidad será difícilmente reducida.
- Con la finalidad de direccionar mayor cantidad de actividades de investigación por parte de las instituciones de ingeniería y científicas, los organismos de planificación pueden colaborar con estas recomendando acciones de prevención y/o acción.
- Beneficia también a la población de menor posibilidad de exigencia para la toma de medidas de prevención, adoptando medidas que reduzcan la vulnerabilidad en proyectos.

3.1.6. Marco legal.

El marco legal de la gestión de riesgos está establecido según:

- El Ministerio del Ambiente – MINAM (2005) aprueba la Ley General del Ambiente Ley N° 28611, mediante la cual se regimientan aspectos congruentes con la materia ambiental, a fin de afirmar una aplicación efectiva del derecho a un ambiente equilibrado y saludable.
- El Congreso de la república (2015) modifica el Código penal aprobado con decreto legislativo N° 635, y modificado por la Ley N° 29263, la misma que

reemplazó la designación y el comprendido del Título XIII, que regulaba los “delitos contra la ecología”, por la de los “delitos ambientales” instituyendo penas privativas de libertad entre uno y ocho años. En esta norma podemos identificar tres categorías: delito de contaminación ambiental, contra los recursos naturales y la emisión de información falsa, así también tipifica infracciones como la omisión de normas de cuidado y protección ambiental, salud de las personas y parámetros ambientales.

- El Congreso de la República (2004) aprueba la Ley N° 28245 ley marco del sistema nacional de gestión ambiental, cuya finalidad es orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinadas a la protección del medio ambiente y de contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. El reglamento de la Ley N° 28245 se aprobó mediante Decreto supremo N° 008-2005-PCM. En esta norma se regulan específicamente las funciones del Sistema, así como los niveles funcionales y territoriales de la gestión ambiental.
- El Congreso de la República (2001) aprueba la Ley N° 27446, Ley del sistema nacional de evaluación del impacto ambiental, y su modificatoria de ley, decreto legislativo N° 1078, crea el sistema nacional de evaluación del impacto ambiental como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión. Asimismo, busca el establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas y alcances de las evaluaciones del impacto

ambiental de proyectos de inversión y el establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental. Esta norma establece tres diferentes categorías para los proyectos de inversión de acuerdo a su riesgo ambiental y para cada una de estas categorías establece la obligación de presentar un instrumento de gestión ambiental distinto de acuerdo a lo siguiente: categoría i, declaraciones de impacto ambiental; categoría ii, estudio de impacto ambiental semi-detallado y categoría iii, estudio de impacto ambiental detallado.

- El Congreso de la República (2012) aprueba la Ley N° 29889, que modifica la Ley N° 26842, ley general de salud, que establece, en el Capítulo VIII del Título II que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares establecidos por la autoridad de salud competente para preservar la salud de las personas.
- El Instituto Nacional de Defensa Civil (2006) aprueba la Resolución jefatural N° 317-2006-INDECI, que aprueba el “Manual Básico para la Estimación del Riesgo” y la Directiva “Normas y Procedimientos para la Programación y Ejecución de la Estimación del Riesgo”.

3.1.7. Experiencias.

Según la guía de evaluación de riesgos ambientales (MINAM, 2009), se cuenta con las siguientes experiencias:

3.1.7.1. Experiencia internacional.

a. Estados Unidos.

La Environmental protection agency – EPA, trabajó en un estándar denominado “Control de la exposición de la población a emisiones gaseosas de la industria de coque”, por un tiempo superior a diez años, del cual se logró la publicación del informe de evaluación de riesgo ambiental en 1979. Para el año 1982 la EPA, dio a conocer la disponibilidad de propuestas para la evaluación de gases emitidos por hornos de coque, en el mismo y siguiente año 1983, mediante audiencias de acceso público se evaluaron dichas propuestas, en cambio hasta el año 1984 se añadieron dichas emisiones a la relación de contaminantes dañinos del aire. Finalmente, en 1987 la EPA propuso un patrón que consideraba el costo de menos de 20 millones de dólares, además de considerar tres opciones reglamentarias.

b. México.

En la ciudad de México metropolitana, operaba una cantidad mayor a 1000 ladrilleras, las cuales empleaban sistemas de operación obsoletos, generando grandes problemas de manera directa e indirecta a las personas. Ante el reclamo de la población y las denuncias interpuestas, tuvieron que migrar a lugares con menos población de manera obligatoria. En la Ley general del equilibrio ecológico y protección del medio ambiente, menciona que en caso de riesgo, desequilibrio o contaminación ambiental que ponga en riesgo los ecosistemas, salud de la población o sus componentes, la secretaría de recursos naturales y pesca podrá intervenir como medida de seguridad.

Por otro lado, el 9 de enero de 1996, el diario oficial de la federación publicó la norma oficial que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales (NOM- 048-SSA1-1993). Como se indica en la introducción, dicha norma es producto de la necesidad de contar con un instrumento útil que permita a la autoridad sanitaria valorar el grado de riesgo de una población determinada. Es decir, la LGEEPA permite intervenir si existe un riesgo en salud pública y, por otro lado, la NOM-048 de la SSA indica cómo debe determinarse un riesgo en salud. Se concluye, entonces, que nuestra legislación cuenta ya con los puntos suficientes para permitir una mayor trascendencia de la SSA en materia de residuos peligrosos.

c. Chile.

En Chile, se ha logrado trabajar, en el resurgimiento económico, a fin de disminuir la generación de riesgos ambientales, así también el Consejo nacional del medio ambiente (CONAMA) encargado de regular aspectos ambientales, ha colaborado poniendo de su parte, con varias acciones tales como; la implementación de un catastro prevaletido de áreas contaminadas.

La CONAMA a través del proyecto GEF-UNEP desde el 2004, ha desarrollado el plan nacional de implementación para la gestión de contaminantes orgánicos persistentes en Chile 2006-2010, además tiene a cargo la agenda sobre los diversos agentes químicos, físicos y biológicos, a fin de evitar episodios críticos.

d. Colombia.

El Instituto de estudios ambientales de la universidad nacional de Colombia sede Manizales, formuló recientemente un sistema de indicadores de riesgo y gestión del

riesgo para las Américas, con el apoyo del Banco interamericano de desarrollo (BID), con el objetivo de dar inicio a un monitoreo de la gestión de riesgos. Dicho sistema incluyó el índice de gestión del riesgo (IGR), con el cual se realizó por primera vez la medición de cuan efectiva era la gestión del riesgo.

3.1.7.2. Avances en el ámbito nacional.

En nuestro país, a través del ministerio de la producción se ha realizado la guía de prevención de la contaminación en cuanto a la industria de la manufactura, incorporándose la prevención en la gestión ambiental la cual incluye la minimización de sustancias contaminantes, promoviendo además las buenas prácticas ambientales, no solo en el proceso constructivo sino, también en la fuente de generación y disposición final, lo cual incluye el use adecuado de materia prima, energía , etc., este instrumento fue aprobado por resolución ministerial N° 198-2006-PRODUCE. El Ministerio de industria, turismo, integración y negociaciones comerciales, realizó la propuesta de la Guía de matriz de riesgo ambiental con resolución ministerial N° 133-2001-MITINCI-DM. Así también se ha impulsado la eliminación de los bifenilos policlorados, con la finalidad de reducir la contaminación por pbc y proteger la calidad de la salud y el ambiente, mediante el plan nacional del convenio de Estocolmo y contaminantes orgánicos, impulsado por el SENASA.

Para afianzar sus acciones se ha desarrollado el segundo taller nacional y primer taller internacional de “planes de acción en el marco del plan nacional de implementación (PNI) del convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (setiembre del 2006) y las reuniones del SNC - PCBs (septiembre y

octubre de 2006). Perú terminó su PNI en 2007 y dentro de este se identificó la necesidad del desarrollo de un Registro de Emisiones y transferencia de Contaminantes (RETC) como sistema de vigilancia e información para materiales y sustancias peligrosas, contando con el apoyo de ONUDI para la implementación del mismo el año 2009.

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) se creó en el 2008 como un organismo técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente. Es el ente rector del sistema nacional de evaluación y fiscalización ambiental en el Perú. El OEFA garantiza que las actividades económicas se desarrollen en equilibrio con el derecho de las personas a gozar de un ambiente sano. Para ello, se encarga de la evaluación, supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental, así como de la aplicación de incentivos en los sectores de minería, energía, pesquería e industria. Además, como ente rector del SINEFA, ejerce las funciones normativas y supervisora, respecto de las entidades de fiscalización ambiental (EFA) en el Perú (MINAM, 2008).

3.2. Caso práctico

“Estudio de impacto ambiental definitivo de la línea de transmisión Chongón – Santa Elena a 230 kv y subestación lago de Chongón a 138/230 kv – tomo 1 - línea de transmisión”

3.2.1. Metodología.

Para el desarrollo del caso práctico, se utilizó la metodología propuesta por la UNE 150008 EX; mediante la cual se realizará la identificación el análisis y la evaluación

de los riesgos. Con esta metodología se realizó el análisis de posibles accidentes mediante la enunciación de diversos escenarios de riesgos,

3.2.1.1. *Identificación del peligro.*

Durante las etapas de construcción, funcionamiento, mantenimiento y abandono, se realizó la identificación de riesgos, a través de un diagnóstico de los diferentes procesos de construcción, específicamente de la habilitación de accesos y transporte de infraestructura necesaria, así como del estado de conservación del suelo, el manejo de residuos sólidos y almacenamiento de materias primas. Sucesivamente se realiza una selección de aquellos acontecimientos que pueden ser el origen de accidentes, como aquellos que se pueden dejar de considerar como iniciadores de estos, permitiendo de esta manera orientar adecuadamente los objetivos de las medidas preventivas y mitigadoras. Por otra parte, el diagnóstico del entorno permitirá identificar los peligros medioambientales derivados de las instalaciones. Para objeto de este proyecto se analizaron los indicadores detallados en la tabla 3:

Tabla 3

Indicadores del entorno natural, humano y socio económico.

Indicadores del entorno natural	
Medio abiótico	Condiciones climáticas Aire, agua, suelo
Medio biótico	Fauna y flora Estructura de los ecosistemas
Otros indicadores	Paisajes
Indicadores del entorno humano	
Población y Salud pública	
Riesgos laborales y Salud ocupacional	
Indicadores del entorno socio – económico	
Actividades económicas	
Infraestructura	

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Finalmente se desarrolla un diagnóstico de todos los peligros que se derivan del ejercicio del entorno sobre instalaciones, como las siguientes:

- **Peligros naturales**

Son aquellos de los que debido a su magnitud y origen no se puede ejercer control, pero si se puede tener preparación, entre ellos encontramos las inundaciones, los sismos, erupciones volcánicas, etc.

- **Peligros tecnológicos**

Estos se pueden corregir, prevenir y controlar, por lo general provienen de infraestructuras, instalaciones, sistemas de transporte, etc.

- **Peligros antrópicos y laborales**

Como su nombre lo menciona, son originados por la acción humana, ya sean provocados o accidentales, por lo general se encuentran relacionados a actividades de recreación y ocio, además de esto al momento de estimar el riesgo ambiental es importante tomar en cuenta datos históricos como base.

3.2.1.2. Estimación de la probabilidad.

Para aplicar esta metodología, es necesario mencionar que esta se realiza a través de la propuesta de interrogantes a la planeación de escenarios de análisis de riesgos. Según la UNE 150008 EX, para cada uno de los escenarios considerados se debe asignar una posibilidad de ocurrencia en función a lo siguiente:

Tabla 4*Estimación de la probabilidad*

	Probabilidad	Valor
Muy probable	>una vez al mes	5
Altamente probable	>una vez al año y <una vez al mes	4
Probable	>una vez cada 10 años y <una vez al año	3
Posible	>una vez cada 50 años y <una vez cada 10 años	2
Improbable	>una vez cada 50 años	1

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

3.2.1.3. Estimación de la gravedad de las consecuencias.

La estimación de las consecuencias se realiza de forma diferenciada para el entorno natural, humano y socioeconómico. Para el cálculo del valor de las consecuencias en cada uno de los entornos, se utilizan las siguientes fórmulas:

Tabla 5*Estimación de la gravedad de las consecuencias*

	Gravedad de las consecuencias
Entorno natural	Cantidad + 2 peligrosidad + extensión + calidad del medio
Entorno humano	Cantidad + 2 peligrosidad + extensión + población afectada
Entorno socio – económico	Cantidad + 2 peligrosidad + extensión + patrimonio y capital productivo

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Tabla 6*Descripción de la gravedad de las consecuencias*

Gravedad de las consecuencias	
Entorno natural	Cantidad + 2 peligrosidad + extensión + calidad del medio
Entorno humano	Cantidad + 2 peligrosidad + extensión + población afectada
Entorno socio – económico	Cantidad + 2 peligrosidad + extensión + patrimonio y capital productivo

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Tabla 7*Valores para el entorno natural*

Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio
4	Muy alta	Muerte o efectos irreversibles	Muy extenso	Muy elevada
3	Alta	Daños graves	Extenso	Elevada
2	Poca	Daños leves	Poco extenso	Media
1	Muy poca	Daños muy leves	Puntual	Baja

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Tabla 8*Valores para el entorno humano*

Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso	Más de 100
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Entre 25 y 100
2	Poca	Poco peligrosa	Poco extenso	Entre 5 y 25
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual	<5 personas

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Tabla 9*Valores para el entorno socio - económico*

Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso	Muy alto
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Alto
2	Poca	Poco peligrosa	Poco extenso	Bajo
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual	Muy bajo

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Para cada uno de los escenarios identificados, se asigna una puntuación de uno a cinco, la gravedad de las consecuencias en cada entorno:

Tabla 10*Nivel de gravedad*

Nivel de gravedad	Valoración	Valor asignado
Crítico	20 - 18	5
Grave	17 - 15	4
Moderado	14 - 11	3
Leve	10 - 8	2
No relevante	7 - 5	1

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Se realiza la calificación o puntuación de gravedad respectiva para cada entorno mencionado (natural, humano, socioeconómico).

3.2.1.4. Estimación del riesgo ambiental.

Se estima el riesgo ambiental, como el producto de la gravedad y la probabilidad, esta se desarrolla para los tres entornos en consideración,

Riesgo = Probabilidad X Consecuencia

Dónde:

Consecuencia: es valorada en función del entorno natural, humano y socio – económico.

3.2.1.5. Evaluación del riesgo ambiental.

Para la evaluación final del riesgo ambiental se elaboran tres tablas de doble entrada, como muestra la figura 2, según la cantidad de entornos considerados ya sea natural, socioeconómico o humano, para las que se debe tener en cuenta su resultado de la estimación de riesgo, su consecuencia o su escenario.

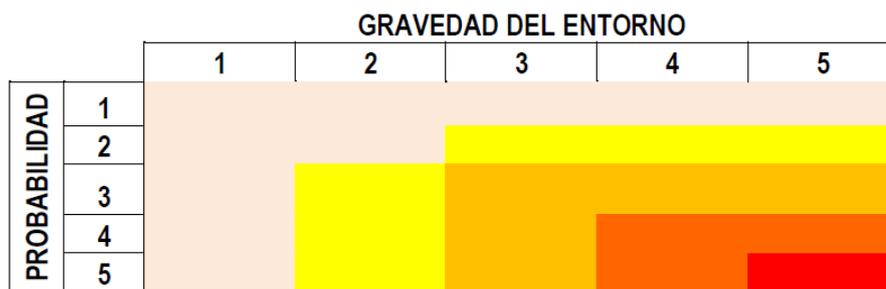


Figura 1. Evaluación del riesgo ambiental

Fuente: MINAM, 2011

Nota:

	Riesgo muy alto : 21 a 25
	Riesgo alto : 16 a 20
	Riesgo medio : 11 a 15
	Riesgo moderado: 6 a 10
	Riesgo bajo : 1 a 5

Esta metodología, permite identificar riesgos que deben ser descartados en caso de no poder reducirlos, mediante su catalogación de acuerdo al tipo con ayuda de la tabla de evaluación del riesgo.

3.2.2. Escenarios de riesgos ambientales identificados.

3.2.2.1. Línea de Transmisión Chongón – Santa Elena.

Líneas abajo se muestra como se realizará la identificación y evaluación de la posibilidad de que ocurra algún riesgo ambiental en cualquiera de los entornos establecidos.

a. Entorno natural.

Tabla 11

Matriz de estimación de riesgo del entorno natural

Riesgos	No.	Escenario de riesgo	Proba- bilidad	Conse- cuencia	Valor
Naturales	E1	Sismos/Terremotos	3	3	9
	E2	Tormentas eléctricas	3	2	6
	E3	Inundaciones en el área	3	1	3
	E4	Deslizamientos de tierra	3	2	6
	E5	Aluviones	3	1	3
	E6	Caída de ceniza volcánica	3	3	9
Tecnológicos o antropogénicos	E7	Apertura/adecuación de caminos	4	2	8
	E8	Generación de ruido	5	3	15
	E9	Accidentes de tránsito	3	3	9
	E10	Daño por la instalación y retiro de campamentos temporales	4	2	8
	E11	Liqueo de aceite/combustible	2	2	4
	E12	Afectación durante la cimentación de bases	3	2	6
	E13	Afectación durante apertura de franja de servidumbre	3	3	9
	E14	Afectación durante el montaje de estructuras	3	3	9
	E15	Afectación durante el montaje de cableado	3	3	9
	E16	Caída de sedimentos a cuerpos de agua	2	2	4
	E17	Manejo inadecuado de residuos sólidos	3	3	9
	E18	Manejo inadecuado de residuos líquidos	3	2	6
	E19	Afectación por la operación de la L/T	5	3	15
	E20	Fallas mecánicas de equipos	2	3	6
	E21	Incendios en los alrededores del proyecto	2	3	6
	E22	Daños a las estructuras	3	2	6
	E23	Actividades de mantenimiento de la L/T	5	2	10

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

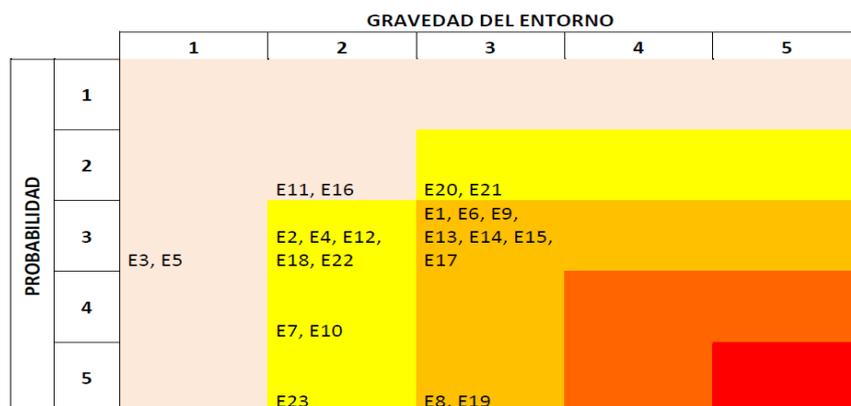


Figura 2. Interacción de la probabilidad y la gravedad del entorno natural
Fuente: MINAM, 2011

Nota:

	Riesgo muy alto	0 escenarios
	Riesgo alto	0 escenarios
	Riesgo medio	9 escenarios
	Riesgo moderado	10 escenarios
	Riesgo bajo	4 escenarios

b. Entorno humano.

Tabla 12

Matriz de estimación de riesgos del entorno humano

Riesgos	No.	Escenario de riesgo	Proba bilidad	Conse cuencia	Valor
Naturales	E1	Sismos/Terremotos	3	3	9
	E2	Tormentas eléctricas	3	1	3
	E3	Inundaciones en el área	3	1	3
	E4	Deslizamientos de tierra	3	2	6
	E5	Aluviones	3	1	3
	E6	Caída de ceniza volcánica	3	2	6
Tecnológicos o antropogénicos	E7	Apertura/adecuación de caminos	4	3	12
	E8	Generación de ruido	5	3	15
	E9	Accidentes de tránsito	3	2	6
	E10	Daño por la instalación y retiro de campamentos	4	2	8
	E11	Líquido de aceite/combustible	2	2	4
	E12	Afectación durante la cimentación de bases	3	2	6
	E13	Afectación durante apertura franja de servidumbre	3	3	9
	E14	Afectación durante el montaje de estructuras	3	3	9
	E15	Afectación durante el montaje de cableado	3	3	9
	E16	Caída de sedimentos a cuerpos de agua	2	2	4
	E17	Manejo inadecuado de residuos sólidos	3	3	9
	E18	Manejo inadecuado de residuos líquidos	3	2	6
	E19	Afectación de la operación de la L/T	5	3	15
	E20	Fallas mecánicas de equipos	2	3	6
	E21	Incendios alrededores del proyecto	2	3	6
	E22	Daños a las estructuras	3	1	3
	E23	Actividades de mantenimiento de la L/T	5	2	10

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

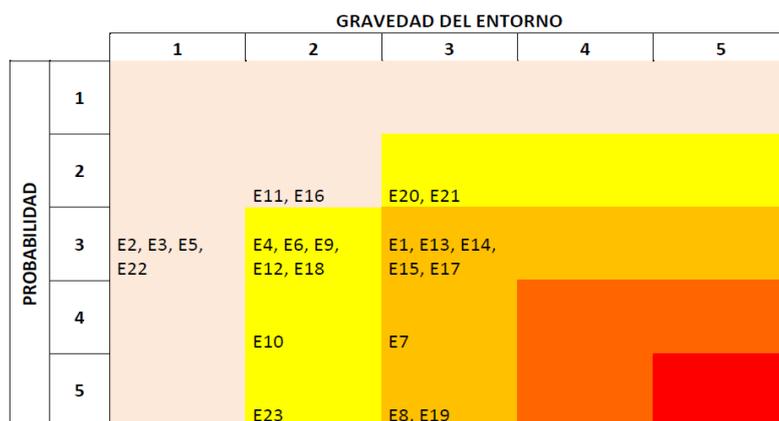


Figura 3. Interacción de la probabilidad y la gravedad del entorno humano
Fuente: MINAM, 2011

Nota:

	Riesgo muy alto	0 escenarios
	Riesgo alto	0 escenarios
	Riesgo medio	8 escenarios
	Riesgo moderado	9 escenarios
	Riesgo bajo	6 escenarios

c. Entorno socio-económico.

Tabla 13

Matriz de estimación de riesgos del entorno socio – económico

Riesgos	Nº	Escenario de riesgo	Proba bilidad	Conse cuencia	Riesgo
Naturales	E1	Sismos/Terremotos			
	E2	Tormentas eléctricas	3	2	6
	E3	Inundaciones en el área	3	1	3
	E4	Deslizamientos de tierra	3	2	6
	E5	Aluviones	3	2	6
	E6	Caída de ceniza volcánica	3	3	9
Tecnológicos o antropogénicos	E7	Apertura/adecuación de caminos	5	3	12
	E8	Generación de ruido	5	3	15
	E9	Accidentes de tránsito	3	2	6
	E10	Daño por la instalación y retiro de campamentos temporales	4	3	12
	E11	Liqueo de aceite/combustible	2	2	4
	E12	Afectación durante la cimentación de	3	2	6
	E13	Afectación durante apertura de franja de servidumbre	3	3	9
	E14	Afectación durante el montaje de	3	3	9
	E15	Afectación durante el montaje de cableado	3	2	9
	E16	Caída de sedimentos a cuerpos de agua	2	2	4
	E17	Manejo inadecuado de residuos sólidos	3	3	9
	E18	Manejo inadecuado de residuos líquidos	3	2	6
	E19	Afectación por la operación de la L/T	5	3	15
	E20	Fallas mecánicas de equipos	2	3	6
	E21	Incendios en los alrededores del	2	3	6
	E22	Daños a las estructuras	3	2	6
	E23	Actividades de mantenimiento de la L/T	5	2	10

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

De acuerdo a la interacción de la gravedad y la probabilidad se muestra la estimación del riesgo para el entorno socio económico.

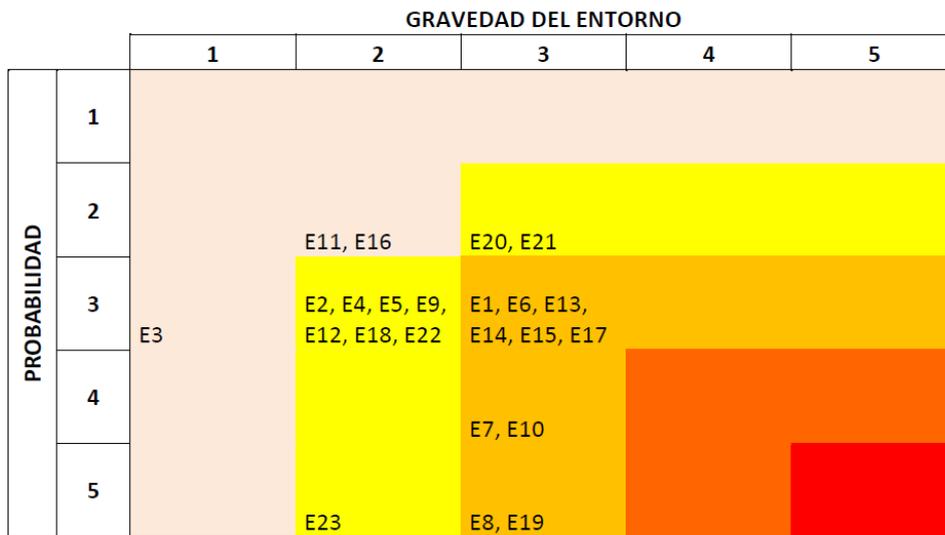


Figura 4. Interacción de la probabilidad y la gravedad del entorno socio - económico

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Nota:

	Riesgo muy alto	0 escenarios
	Riesgo alto	0 escenarios
	Riesgo medio	8 escenarios
	Riesgo moderado	9 escenarios
	Riesgo bajo	6 escenarios

3.2.3. Medidas estructurales utilizadas en la gestión de riesgos hidrometeorológicos.

Según la Millán (2005) en su Guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal, menciona que, en las obras que se detallan como sigue, las medidas son integradas.

3.2.3.1. Obras para la prevención de la remoción de masa.

Ese fenómeno, consiste en el deslizamiento de rocas y lodo debido a la gravedad, las inundaciones, lluvias el corte y relleno de suelos y el excesivo desarrollo urbano.

a. Remoción y/o conformación del perfil del terreno o talud.

Como el nombre lo indica, hace referencia a la conformación del perfil del suelo, con el el objetivo de poder aumentar la estabilidad de este. Las técnicas más utilizadas para este fin son:

- Talud tendido
- Construcción de rellenos de contrapeso
- Construcción de trincheras para la estabilización
- Terraceo
- Remoción y cambio del metarial

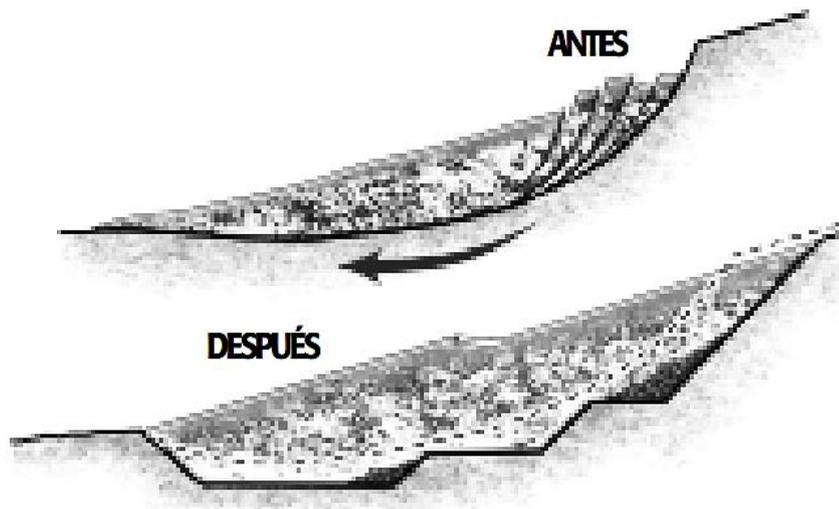


Figura 5. Remoción y reemplazo de material de una falla rotacional

Fuente: Millán, 2005

b. Control de drenaje e infiltración.

Este logra el control de la presión generada por el agua dentro de la roca, y hace más fácil su circulación y evacuación, con el objetivo de prevenir y corregir las zonas inestables.

Estas obras se emplean para el control y manejo del agua sub-superficial y superficial, algunos ejemplos son los siguientes:

- Canales
- Delimitantes de agua
- Explanada del talud para reducir la cantidad de pozos
- Revestimientos
- Re-forestación

Algunas obras de drenaje para aguas subsuperficiales son:

- Coladores en trincheras
- Desagües tendidos
- Lechos drenantes
- Pozas verticales
- Galerías drenantes

c. Estructuras de contención para suelos.

Se realizan con la finalidad de aguantar los empujes del suelo, y así disminuir la ocurrencia de fallas en los taludes, sin embargo, es necesario la construcción de infraestructuras de drenaje.

Este puede ser un método de prevención, en cambio su eficacia se incrementa al emplearse como una forma de prevenir los deslizamientos. Las estructuras, difieren mucho de los tipos y propiedades mecánicas del suelo, algunas se describen a continuación:

- Paredes de contención
- Tierra reforzada

- Muros en gaviones
- Muros anclados
- Pilotes

Las paredes en gaviones es una de las soluciones más empleada, y esto se debe a la flexibilidad que se tiene ante el movimiento del suelo.

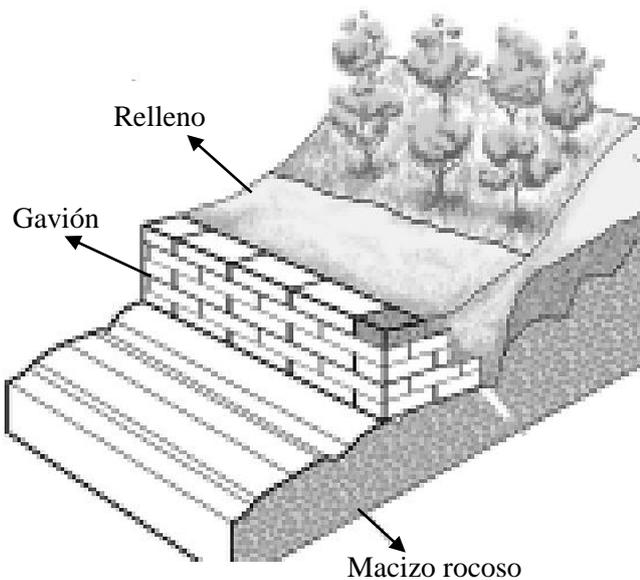


Figura 6. Muro de gavión.

Fuente: Millán, 2005

d. Estructura de contención para rocas.

Son empleados para darle estabilidad a las masas de la roca fracturada y así impedir que los taludes colapsen, se usa de forma preventiva. Dentro de este tipo de obras encontramos:

- Anclajes en roca
- Revestimiento flexible con malla
- Concreto lanzado

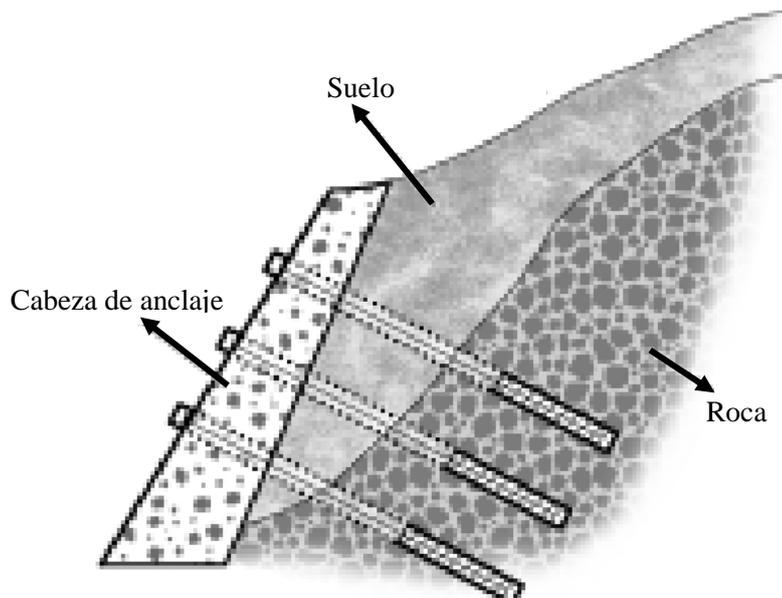


Figura 7. Anclaje en roca.

Fuente: Millán, 2005

e. Protección de superficie de talud con vegetación.

Mediante este método, se puede reducir la erosión del suelo producido por la lluvia. Ya que consiste en la siembra de arbustos bajos, que cubran el suelo de la incidencia directa de las lluvias. Este método se puede integrar con la construcción de gaviones entre otros para mejor su eficacia. Dentro de los métodos de manejo y establecimiento de la vegetación en los taludes se incluyen:

- Conformación del sustrato.
- Siembra de semillas
- Siembra por estacas, estolones y ramas
- Siembra de sepedón
- Sistemas de anclaje

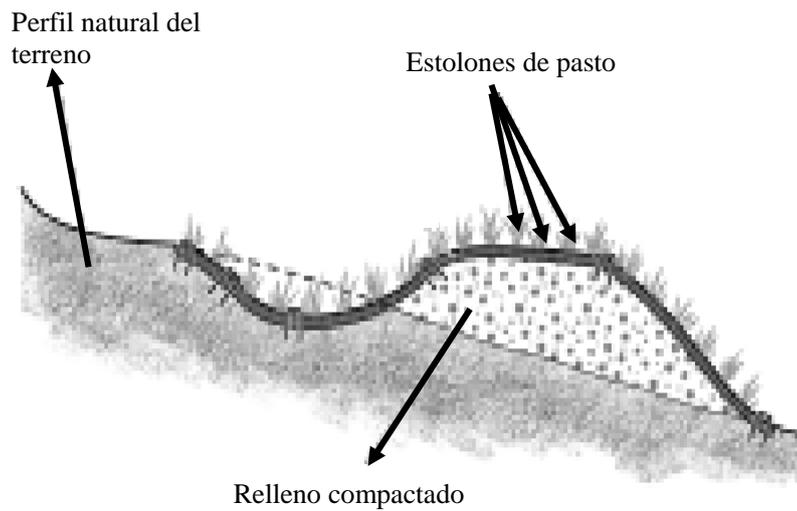


Figura 8. Siembra de estolones de pasto.

Fuente: Millán, 2005

f. Protección de la superficie del talud con revestimiento.

Este método se emplea para prevenir la erosión en los taludes, ya que disminuye la infiltración y mantenimiento del suelo. Para emplear este tipo de obra las pendientes deben ser mayor al 100%, los tipos pueden ser los siguientes:

- Concreto lanzado
- Suelo cemento
- Gaviones
- Enrocados
- Mampostería o piedra pegada

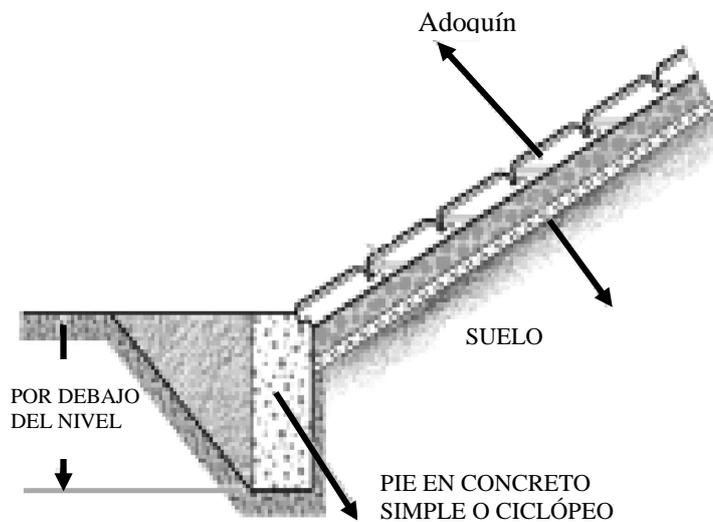


Figura 9. Revestimiento en el pie de talud con adoquín.

Fuente: Millán, 2005

g. Obras para el control de material caído o deslizado.

Este método se usa para descaminar la masa con la finalidad de reducir el impacto ocasionado al deslizarse hacia abajo, con el objetivo de proteger integridad de las estructuras y los transeúntes. Algunos ejemplos de obras pueden ser:

- Escudos contra caída de rocas o deslizamientos.
- Cunetas o bermas de intercepción.
- Mallas metálicas
- Muros o gaviones

3.2.3.2. Obras para el control de la erosión.

Este fenómeno puede ser de tipo antropogénico o natural, este contribuye a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa (FRM), afectando en gran cantidad

extensiones de tierras. Las obras empleadas para prevenir la erosión del suelo, tiene el objetivo de realizar una adecuada deyección de la esorrentía, reduciendo la velocidad de escurrimiento sin dañar la cobertura vegetal.

a. Tratamiento de la regulación de la esorrentía superficial.

Este tipo de tratamiento consiste en construir vías de conducción de la esorrentía hacia una red natural de drenaje, se encargan también de regular el flujo directo en zonas de poca cobertura vegetal. Esta red de drenaje puede ser de:

- Desviación
- Transversales
- Longitudinales

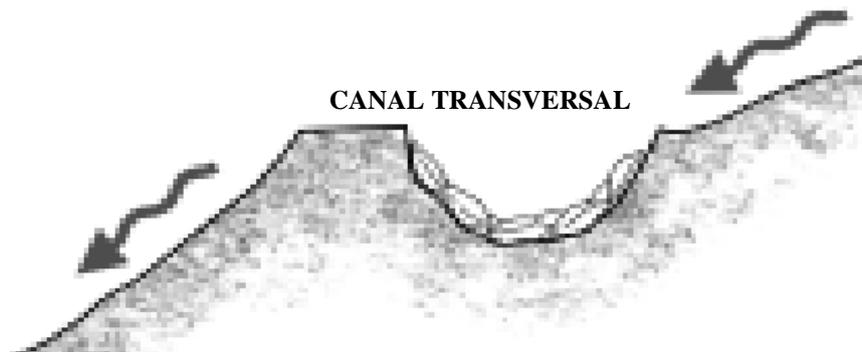


Figura 10. Canal transversal revestido con sacos en suelo.

Fuente: Millán, 2005

b. Incremento de infiltración.

Esto se logra mediante la conformación de sistemas que faciliten la infiltración reduciendo así la velocidad, las propiedades erosivas, así también retienen el transporte de sedimentos. Para incrementar la infiltración se puede emplear las siguientes medidas:

- Las zanjas de infiltración
- Las micro terrazas forestales (utilizadas en laderas con pendientes moderadas)

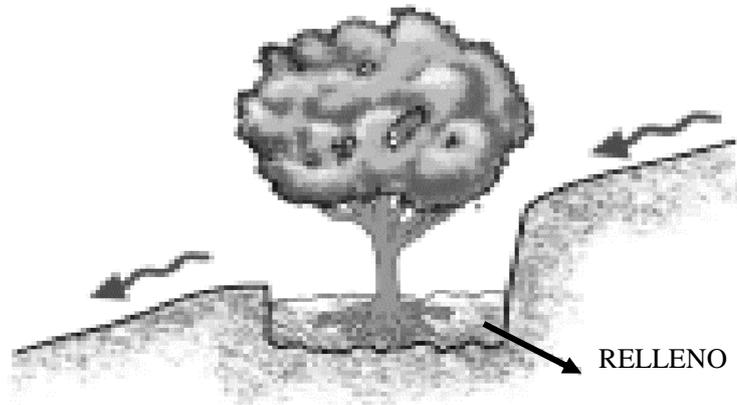


Figura 11. Microterrazza forestal.

Fuente: Millán, 2005

c. Tratamientos lineales.

Se basa en la construcción de barreras con la finalidad de encaminar la escorrentía del agua a las vías de evacuación construidas transversalmente a la pendiente. Los objetivos de estas obras son:

- Disminuir la erosión superficial del talud
- Disipar la escorrentía sobre el talud
- Reducir la velocidad de flujo
- Acumular sedimentos

d. Cubiertas superficiales.

Este método se basa en la protección del suelo con la utilización de coberturas frescas o secas, tales como gramíneas, restos de la cosecha, etc. Son adecuadas para tapar zonas degradadas con poca pendiente, cumpliendo las siguientes funciones:

- Impedir que la lluvia impacte directamente en el suelo.
- Reducir el flujo del agua
- Impedir que el suelo se seque
- Impedir que la materia sea arrastrada

e. Tratamiento de flujo hídrico en cauces.

Se realiza mediante la edificación de diques transversales en los cauces de control de erosión fluvial, con la finalidad de detener la excavación de hoyos y tálamos, incrementar la estabilidad de pendientes longitudinales, y crear situaciones que promuevan los procesos de sucesión vegetal. Estos pueden ser construidos en:

- Postes de madera
- Gaviones
- Sacos rellenos

f. Reforestación.

Consiste en la implantación de arbustos y arbóreas nativas, de rápido crecimiento, con la finalidad de conformar barreras vivas las cuales actuarán como; protectores de viento, que a su vez retiene agua e incrementa la infiltración reforzando el suelo.

3.2.3.3. Obras para inundaciones.

Por lo general las inundaciones son generadas por el desborde de las corrientes naturales cuya pendiente es pequeña, y cuenta con una reducida capacidad de transportar sedimentos. Aquellas inundaciones provocadas por fuertes crecientes, son difíciles de evitar, motivo por el cual es indispensable proponer maneras de control y reducción de efectos.

Al implementar formas, de prevención de inundaciones, se busca contener el flujo de agua dentro del cauce del río. Mediante el empleo de dragados muchas veces se consigue lograr esto, profundizando y ampliando el canal de descarga.

a. Ampliaciones de cauces.

Este método permite optimar, las condiciones hidráulicas de los cauces, ya sea mediante el retiro de los sedimentos o corrección de los márgenes. Por lo general se emplea en zonas de desemboque, con alta sedimentación o donde hay modificación de las secciones del cauce de tipo antropogénica.

b. Diques.

Los diques permiten tener un mejor control de las crecientes, mejorando la capacidad hidráulica del cauce, ampliando el margen con trincheras de tierra, facilitando el control de la creciente y reduciendo la erosión.

- Longitudinales.

También conocidos como jarillones, se construyen a base de relleno de material de la zona, esta obra debe complementarse mediante la construcción de otras para el control de drenaje e infiltración.

- *Transversales.*

Son aquellas construidas de forma perpendicular al cauce. El material de construcción empleado puede ser de concreto, madera o gavión con la finalidad de asegurar el cauce de las posibles erosiones e inundaciones.

c. Muros de retención.

Estos se edifican en lugares de reducido espacio, cuya función es retener la creciente y asegurar la construcción de un dique y demás infraestructura rural.

d. Canalización.

Se usan principalmente en lugares urbanos, como parte del control de las corrientes dinámicas o como parte de la desviación de los cursos principales a fin de evacuar los caudales externos, los materiales para revestir los canales pueden ser de geo sintéticos, concreto o gaviones.

e. Embalses o regulación de reservorios.

Son presas construidas en las zonas altas de las cuencas, asegurando la regulación, captación y contención del caudal, evitando la posibilidad de inundaciones, estas también pueden ser usadas para la generación de energía.

3.2.3.4. Obras para el control de avenidas torrenciales.

Este fenómeno por lo general está constituido por grandes flujos de agua combinados con lodos, y por lo general son ocasionados por efecto de las intensas lluvias. Las obras para su control están diseñadas para reducir los efectos de la erosión el transporte de material y sedimentación

a. Obras transversales.

Son de tipo dique los cuales se construyen con forma transversales en zonas donde el cauce por lo general es torrencial, ocasionando un gran transporte de materiales, estos pueden construirse con concreto, madera o gaviones. Su principal función son la de evitar que los sedimentos sean transportados y reducir la erosión y la poca estabilidad de las márgenes.

b. Reforestación y protección de cuenca.

Mediante este método se busca controlar la generación de sedimentos a fin de proteger y recuperar la cobertura vegetal. Este método se puede emplear en toda la cuenca o solo en las márgenes.

3.3. Representación de resultados

3.3.1. Evaluación del riesgo ambiental.

3.3.1.1. Análisis para la evaluación del riesgo ambiental.

La definición básica de la evaluación de riesgos ecológicos es la determinación de la probabilidad de que un sistema ecológico sufra un efecto adverso. Para la evaluación de riesgos los elementos de mayor importancia son las valoraciones del peligro de acuerdo a la exposición a compuestos peligrosos y la posibilidad de que ocurra la exposición (Perez, 2006).

En esta fase, se conocerán los más relevantes y/o significativos riesgos, para luego establecer el diseño y prevalecer a modo de prevención estrategias adecuadas, lo cual facilitará la selección de las alternativas posibles para la final toma de

decisiones. En la figura 1 se puede visualizar las principales etapas del proceso de evaluación (MINAM, 2009).

El producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias anteriormente estimadas, permite la estimación del riesgo ambiental. Éste se determina para los tres entornos considerados, naturales, humanos y socio-económico según se muestra en la figura 13 (MINAM, 2011).

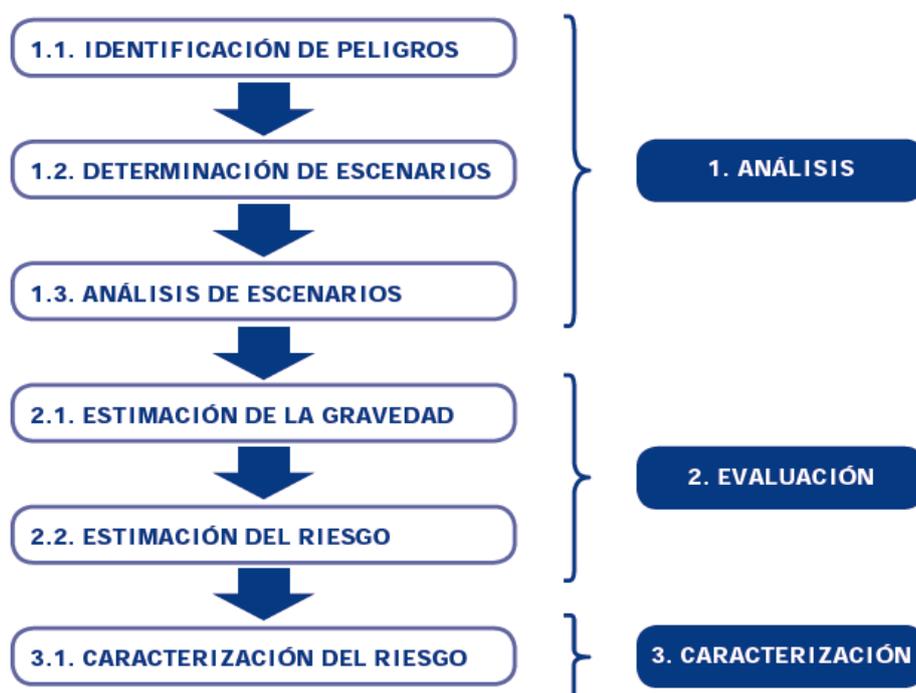


Figura 12. Criterios para la óptima evaluación de riesgos ambientales

Fuente: MINAM, 2011

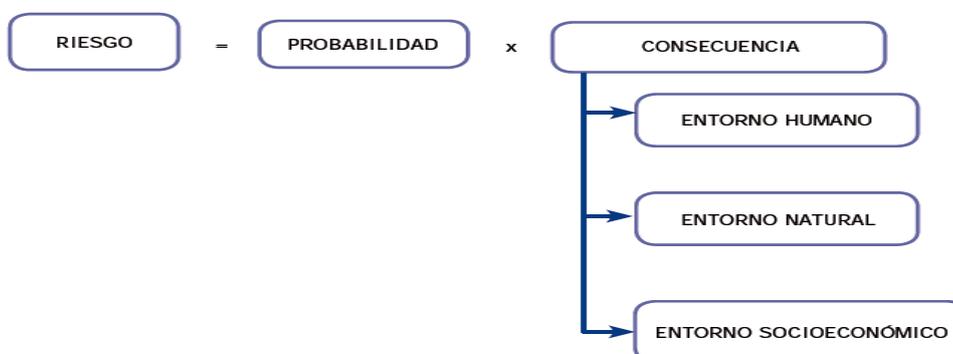


Figura 13. Estimación del riesgo ambiental.

Fuente: MINAM, 2011

3.3.1.2. Evaluación de riesgo ambiental.

Para la evaluación final del riesgo ambiental se elaboran tablas de doble entrada, una para cada entorno (natural, humano y socioeconómico), en las que gráficamente debe aparecer cada escenario teniendo en cuenta su probabilidad y consecuencias como resultado de la estimación del riesgo realizado, según la figura 15, como se describe en la Norma UNE 150008.2008 de acuerdo a la guía de gestión de riesgos ambientales (Ministerio del Ambiente, 2011).



Figura 14. Estimador de riesgo ambiental.

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Ubicar los escenarios en la figura anterior, permite generar un juicio sobre la evaluación del riesgo ambiental y planear mejoras para la disminución del riesgo. A continuación, se puede observar cómo se debería ubicar los escenarios en la figura 15, y es así que se existe la posibilidad de que ocurra en 2” y una valoración de la gravedad y secuelas para el ambiente (MINAM, 2011)

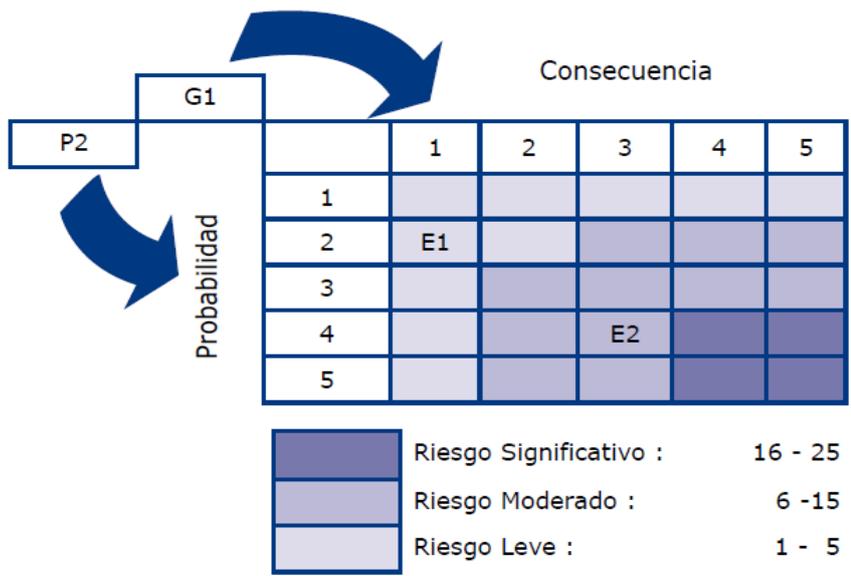


Figura 15. Escenarios en el estimador de riesgo ambiental

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

El escenario E1, de acuerdo a la figura 15, la clasificación de los riesgos se realiza según el color del casillero en la que se ubican en la figura 14. Para este caso, representaría que el riesgo es leve (MINAM, 2011).

Según la metodología, luego de haber establecido los riesgos en la figura anterior, y se hayan clasificado de acuerdo al tipo, bajos, moderado, medio, alto, o muy alto; se identifican los riesgos a eliminar o reducir. Los riesgos más altos identificados son considerados como críticos y merecen atención, como se puede ver en la figura 16 (MINAM, 2011).

	Valor Matricial	Equivalencia Porcentual (%)	Promedio (%)	
	Riesgo Significativo :	16 - 25	64 - 100	82
	Riesgo Moderado :	6 - 15	24 - 60	42
	Riesgo Leve :	1 - 5	1 - 20	10,50

	RIESGO ALTO
--	--------------------

Figura 16. Establecimiento del riesgo alto en la escala de evaluación de riesgo ambiental.

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

3.3.1.3. Caracterización de los riesgos ambientales.

Finalmente en esta etapa se define porque dicha caracterización se realiza de acuerdo al entorno humano, socioeconómico o natural, debiendo determinar el promedio de estos de manera previa, el cual se deberá expresar en porcentaje, luego se realizará la sumatoria y promedio de los tres entornos, este resultado obtenido es el final y deberá ser enmarcado en alguno de los tres niveles de riesgo, ya sea leve, moderado o significativo (MINAM, 2011).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Primera. El termino riesgo puede conllevar a muchos conceptos, ya sean por las condiciones de vida, condiciones laborales, etc., todos ellos se encuentran enmarcados dentro de los considerado antrópico-social, y en medida pueden ser controladas, pero los riesgos naturales son muy difíciles de predecir lo que conlleva a una crisis, humana, ecológica y socio-cultural. Todo ello por los efectos que puede causar, la presente monografía concluye el poder conocer alguna de las acciones que se deben realizar a partir de la presencia de lluvias.

Segunda. La presencia de lluvias por sí misma es una satisfacción para los pobladores, en especial a los agricultores, ya que gracias a este se puede desarrollar la actividad agrícola. Pero el exceso de este puede conllevar a las perdidas tanto de los diferentes productos cultivados, como también las áreas y/o terrenos de cultivo y, en caso extremo la pérdida de vidas humanas. Toda evaluación por la presencia excesiva de lluvias significa un desastre natural y es considerado de alto riesgo.

Tercera. La medida adoptada para mitigar los riesgos ambientales por presencia de lluvias depende mucho de las condiciones geográficas, topografía del lugar, tipo de suelo, etc.

4.2. Recomendaciones

Primera. Se recomienda poder profundizar estudios acerca de la mitigación de los riesgos ambientales a causa de la presencia de lluvias a fin de poder salvaguardar la integridad personal, económica y medioambiental de las personas que pueden ser afectadas.

Segunda. Realizar un trabajo de investigación focalizando lugares específicos, y hacer el análisis de riesgo correspondiente más la alternativa de solución económicamente viable a fin de promover el desarrollo en dichos lugares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beck, U. y Alborés, J. (2006). *La sociedad del riesgo global*. España: Siglo XXI.
- Congreso de la República. (2001). *Ley N° 27446. Ley del sistema de evaluación de impacto ambiental*. Publicada en el Diario El Peruano N° 201755, del 23 de junio de 2012. Perú. Recuperado de <http://www.elperuano.com.pe/NormasElperuano/2012/06/23/201755-1.html>
- Congreso de la República. (2004). *Ley N° 28245. Ley marco del sistema de gestión ambiental*. Publicada en el Diario El Peruano N° 562302, del 08 de junio de 2004. Perú. Recuperado de <http://www.elperuano.com.pe/NormasElperuano/2004/06/08/562302-1.html>
- Congreso de la República. (2005). *Ley N° 28611. Ley general del ambiente*. Publicada en el Diario El Peruano N° 393473, del 13 de octubre de 2005. Perú. Recuperado de <http://www.elperuano.com.pe/NormasElperuano/2005/13/10/393473-1.html>
- Congreso de la República. (2012). *Ley N° 29889. Modifica la ley general de salud*. Publicada en el Diario El Peruano N° 542302, del 24 de junio de 2012. Perú. Recuperado de <http://www.elperuano.com.pe/NormasElperuano/2012/06/24/542302-1.html>
- Congreso de la República. (2015). *Decreto legislativo N° 635. Código penal*. Publicada en el Diario El Peruano N° 562302, del 25 de setiembre de 2015. Perú. Recuperado de <http://www.elperuano.com.pe/NormasElperuano/2015/09/25/562302-1.html>
- Environmental Protection Agency. (2001). *An overview of Risk Assessment and RCRA*. EPA530-F-00-032. Washington D.C.: EPA.

- Evans, J., Fernández, A., Gavilán, A., Ize, I., Martínez, M., Ramírez, P., y Zuck, M. (2003). *Introducción a los riesgos ambientales*. México: SEMARNAT-INE.
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., y Garmendia, L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. México: Pearson educación.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). *Resolución jefatural N° 317-2006-INDECI. Aprueban el “Manual Básico para la Estimación del Riesgo” y la Directiva “Normas y Procedimientos para la Programación y Ejecución de la Estimación del Riesgo”*. Publicada en el Diario El Peruano N° 553202, del 23 de julio de 2006. Perú. Recuperado de <http://www.elperuano.com.pe/NormasElperuano/2006/07/23/553202-1.html>
- Llasat, M. (2012). Riesgos Naturales: clasificación, conceptos y cuestiones. *Actuarios* 31(50), 7-11.
- Martínez, J. (2008). *Desarrollo de la gestión del riesgo por fenómenos de origen*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Millán, J. (2005). *Guía ambiental para evitar, corregir y compensar de los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal*. Colombia: Bogotá.
- Ministerio del Ambiente. (2008). *Organismos Adscritos*. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/el-ministerio/organismos-adscritos/oefa/>
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Guía de evaluación de riesgos ambientales*. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Guía de gestión de riesgos ambientales*. Lima: MINAM.

Organización de las Naciones Unidas. (2009). *Terminology on Disaster Risk Reduction*

Recuperado de [http://](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf)

www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf

Pérez, J. (2006). *Manejo del medio ambiente y riesgos ambientales*. México: SEMARNAT.

Pol, E. (2002). *Retos y aportaciones de la psicología ambiental para un desarrollo sostenible*. México: UNAM, GRECO y FUNDACIÓN UNILIBRE.

Servicio de Agua y Mantenimiento de Empresa del Estado Provincial. (2011). *Planta potabilizadora y acueductos: Presidencia roca, pampa del indio y localidades sobre ruta*. Argentina: SAMEEP.