



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Agencia Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE**



GOBIERNO DE LA  
REPÚBLICA DE HONDURAS  
★ ★ ★ ★ ★



*Al servicio  
de las personas  
y las naciones*

# Manual para la **Evaluación de Riesgo** del Emplazamiento y del Medio Construido



Incluye herramientas para el análisis de riesgo de emplazamiento aplicables para cualquier tipo de inversión y metodologías específicas para el análisis de vulnerabilidad y riesgo para edificaciones

## **MANUAL PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DEL EMPLAZAMIENTO Y DEL MEDIO CONSTRUIDO PARA EDIFICIOS, VIVIENDAS Y LOTIFICACIONES**

Esta es una publicación del proyecto Prevención y Recuperación de crisis, conflictividad y seguridad ciudadana, con perspectiva de equidad de género, auspiciado por la Cooperación Suiza y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

### **Elaboración**

Geólogo Msc Ginés Suárez Coordinador del proyecto Recuperación Temprana de PNUD. El documento ha sido elaborado a partir de diversos instrumentos generados en Nicaragua y otras experiencias de la región y adaptado al contexto hondureño.

### **Actualización 2013**

CI Ambiental

### **Aprobación y aval técnico**

Ing. Gonzalo Fúnez. Director de la Dirección de Gestión de la Prevención de COPECO.

### **Revisión Final**

Ing. Miriam Downs, Asesora RRD de la Cooperación Suiza.

### **Diagramación**

Evelyn Cabrera del PNUD.

### **Actualización 2013**

Sahady Mencía

### **Agradecimientos**

De forma especial los aportes de los estudiantes de la primera promoción del Diplomado de Herramientas Técnicas para la Gestión de Riesgo, cuyos aportes fueron fundamentales para la mejora y validación de este manual.

**ISBN: 978-99926-821-4-2**

# Manual para la **Evaluación de Riesgo** del Emplazamiento y del Medio Construido



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Agencia Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE**



GOBIERNO DE LA  
REPÚBLICA DE HONDURAS  
★ ★ ★ ★ ★



*Al servicio  
de las personas  
y las naciones*

# Contenido

Mensaje de Bienvenida	
Como se usa este manual	1
Conceptos Básicos	3
Evaluación del emplazamiento y medio construido	6
La evaluación de los componentes del histograma	8
Análisis de los distintos componentes del histograma de evaluación del sitio y medio construido	11
Forma del terreno	16
Movimientos de ladera	21
Derrumbes o caídas de roca	24
Criterios para la identificación de zonas de derrumbe	25
Deslizamientos	26
Criterios para la identificación de deslizamientos	28
Flujos de lodo y detritos	31
Factores desencadenantes de movimientos de ladera	34
Inundaciones	35
Identificación de áreas susceptibles a inundaciones fluviales	37
Valor de Vulnerabilidad	43
Riesgo	45
Informe final y recomendaciones	48
Bibliografía	49
Anexos	50



Salvar vidas es la prioridad de la Comisión Permanente de Contingencias COPECO, esto se logra bajo un esquema organizado que permite a cada ciudadano hacer su parte, con el apoyo de las instituciones que forman el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER).

Además de la buena organización y coordinación, la tarea de salvar valiosas vidas de quienes habitan este hermoso país, depende de los recursos y las herramientas apropiadas que se tengan para hacer una gestión de riesgo eficaz, especialmente en las zonas de alta vulnerabilidad.

Una de las herramientas que ayudara en esta misión y que me complace entregar como parte de mi responsabilidad de funcionario público, es el MANUAL PARA LA EVALUACION DE RIESGO DEL EMPLAZAMIENTO Y DEL MEDIO CONSTRUIDO.

Este manual ha sido desarrollado por la Dirección de Gestión de la Prevención de COPECO, con la asesoría técnica y financiamiento de la Cooperación Suiza, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Este manual, es el primero de una serie de instrumentos técnicos, el cual está estructurado en 2 etapas orientadas a la evaluación del riesgo. La primera etapa, descrita en los capítulos 2,3,4 y 5, corresponde a la evaluación preliminar y esta dirigida a los profesionales que emiten los certificados de riesgo solicitados por la Alcaldía o entidades. La segunda etapa, corresponde al Anexo 3 "Términos de referencia para estudios especiales en zonas de movimientos de ladera; el cual incluye la metodología para realizar un estudio detallado de Riesgo; este anexo será utilizado en caso de recomendarse en el certificado de riesgo de la necesidad de adelantar estudios detallados de amenaza vulnerabilidad y riesgo.

Con este manual COPECO entrega a todas las instituciones que conforman el SINAGER una herramienta técnica para evaluar el riesgo del emplazamiento (en cualquier tipo de infraestructura) y del medio construido (específicamente edificios).

De esta manera se cumple con artículo 24 de la ley del SINAGER en el sentido que "los oficiales de prevención utilizaran fichas técnicas con los parámetros para determinar si una situación es de alto, mediano y bajo riesgo", durante las evaluaciones.

Se incluyen las herramientas para realizar la evaluación preliminar, estas herramientas serán de ayuda para determinar si el predio evaluado requiere la aplicación de la metodología presentada en el Anexo 3. *Términos de referencia para estudios especiales en zonas de movimientos de ladera.*

El manual sirve de guía y lo aplicara personal certificado por COPECO como evaluador de riesgo y con la supervisión de oficiales de prevención calificados y certificados bajo una estrategia de Gestión de Riesgo que desarrolla nuestra institución.

Bajo esta estrategia se logra cumplir con el objetivo principal de la ley del SINAGER que es "proteger la vida y los medios de vida de los habitantes de la República, mediante acciones concretas destinadas a prevenir, reducir o controlar los niveles de riesgo en el territorio nacional (art.3)"

**Lisandro Rosales Banegas**  
Ministro Comisionado Nacional

# Como se usa este Manual

Este manual consta con 5 tipos de elementos:

1. Un marco conceptual que aborda los elementos de amenaza y riesgo.
2. Matrices y herramientas para realizar la evaluación preliminar (Anexos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 9) y determinar con los resultados la necesidad de adelantar estudios detallados de amenaza y riesgo de acuerdo al anexo 3.
3. Herramientas para realizar un diagnóstico de las edificaciones ubicadas en el área de estudio.
4. Herramientas para el análisis cuantitativo y cualitativo del riesgo de edificaciones.
5. Herramientas para el apoyo a reubicaciones y para el análisis de riesgo general.

Con estos elementos este manual se puede usar como:

Texto de consulta sobre el marco legal y la descripción de las principales amenazas socio naturales existentes en Honduras. Dado que no existen muchos textos publicados en Honduras sobre amenazas y el marco legal puede servir de referencia para publicaciones, estudios y consultas.

Para la evaluación preliminar que indica el presente manual, el documento cuenta con unas matrices (anexo 6) que pueden ser usadas para evaluar la exposición de la infraestructura ante amenazas. Dado que esta herramienta está diseñada para hacer una evaluación preliminar puntal de una localización precisa en el caso de proyectos o inversiones que cuentan con varios elementos localizados en diferentes zonas o que cubren una zona geográfica importante (ej. un sistema de agua que cuenta con una presa, tanque, línea de conducción, o un proyecto productivo agrícola donde tenemos la parcela, la carretera por donde se transporta la producción, el lugar donde se transforma la producción, o una urbanización que cubre un área importante), se puede analizar la exposición de cada uno de estos elementos por separado visitando cada uno de los elementos y aplicando las matrices. Así mismo en este documento se incluyen las matrices de geomorfología y cuenca (anexo 6) o lo descrito en el anexo 2 para la evaluación de zonas más amplias y heterogéneas.

Es importante aclarar que para la aplicación de esta metodología los usuarios deben utilizar como referencia e insumo técnico, los mapas de amenaza por inundación y deslizamiento estudios, e información técnica que pueda ser revisada previamente a la visita de inspección. La metodología propuesta en el presente manual

## Como se usa este Manual

contempla una inspección visual y el diligenciamiento de las matrices relacionadas en el Anexo 5. Esta metodología aplica para la emisión de certificados de riesgos a nivel de predio. Dichos certificados determinan el nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo del predio y definen recomendaciones para el uso de estas zonas y/o predios.

Para realizar una evaluación preliminar de edificaciones, mediante las matrices y herramientas incluidas en el documento. Si a partir de los resultados de esta evaluación se genera la necesidad de un estudio detallado, será necesario aplicar lo contenido en el Anexo 3. Términos de referencia para estudios especiales en zonas de movimientos de ladera.

En todo caso este manual es sólo un apoyo, el resultado que permitirá a las entidades pertinentes la toma de decisiones, serán los resultados obtenidos a través de la aplicación del Anexo 3. Términos de referencia para estudios especiales en zonas de movimientos de ladera.

Finalmente el manual incluye los anexos 10 y 11, los que permiten realizar un análisis riesgo de edificaciones de forma cuantitativa y cualitativa. Estos anexos presentan herramientas para el cálculo de pérdidas probables (análisis cuantitativo) o para analizar si las edificaciones presentan un riesgo alto, medio o bajo (riesgo cualitativo).

Para analizar de forma preliminar el riesgo en cualquier localización. Aunque el manual se ha diseñado para el análisis de amenazas y vulnerabilidades de forma puntual también se ha incluido una herramienta que permite un análisis de la construcción social del riesgo, basada en el análisis de los escenarios de desastre que han acontecido en un territorio, identificando los actores y procesos involucrados y los procesos de recuperación.

El análisis de riesgo cualitativo es una herramienta que permite apoyar la toma de decisiones para la reubicación de infraestructuras o familias en situación de riesgo, pues permite evaluar si el nivel de riesgo es bajo, medio (que implica Intensificar el monitoreo) o alto (donde se recomienda reubicación temporal). Es importante precisar que la reubicación de infraestructuras o familias es una recomendación que solo podrá darse a partir de un estudio detallado de riesgo que determina si la zona de se encuentra en alto riesgo no mitigable.

Con el fin de apoyar a la toma de decisiones en el caso de reubicaciones definitivas se incluyen herramientas para el análisis de la viabilidad económica de la reubicación.

# 1.- Conceptos Básicos

## 1.1 ¿Qué es riesgo de desastre?

La noción de “riesgo”, en su concepción más amplia, es consustancial con la sociedad y los procesos de desarrollo. La sociedad y cada uno de los individuos enfrenta permanentemente riesgos de diversa índole; situaciones que ponen en peligro su actividad, sus ingresos, sus relaciones o su vida misma.

Sin embargo, al hablar de “riesgo de desastres” se está haciendo referencia específica a la problemática de los desastres, entendidos como aquellas circunstancias o condiciones en las que la sociedad es afectada de forma importante por el impacto de eventos físicos de diverso origen, tales como erupciones volcánicas, terremotos, huracanes, inundaciones o deslizamientos, con consecuencias graves en términos de la interrupción de su cotidianidad y sus niveles de operatividad normal.

*Según el reglamento de la ley del SINAGER el RIESGO DE DESASTRE: es la Probabilidad de daños y pérdidas futuras: una condición latente y predecible en distintos grados, marcada por la existencia de amenazas, vulnerabilidad y exposición al daño; resultado de procesos determinados de desarrollo de la sociedad. Número esperado de pérdidas humanas, personas heridas, propiedad dañada e interrupción de actividades económicas debido a fenómenos peligrosos.*

La noción de desastre se relaciona con niveles de daños y pérdidas que interrumpen de manera significativa el funcionamiento normal de la sociedad, que afectan su cotidianidad. Así, puede haber riesgo sin que haya desastre, sino más bien niveles de daños y pérdidas manejables, no críticas, lo cual suele conocerse como “emergencias”.

*Bajar el nivel de daños probables a niveles aceptables o manejables será una de las funciones más importantes de la gestión del riesgo de desastre.*

El riesgo de desastre es una condición inherente al desarrollo mismo, es decir, no es una condición que surge repentinamente por factores o agentes externos al proceso de desarrollo, sino que es la consecuencia acumulada de los procesos políticos, económicos y sociales que tienen lugar en el territorio. El desarrollo expresado como procesos territoriales (uso, ocupación y transformación del territorio) y procesos sectoriales (flujos de bienes y servicios, aprovechamiento de recursos y disposición de residuos) tiene una profunda relación con la generación y acumulación del riesgo y por lo tanto, también con los desastres.

*El riesgo de desastres es una condición latente que, al no ser modificada o mitigada a través de la intervención humana o por medio de un cambio en las condiciones del entorno físico-ambiental, anuncia un determinado nivel de impacto social y económico hacia el futuro, cuando un evento físico detona o actualiza el riesgo existente.*

***El riesgo es una construcción social  
El desastre es un riesgo no atendido***

## 1.2 ¿Cuáles son los factores que componen el riesgo?

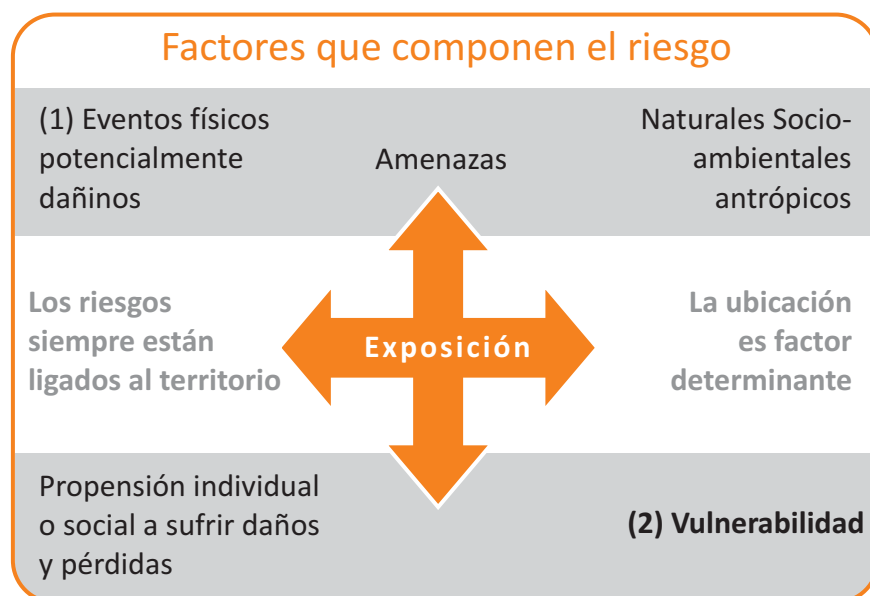
El riesgo se expresa y se concreta con la existencia de población humana, producción e infraestructura expuesta al posible impacto de los diversos tipos de eventos físicos posibles, y que además se encuentra en condiciones de “vulnerabilidad”, es decir, en una condición que predispone a la sociedad y sus medios de vida a sufrir daños y pérdidas.

El riesgo es, por lo tanto, una construcción social que se da por la coincidencia en el tiempo y en el espacio de condiciones o factores potencialmente dañinos.

*Las posibilidades de limitar, mitigar, reducir, prevenir o controlar el riesgo se fundamentan en la identificación de los factores del riesgo, de sus características particulares y de sus procesos de conformación o construcción, incluyendo los actores sociales involucrados en su concreción.*

Es decir, al reconocimiento de la existencia de condiciones físicas y sociales que contribuyen a la existencia de riesgo en la sociedad, esencialmente, se reconocen dos tipos de factores: (1) amenazas (eventos físicos potencialmente dañinos) y (2) vulnerabilidad.

La existencia de riesgo de desastre asociada a estos factores está determinada por la exposición de la sociedad a las distintas amenazas, es decir la localización en áreas potencialmente afectables.



*El esquema anterior sintetiza los fundamentos que deben considerarse para la gestión de riesgos:*

- Sin exposición no hay riesgo. La existencia o probabilidad de un evento físico potencialmente dañino constituye una amenaza únicamente cuando hay población o intervenciones sociales ubicadas en el área de influencia del evento.
- El riesgo siempre tiene una condición de “lugar”, es decir, está ubicado necesariamente a una porción de territorio.
- El nivel del riesgo estará determinado por la probabilidad de que se produzcan las amenazas, la intensidad o magnitud posible de estas amenazas, el grado de la exposición y el nivel de la vulnerabilidad.

*Según el reglamento de la ley del SINAGER el ANÁLISIS DE RIESGO: es el resultado de identificar, caracterizar, evaluar y valorar la relación entre una amenaza en particular y la vulnerabilidad a esa amenaza de uno o varios elementos expuestos, con el fin de determinar escenarios potenciales de riesgo a desastres, y con ello los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a un fenómeno peligroso. El análisis del riesgo se realiza para cada amenaza, existiendo la posibilidad de hacer análisis de riesgo para escenarios de multi-amenazas.*

## 2.- Evaluación del emplazamiento y medio construido

### 2.1. Procedimientos

El procedimiento de evaluación del sitio es desarrollado por el evaluador designado por la instancia de Evaluación, cuando se presenta un perfil de proyecto de Desarrollo para evaluar una inversión ya existente.

#### *El llenado de los histogramas*

La evaluación del sitio se realizará mediante el llenado de los histogramas que se expresan en el formulario adjunto en el anexo 5.

Los histogramas están divididos en componentes que corresponden a diferentes elementos a evaluar. Estos componentes se evalúan en el histograma con valores que van de 1 a 3.

- Los valores de 1 en la escala representan las situaciones más riesgosas, peligrosas o ambientalmente no compatibles con el tipo de proyecto que se evalúa.
- Los valores de 2 en la escala representan situaciones intermedias de riesgos, con limitaciones para el tipo de proyecto que se evalúa.
- Los valores de 3 en la escala representan situaciones libres de todo tipo de riesgos y compatibles ambientalmente.

La columna P del histograma se corresponde con el peso o importancia del problema, así las situaciones más riesgosas o ambientalmente incompatibles tienen la máxima importancia o peso (3), mientras que las situaciones no riesgosas o ambientalmente compatibles tienen la mínima importancia o peso (1), mientras que las situaciones intermedias tienen un peso o importancia medio (2).

La columna F se refiere a la frecuencia, o sea la cantidad de veces que en el histograma se obtiene la misma evaluación o escala.

## 2.2. EJEMPLO

El siguiente ejemplo muestra la evaluación del componente geomorfología y cuenca de un sitio cualquiera:

### Componente Geomorfología y Cuenca

E	ZONAS DE AMENAZA O	LAGOS, LAGUNAS, ZONAS INUNDABLES	INESTABILIDAD AGUAS ARRIBA DE LA OBRA	ZONAS FRÁGILES	FORMA DEL TERRENO	IMPACTOS AGUAS ABAJO	P	F	ExPxF	PxF
1							3	2	6	6
2							2	3	12	6
3							1	1	3	1
VALOR TOTAL = (( $\sum(1-3) (E \times P \times F)$ )) / ( $\sum(1-3) (P \times F)$ ) =									21	13
21/13= 1.6										

#### Cálculo de la frecuencia (F):

Con un valor de 1 punto en (E) tenemos 2 Luego la Frecuencia (F) es 2

Con un valor de 2 puntos en (E) tenemos 3 Luego la Frecuencia (F) es 3

Con un valor de 3 puntos en (E) tenemos 1 Luego la Frecuencia (F) es 1

En la columna E x P x F, se multiplican los tres valores, o sea la escala o evaluación por el peso o importancia por la frecuencia.

Mientras que en la columna P x F se multiplican sólo los valores del Peso o importancia por la Frecuencia.

Posteriormente se suman los valores totales de la columna ExPxF y los valores de la columna PxP. En el ejemplo la suma de ExPxP dá a 21 y PxP dá a 13.

Finalmente se divide la suma total de la columna ExPxP entre la suma total de la columna PxP y se obtiene el valor del componente. En el ejemplo el valor del componente es 21/13=1.6

Los histogramas contienen componentes y cada componente contiene un conjunto de variables.

### ***La evaluación de los componentes del histograma.***

La evaluación de los componentes del histograma se realiza aplicando matrices (ver *anexo 6*). Estas matrices permiten obtener valores para distintas variables que integran el análisis del componente. Cada componente se valorará analizando todas las variables que lo integran, contando con la información de las características del territorio donde se emplazará el proyecto.

Hay 2 tipos de matrices, las matrices para evaluar el componente de amenazas socionaturales y las matrices para evaluar el resto de los componentes.

Matrices para el análisis del componente de amenazas socionaturales. Estas matrices se evalúan tomando el valor 6 como la situación más desfavorable y 0 como la más favorable y teniendo como valores intermedios 2 y 1. En el siguiente apartado se describe con más detalle la metodología para utilizar este tipo de matrices.

Una vez calculado el valor de la matriz, este se lleva al histograma resumen usando la siguiente equivalencia: amenaza alta sería un valor de 1, amenaza media 2 y amenaza baja 3.

Las matrices para evaluar el resto de los componentes de igual forma que el histograma resumen, usan una escala de 1 a 3 donde 1 es el valor más desfavorable y 3 el más favorable.

Las matrices han sido elaboradas considerando los rangos de situaciones que se pueden presentar en cada variable.

Pudieran existir condiciones en un sitio que no se encuentren expresadas en ninguno de los rangos anteriormente descritos, para ese caso, la persona que evalúa el sitio podrá asociar la situación presente a la escala que considere más apropiada.

Thumbnail of a risk assessment matrix titled "EVALUACION DE AMENAZA POR INUNDACION" and "FACTORES". It shows a grid with columns for "Tipo de zona", "Medida", and "Situación", and rows for "Puntuación".

- **Llenado de las matrices del componente de amenazas socionaturales**

Para la evaluación de amenazas socionaturales se han desarrollado matrices específicas para el cálculo del valor de cada amenaza. Para cada variable de análisis se han definido de 3 a 4 posibles situaciones o características en el sitio - indicadas en las celdas de cada columna - las que pueden dar indicios de que se ha iniciado, o puede iniciarse un proceso peligroso.

Estas características implican distintos niveles de peligrosidad y van desde la menos hasta la más peligrosa por lo que se les han asignado valores numéricos. Estos valores numéricos; 0, 1, 2 y 6, que se indican en la primera columna de cada matriz son los que deberá asignar el evaluador a cada característica que se presente en el sitio del proyecto dependiendo de la fila que esta ocupe en la matriz; 6 para la primera fila y corresponde a las características que en cada factor de análisis indican mayor grado de peligrosidad, 2 para la segunda fila y corresponde a características o situaciones de mediana peligrosidad, 1 para la tercer fila y corresponde a características o situaciones de baja peligrosidad y 0 para el nivel de peligrosidad casi nulo o no evidente aún.

Detailed view of a risk assessment matrix titled "EVALUACION DE AMENAZA POR INUNDACION" and "FACTORES". The matrix has columns for "Tipo de zona", "Medida", and "Situación". A red circle highlights the first column, which contains the numerical scores 6, 2, 1, and 0. A red arrow points from this column to a separate "PUNTAJE" column, which also contains the scores 6, 2, and 1.

Para todos los factores de análisis se debe seleccionar solo una situación o característica dada en la zona – una característica por columna. Solo en los casos que no se presenten ninguna de las situaciones indicadas en la matriz no se deberá seleccionar ninguna celda y por lo tanto no se deberá asignar ningún valor a esa variable.



## 3.- Análisis de los distintos componentes del histograma de evaluación del sitio y medio construido

### 3. ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL HISTOGRAMA DE EVALUACIÓN DEL SITIO Y MEDIO CONSTRUIDO

El histograma de evaluación del sitio y medio construido se divide en 4 componentes: componente de geomorfología y cuenca, componente de amenaza socionatural, componente de vulnerabilidad física y componente de vulnerabilidad social e institucional. Dentro de cada uno de estos componentes se evalúan distintos aspectos en base a las matrices de apoyo (*anexo 6*).

#### 3.1. COMPONENTE GEOMORFOLOGÍA Y CUENCA

El componente de geomorfología y cuenca evalúa el contexto del proyecto de inversión que se pretende realizar o que ya existe. Este componente se evalúa previo a ir a el lugar de evaluación, si podemos ubicarlos con precisión en el sistema de información geográfico o una vez hemos hecho una visita y usando puntos de gps obtenidos del lugar del proyecto para ubicarlo (es lo que llamamos microlocalización). Para poder evaluar este componente se precisa contar con alguna información previa. Se necesita contar con información de las zonas de amenaza que existen en la zona de estudio o información de zonas susceptibles (zonas propensas a fenómenos pero donde no podemos definir la frecuencia de los mismos), contar con las curvas de nivel en un área amplia, con información de la cuenca donde se va a realizar la inversión, información de zonas ambientalmente frágiles existentes (zonas protegidas, cuerpos de agua, humedales, etc) y también contar (a poder ser) con el mapa geológico.

##### 3.1.1. ASPECTOS A EVALUAR EN EL COMPONENTE DE GEOMORFOLOGÍA Y CUENCA:

Dentro del componente de geomorfología y cuenca se evalúan los siguientes aspectos:

- Zonas de amenaza
- Lagos, lagunas, zonas inundables
- Inestabilidad aguas arriba de la obra
- Forma del terreno
- Zonas frágiles
- Impactos aguas abajo

### 3.1.1.1. ZONAS DE AMENAZA

Para analizar esta variable debemos ubicar la zona de estudio junto con la información de amenaza disponible.

*El reglamento de la ley del SINAGER define amenaza como “Peligro o peligros latentes que representan la probable manifestación de un fenómeno externo físico de origen natural (geológicos, hidrometeorológicos), de un fenómeno socio-natural o de autoría humana (tecnológicos/culturales), que se anticipan, con potencial de generar efectos adversos en las personas, la producción, infraestructura y los bienes y servicios. Es un factor de riesgo que se expresa como la probabilidad de que un fenómeno se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo determinado. También es importante tomar en cuenta que las amenazas se encadenan unas con otras, elevando la posibilidad de los desastres”.*

*La susceptibilidad a movimientos de ladera es la mayor o menor propensión a los movimientos de ladera de un territorio determinada en base al análisis de los diferentes factores que condicionan estos movimientos. Es una primera aproximación básicamente cartográfico-estadística (Ayala Carcedo et al, 2002).*

Para este análisis debemos tratar de obtener los mapas de amenaza a inundación para distintos periodos de retorno, mapas de amenaza de movimiento de ladera o los mapas de susceptibilidad. En ocasiones no se cuenta con mapas de susceptibilidad pero si podemos establecer una relación entre el tipo de geología, la geomorfología y la propensión a movimientos de ladera.

A continuación se describen algunas de las relaciones identificadas de forma general entre la geología y los movimientos de ladera para las principales formaciones geológicas de Honduras. Estas relaciones pueden ser indicativas para una primera aproximación previa a la visita de campo.

**Esquistos Cacaguapa.** Se trata de rocas de edad paleozoica, metamórficas. Están constituidas por gneises y pizarras metamórficas. En general son rocas duras, poco alteradas aunque en ocasiones presentan derrumbes en las zonas de mayor pendiente (mayor del 100%) y en zonas afectadas por fallas geológicas.

**Formación Valle de Ángeles.** Es una formación de edad Cretácica. Presenta varios miembros. Uno de los miembros más conocidos son las capas rojas constituidas por alternancias de capas de lutitas y areniscas de color rojo. El otro miembro está constituido por alternancia de margas y capas carbonatas. Ambos miembros son susceptibles a los movimientos de ladera, sobre todo deslizamientos superficiales y traslacionales. Estos movimientos aparecen en pendientes intermedias (del 15 al 50%) y pueden derivar en flujos de lodo o detritos.

**Formación Padre Miguel.** La formación padre Miguel está constituida principalmente por capas de tobas e ignimbritas de color verde claro. En zonas de alta pendiente aflora la roca poco alterada. Debido a la existencia de diaclasas en estas zonas de pendientes altas aparecen fenómenos de caída de roca. En pendientes intermedias estas rocas generan suelos que son muy susceptibles a movimientos de ladera del tipo deslizamientos traslacionales. Es frecuente en el contacto entre Padre Miguel y la formación valle de Ángeles encontrar movimientos de ladera de grandes dimensiones en el suelo de Padre Miguel que se ha depositado sobre Valle de Ángeles. Este tipo de movimientos corresponde a los deslizamientos del Reparto y el Berrinche en Tegucigalpa.

**Grupo Yojoa.** Formado principalmente por capas de caliza con alternancia de margas. En esta formación aparecen en ocasiones grandes movimientos de ladera asociados a suelos. También presenta derrumbes y fenómenos de caída de roca en zonas de alta pendiente.

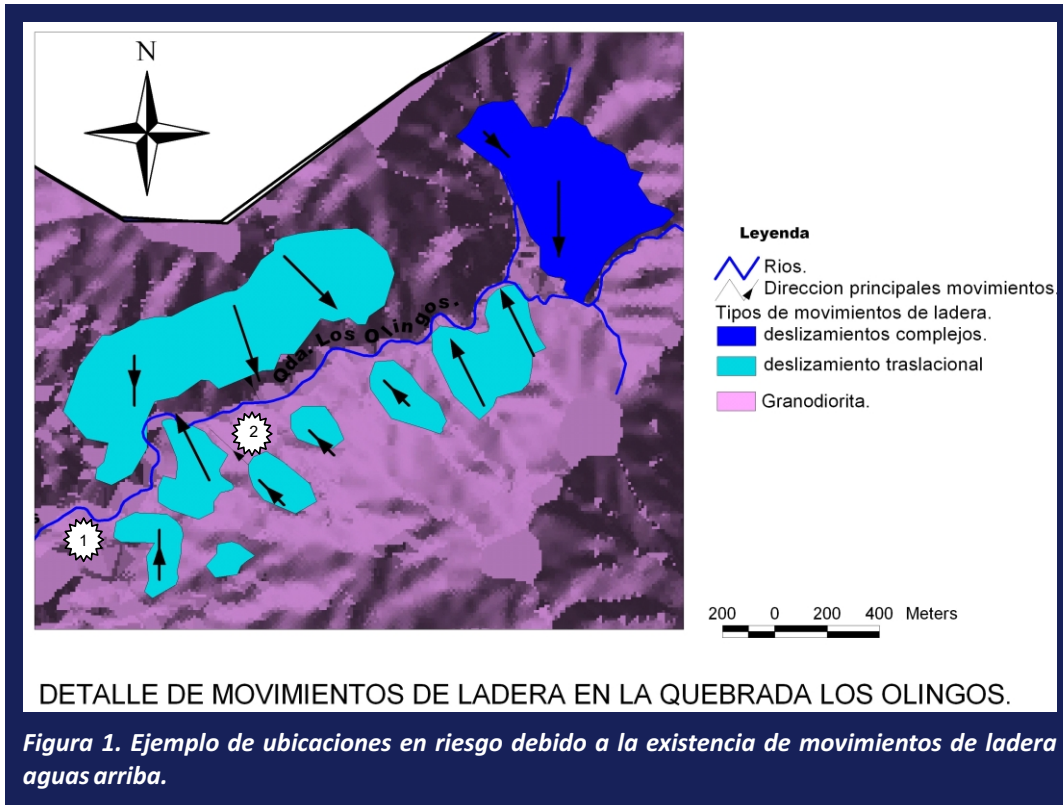
**Intrusiones graníticas terciaras.** En estas intrusiones se desarrollan suelos lateríticos que son muy susceptibles a deslizamientos rotacionales, especialmente en pendientes intermedias.

### 3.1.1.2. LAGOS, LAGUNAS, ZONAS INUNDABLES

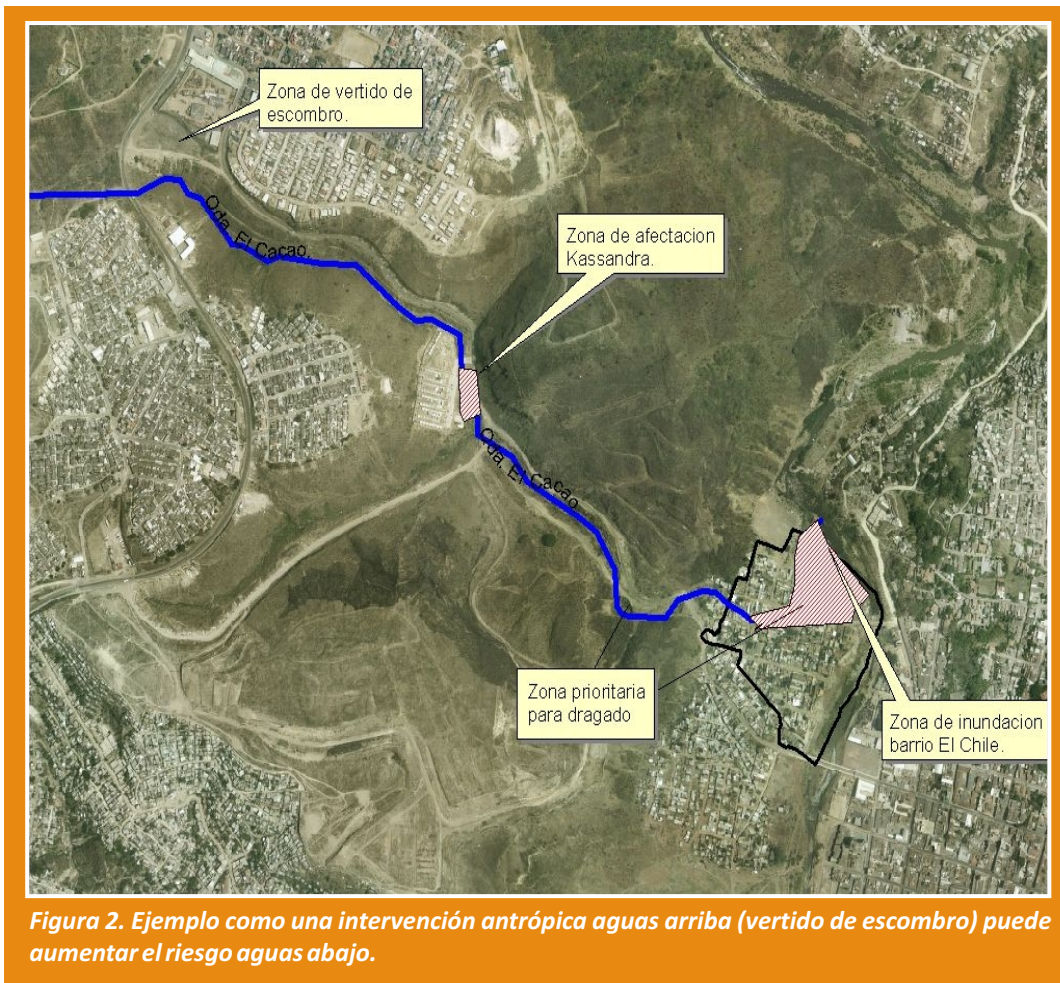
Se debe contar con información de lagos, lagunas y zonas inundables y analizar en base a los criterios que establecen las matrices la ubicación de la inversión con respecto a estas zonas.

### 3.1.1.3. INESTABILIDAD AGUAS ARRIBA DE LA OBRA

Puede suceder que la inversión o proyecto no se encuentre sobre una zona identificada como de amenaza a movimiento de ladera pero que se encuentre topográficamente por debajo de una zona inestable. En este aspecto pueden darse varias situaciones. En la *figura 1* se ejemplifican dos posibles situaciones. La estrella 2 nos indica una ubicación que no está situada sobre una zona de movimiento de ladera. Sin embargo, se trata de una zona que está aguas abajo de un movimiento de ladera y por tanto donde existe un riesgo de que la inversión sea impactada por el movimiento. La estrella 1 nos muestra una ubicación que no está situada sobre una zona de amenaza o susceptibilidad a movimiento de ladera. Sin embargo se trata de una ubicación aguas abajo de una zona con varios movimientos de ladera y además cerca de una quebrada que colinda con los movimientos de ladera. La ubicación 1 tiene un riesgo de ser impactada por flujos generados a partir de los movimientos de ladera. También existe un riesgo de que los movimientos puedan obstruir la quebrada y generarse una avalancha.



En la *figura 2* se muestra otro ejemplo donde además de la inundación existe un vertido de escombros aguas arriba de un barrio (barrio el Chile) que incrementa el nivel de riesgo pues este vertido puede obstruir la quebrada y generar una avalancha.



*Figura 2. Ejemplo como una intervención antrópica aguas arriba (vertido de escombros) puede aumentar el riesgo aguas abajo.*

Todos estos posibles impactos en las inversiones por situaciones que se encuentran aguas arriba de los proyectos deben analizarse en la variable inestabilidad aguas arriba de la obra.

### 3.1.1.4. FORMA DEL TERRENO

Las formas de terreno son un buen indicador de la ubicación de los movimientos de ladera o de las zonas de inundación. Las formas de la superficie de la tierra reflejan las características de los materiales, sus procesos de formación y actividad y el estudio de estas formas es lo que conocemos como geomorfología

Para analizar las formas del terreno lo podemos hacer a partir de las curvas de nivel, mediante fotointerpretación, usando sistemas de información geográfico (generando modelos de relieve o modelos tridimensionales) o mediante observación. Las curvas de nivel son un primer indicador de movimientos de ladera. En muchas ocasiones cuando existe un movimiento de ladera se observa un cambio en la forma de las curvas de nivel que pasan de una geometría cóncava a una convexa (*figura 3*). También se puede observar que las curvas de nivel están desorganizadas localmente (*figura 4*). Finalmente otro indicador de que una ladera es inestable es cuando los ríos son desplazados hacia la orilla opuesta (*figura 4 y 5*).



*Figura 3. Se aprecia que existe un cambio en las curvas de cóncavas a convexas. La propia toponimia del lugar (el nombre del derrumbo) es un buen indicador.*

*Los puntos rojos son puntos GPS del escape del deslizamientos.*



Figura 4. Curvas caóticas y cambio de dirección de río.

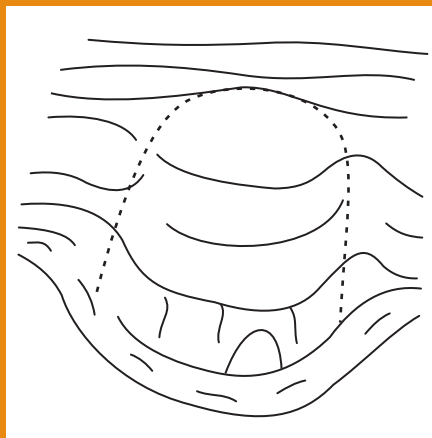


Figura 5. Cambio de dirección del río.

También debe verificarse si el proyecto no se encuentra en una zona de llanura de inundación de un río. Este se puede observar a partir de la forma del terreno analizando si el proyecto está dentro de la llanura de inundación o en terrazas aluviales (figura 6) y analizando la forma general del terreno identificando cada una de estas áreas en base a la topografía (figura 7).

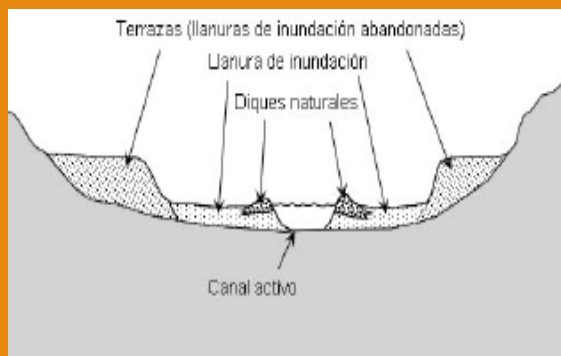


Figura 6. Partes de la sección del río.



Figura 7. Morfología de terrazas y llanura de inundación.

### 3.1.1.5. ZONAS FRÁGILES

Las zonas frágiles consideradas son pantanos, humedales, zona de reserva natural o espacios protegidos para especies en peligro de extinción, zonas de nidificación y las áreas de alto valor arqueológico. Se debe de contar con información mapeada o georeferenciada de estas zonas para poder analizar la cercanía del proyecto y prever posibles impactos.

### 3.1.1.6. IMPACTOS AGUAS ABAJO

No se deben analizar únicamente los riesgos que pueden afectar al proyecto sino analizar si el proyecto puede ser también generador de riesgos. Uno de los impactos de las edificaciones tiene que ver con el manejo inadecuado de las aguas lluvia y aguas negras. Puede suceder que la edificación esté en una zona donde no existe amenaza de movimiento de ladera, pero las aguas lluvia que se generan en la zona de construcción van a ser canalizadas y vertidas a una zona de movimiento de ladera, lo que puede ser un factor de disparo y tener impactos sobre otras inversiones aguas abajo. Este aspecto debe evaluarse cuidadosamente al analizar el proyecto. Lo mismo puede suceder si aguas abajo del proyecto existe una zona ambientalmente frágil o una zona de recarga de acuíferos.

### 3.1.2. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GEOMORFOLOGÍA Y CUENCA:

Como comentamos este componente se evalúa con información secundaria y ubicando nuestro proyecto en el sistema de información geográfico o en el mapa y analizando los diferentes riesgos que pueden existir en base a las amenazas existentes o que pueden generarse al realizar el proyecto. Es por tanto una primera aproximación, que puede ser muy reveladora, pero cuya validez dependerá en gran medida de la calidad de información secundaria de que se disponga. Los valores obtenidos del histograma de este componente se analizarán de la siguiente forma:

- **Valor promedio entre 1.0 y 2.0:** realizar análisis más detallado. Es un lugar donde puede haber riesgo de desastre alto. Continuar el análisis.
- **Valores entre 2.1 y 2.5:** significa que el análisis preliminar realizado por medio del componente de geomorfología y cuenca indica que el sitio es de bajo riesgo a pesar que pueden existir limitaciones aisladas. Continuar el análisis.
- **Valores superiores a 2.6:** significa que el análisis de este componente no identifica riesgos pero debe continuarse con la evaluación.

Hay que tomar muy en cuenta si alguna de las variables del componente tiene un valor de 1 nos está indicando un riesgo potencial alto para los riesgos derivados de la variable considerada.

### 3.2. VISITA AL SITIO PARA INSPECCIÓN OCULAR

Tras realizar el análisis del componente de geomorfología y cuenca o previo a realizarlo (si no se dispone de la ubicación exacta del proyecto) el evaluador de riesgo en coordinación con los dirigentes comunitarios o dueños del proyecto visitará el área propuesta de localización con el objetivo de encontrar evidencias o señales en el sitio que permita identificar algún nivel de amenaza en la zona, así como identificar la frecuencia de ocurrencia. Con la ayuda de un GPS, se localizarán las coordenadas del sitio que se pueden proyectar manualmente en el mapa impreso o introducir al sistema de información geográfico. Es importante verificar que el GPS y la información geográfica de que se dispone están en el mismo sistema de coordenadas. En caso que el proyecto no esté microlocalizado, se visitará la zona, haciendo una inspección ocular para seleccionar preliminarmente un sitio factible y localizándolo en mapa, para evaluarlo con más detalle aplicando el componente de geomorfología y cuenca.

*Es fundamental hacer un análisis de la zona y sus alrededores, no únicamente del terreno donde se localizará el proyecto.*

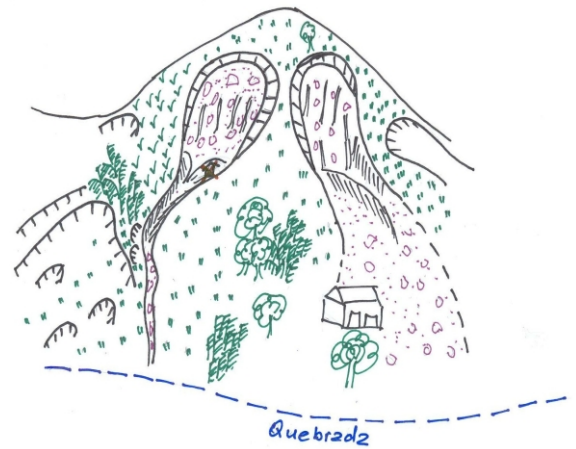
Durante la visita de campo se continúa el llenado de las matrices, iniciando con las de amenazas socio naturales. A la hora de hacer el análisis de las amenazas se tomará en consideración el análisis realizado del componente de geomorfología y cuenca, verificando en el campo la presencia de los riesgos y amenazas que se identificaron con la información secundaria disponible. Se trata de hacer una integración entre la información de contexto y el análisis del sitio en el campo.

Es importante para el llenado de las matrices revisar cuidadosamente, la zona de emplazamiento del proyecto y sus alrededores. Observar el tipo de suelo, el espesor, si hay fuentes de agua, el estado de la vegetación y su ubicación con respecto a los cerros cauces, etc.

De igual manera hay que estimar la pendiente de la ladera o del sitio. Si no se puede obtener toda la información que requiere la matriz durante la visita de campo, es necesario consultar información técnica para complementarla en la oficina. En el anexo 1 se explican algunos criterios para evaluar el tipo de suelo y la pendiente.

**Entrevista a Pobladores:** Es importante conocer la historia del sitio en materia de eventos que han afectado la zona en el pasado, esto permite estimar la frecuencia con que se dan eventos potencialmente dañinos en el sitio. De ser posible se recomienda realizar un taller participativo y aplicar la matriz de análisis de escenarios de desastre anexa, junto con la metodología propuesta para llenarla (ver anexo 11).

**Elaborar el croquis del Lugar:** Durante la visita a la zona es importante hacer un croquis del sitio del proyecto donde se indiquen elementos de referencia tales como: Pendiente, orientación y otros elementos de la naturaleza, cerros cercanos, ríos, etc. Debe darse especial énfasis a los elementos encontrados en la zona indicativos de amenazas; presencia de agua (migración de manantiales, caudal anormal de manantiales), evidencias de deslizamientos (árboles inclinados o combados, ruptura en los suelos etc), terrenos muy escarpados, cantos rodados o poco angulosos, etc.



FUENTE: Guía Metodológica Evaluación del Nivel de Amenazas en sitios de emplazamientos de Proyectos COSUDE.

Toda esa información brinda insumos para la valoración de los diferentes indicadores presentes en la zona y ayuda a asignar valores cuantitativos para la evaluación del nivel de amenaza del sitio y de su aptitud para el uso que se le pretende dar.

Es conveniente también consultar el marco legal existente, en particular las Normas pautas y criterios para el ordenamiento territorial, en donde se explica claramente los usos del suelo en base a determinadas características incluyendo los niveles de amenazas, pendiente de las laderas, etc.

Con toda la información disponible, tanto de campo (visita in situ) como bibliográfica y entrevistas se termina de llenar la matriz y se realizan los cálculos sugeridos para la estimación de los niveles de amenazas. Si hay dudas se debe volver al sitio a verificar.

### 3.3 COMPONENTE DE AMENAZAS SOCIO-NATURALES

Como instrumentos de evaluación de este componente se anexan matrices para cada una de las siguientes 4 posibles amenazas: Flujo de Lodo y Escombros, Inundaciones fluviales, inundaciones marinas y Movimientos de laderas.

Las matrices se presentan en los anexos. Fueron construidas considerando los diferentes factores condicionantes y desencadenantes que hacen que un determinado evento sea más o menos peligroso o presente un nivel de amenaza.

Para cada tipo de amenaza a evaluar se han definido factores a identificar en el sitio del proyecto - indicados en la parte superior de cada columna - los cuales son determinantes para establecer el nivel de amenaza.

### 3.3.1.MOVIMIENTOS DE LADERA

Los movimientos de ladera son movimientos de masas de roca, detritos, o tierra a favor de la pendiente, bajo la influencia directa de la gravedad (Cruden, 1991). La rotura de los materiales en las laderas ocurre cuando la fuerza de gravedad excede el esfuerzo de la roca o suelo que conforman la ladera, es decir, ocurren cambios en el equilibrio de las fuerzas de resistencia al corte y motrices.

*El material desplazado puede movilizarse de forma lenta (milímetros por año), rápida y extremadamente rápida (metros/día, metros/horas, metros/minutos) en función de la topografía, el volumen de la masa de suelo o roca, el mecanismo de rotura y la acción del agua, entre otros factores.*

Los movimientos de ladera pueden activarse o acelerarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, precipitaciones, aumento de nivel de aguas subterráneas, por erosión del suelo, socavamiento de los ríos y por actividad humana como cortes para construcción de caminos, etc.

Los factores que contribuyen a producir y a disparar un movimiento de ladera son múltiples; rara vez actúa uno solo. Hay factores que condicionan la situación de inestabilidad en una masa de terreno, como puede ser la topografía con sus pendientes naturales, la geometría propia de los taludes, la naturaleza de la roca y/o suelo, la orientación y ángulo de inclinación de la roca, las características mecánicas de la roca (resistencia a la deformabilidad y a la compresibilidad), etc. Son los factores que llamamos **condicionantes**.

Existen otros factores que son los **desencadenantes**. Estos factores cambian rápidamente como resultado de algún evento gatillo o acelerador. Entre estos se encuentran las precipitaciones pluviales normales y extraordinarias, la filtración de agua pluvial en el terreno, la acción humana de deforestación y cortes de taludes, el asentamiento humano en las laderas y los sismos, erupciones volcánicas e inundaciones.

### 3.3.1.1. Clasificación de movimientos de ladera

Existen clasificaciones de movimientos de ladera atendiendo al tipo de movimiento, al contenido de agua, a la velocidad del movimiento, a la profundidad de la superficie de ruptura, y al estado de la actividad. Los movimientos de ladera pueden ser clasificados según su actividad en:

**Subestabilizados a lentos:** cuando presentan movimientos de 0-2 cm/año

**Poco activos:** cuando presentan movimientos de 2 a 10 cm/año

**Activos con fases rápidas:** cuando presentan movimientos con velocidades mayores a 10 cm/año.

Atendiendo a la profundidad de la superficie de ruptura los deslizamientos se clasifican como sigue:

- Deslizamiento superficial: La profundidad de la superficie de ruptura está entre 0 y 2 m.
- Deslizamiento semi-profundo: La superficie de ruptura tiene profundidades entre 2 y 10 m.
- Deslizamiento profundo: La profundidad de la superficie de ruptura es mayor de 10 m

Una de las clasificaciones más utilizadas para distinguir los movimientos de ladera es la Clasificación de Varnes que distingue los siguientes tipos: derrumbes, caídas de bloques, basculamiento, deslizamientos y flujos o coladas. De estos los más comunes en Honduras son los derrumbes o caídas, los deslizamientos y los flujos o coladas.

## TIPOS DE MOVIMIENTO DE LADERAS

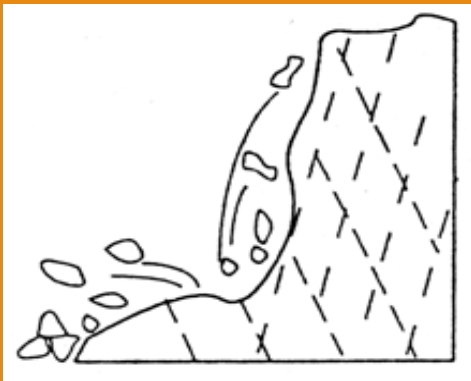


Figura 8. Caídas de bloques

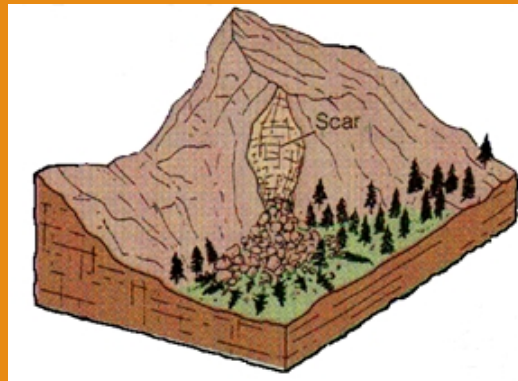


Figura 9. Derrumbes



Figura 10. Flujos de Detritos

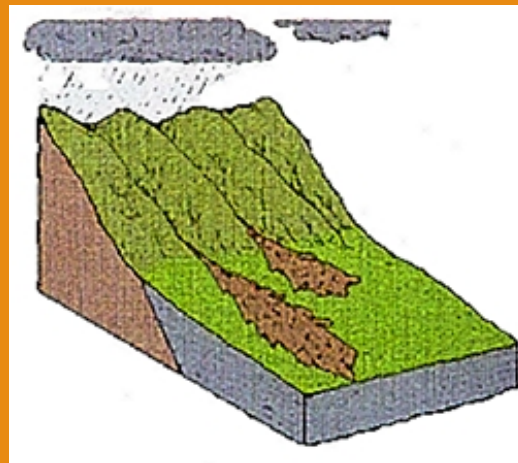


Figura 11. Flujos de lodo

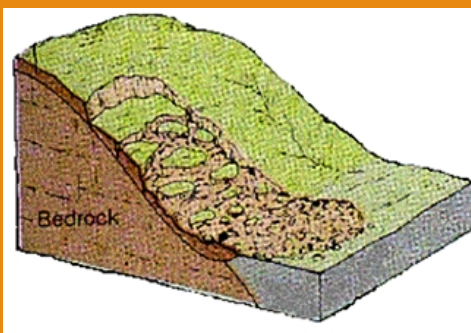


Figura 12. Deslizamiento Traslacional

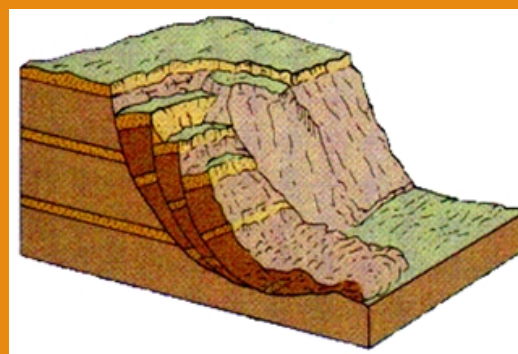


Figura 13. Deslizamiento Rotacional



**Foto 1. Rodadura de bloque (la presencia de este bloque nos indica que este tipo de procesos son comunes en esta zona) y el tamaño es indicativo del nivel de energía.**

**Foto 2. Zona de caída de bloques**

Fuente: INETER-AECI

### **Derrumbes o caídas de roca:**

En los derrumbes o caídas de roca la masa de rocas o el bloque de rocas se desprende de una ladera y cae por acción de la gravedad, sin tener una superficie real de deslizamiento. El material se acumula en la base del acantilado formando una pendiente, lo que generalmente constituye una amenaza adicional, ya que puede removilizarse.

### **Identificación de derrumbes**

Las zonas susceptibles de provocar derrumbes corresponden a acantilados rocosos, zonas fracturadas o diaclasadas de fuerte pendiente, que en Centroamérica son frecuentes al pie de las llamadas mesas, en las escarpes de deslizamientos y en zonas de cambio litológico, donde las rocas más duras dejan resaltes o tienen taludes más empinados o a zonas donde se han realizado cortes de talud (carreteras, canales, etc).



**Foto 3. Derrumbe. Se aprecia roca suelta mezclada con material fino.**

Foto: G. Suárez

### *Crterios para la identificación de zonas de derrumbe*

Criterios por tipo	
Geomorfológicos	Zonas rocosas o acantilados de fuerte pendiente, existencia de conos coluviales con fragmentos angulosos, zona de acumulación al pie del acantilado.
Geológicos	Afloramientos rocosos fuertemente fracturados (Fallas, diaclasas, juntas), rocas alteradas, rocas intemperizadas.
Vegetación	Cubierta vegetal ausente en zonas activas, abundante en zonas inactivas.
Toponimia	Nombres típicos: El Derrumbadero, El Pedregal, Las Piedras etc.
Históricos	Testimonios de pobladores.

### **Evaluación de derrumbes**

Para hacer una calificación amenaza, se debe saber que las franjas de amenaza derivada de derrumbes están en relación directa con la distancia del acantilado susceptible de producirlos, al grado de fracturación, estado de la roca y volumen en movimiento. La franja más peligrosa es la más cercana a la pared rocosa y puede ser determinada aproximadamente por el tamaño mayor de los bloques caídos de roca.

La amenaza se reduce a medida que el material está más lejos de esa pared y el tamaño de los bloques disminuye. Una situación especial se da cuando al pie de la zona susceptible de producir derrumbes se encuentra una quebrada, pues en este caso, el derrumbe puede provocar un taponamiento de la quebrada, seguido por una avalancha (transferencia de peligro).

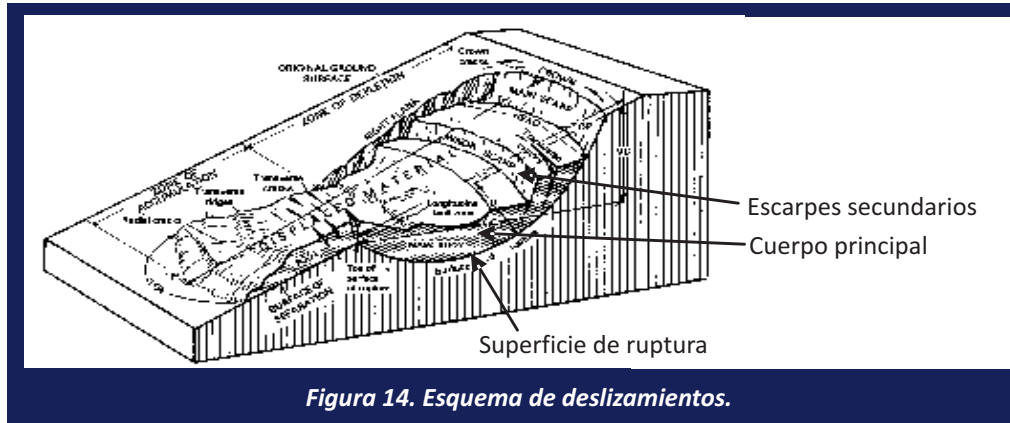
Los mapas a escala 1: 50,000 no permiten delimitar de manera precisa las zonas de derrumbe, debido a que, por lo general, se trata de franjas relativamente pequeñas. Con la escala de trabajo basta con señalar, lo más precisamente posible, los lugares donde haya más susceptibilidad o densidad de derrumbes. Puede recurrirse adicionalmente a croquis, fichas descriptivas y fotos. Si se trata de carreteras o canales, la ubicación puede indicarse citando las progresivas donde se encuentran las zonas peligrosas o alguna referencia geográfica o antrópica conocida.

### *Crterios para la evaluación de derrumbes*

Nivel de peligro	Efectos indicadores visibles
Bajo	Rocas duras poco fracturadas, depósito de material en la base del talud, sin indicios de actividad reciente y cubierto de vegetación.
Medio	Rocas con alteración moderada, fracturación inicial pero fracturas no muy abiertas o cerradas.
Alto	Rocas con fuerte alteración ( cambios de color, de dureza, etc) Presencia de fracturas abiertas. Escorrentía superficial o fuentes de agua. Depósito de material en la base del talud, recientes, sin cobertura vegetal. y bloques recientes.

## Deslizamientos:

Se definen como el movimiento de una masa de rocas o suelos a lo largo de una superficie de ruptura. Implica tanto fenómenos lentos como episodios rápidos. El movimiento puede ser de tipo rotacional, traslacional, plano o complejo. Pueden ser superficiales o profundos.



**Figura 14. Esquema de deslizamientos.**

FUENTE: Turner y Schuster, 1996

## Deslizamientos peliculares o superficiales:

El terreno presenta una morfología típica de cáscara de naranja, con pequeñas ondulaciones, con diámetros promedio de hasta 1 metro y profundidades entre 1 y 2 metros. Evoluciona hacia una forma de escalones o rombos que se conoce como caminos de vaca.



**Foto 4. Caminos de vaca. Son indicativos de deslizamientos superficiales.**

FUENTE: Guía Metodológica Evaluación del Nivel de Amenazas en sitios de emplazamientos de Proyectos COSUDE.

Este tipo de deslizamientos afecta fundamentalmente la cubierta de suelo, generalmente sobre pendientes mayores a 20°. La velocidad de movimiento de este fenómeno es lenta; sin embargo es susceptible a degenerar en flujos y deslizamientos rápidos tipo flujos de lodos y detritos.

Es un fenómeno que ocurre mucho en la región Norte de Honduras, relacionado fundamentalmente al uso intensivo e inadecuado del suelo. La única forma de detectarlos es por su típica apariencia ondulada (cáscara de naranja y caminos de vaca), especialmente en terrenos de cultivo o pastoreo. Es importante identificarlos, pues pueden derivar en flujos.



*Foto 5 y 6. Deslizamientos Superficiales*

FUENTE: Manual Inestabilidad de Laderas INETER-COSUDE.

### Identificación de deslizamientos

Los terrenos inestables pueden ser identificados en el campo partiendo de observaciones e interpretaciones generales de las cuencas, tanto de sus características geomorfológicas entre las que se destacan la presencia de un escarpe, un nicho de arranque, zona deprimida, topografía ondulada, zona de acumulación etc, como de sus características geológicas tales como fracturación, grado de alteración, tipo de roca, competencia de la roca, orientación de las estructuras, espesor de la capa de suelo, presencia de manantiales o zonas húmedas etc.



*Foto 7. Deslizamientos profundos y ruptura en la parte baja de la ladera.*

FUENTE: Manual Inestabilidad de Laderas INETER-COSUDE.

En la siguiente tabla se presentan algunos criterios para la identificación de terrenos inestables en el campo:

### Criterios para la identificación de deslizamientos

Criterios por tipo	
Geomorfológicos	Terrenos en ligeras depresiones, relieve ondulado, existencia de escarpes y contra pendientes. Fuerte pendiente en la cabecera o nicho de arranque, seguido de una contra pendiente y un cuerpo ondulado.
Geológicos	Rocas alteradas, discontinuidad de afloramiento no explicados por fallas, estructuras de forma irregular, capas de suelo relativamente potente, material poco consolidado o deleznable.
Hidrogeológicos	Abundancia relativa de agua (zonas con mayor verdor que en sus vecindades), régimen cambiante de manantiales, aparición de pantanos en las cabeceras y al pie de los deslizamientos, desviación de ríos hacia la orilla opuesta.
Vegetación	Existencia de plantas típicas de zonas húmedas, troncos torcidos y/o inclinados, ruptura de raíces y raíces tensas, cubierta de pasto discontinuo.
Infraestructura	Postes inclinados, cables tensos o catenaria excesiva, casas y otras construcciones agrietadas o inclinadas, grietas u ondulaciones y hundimientos en los pavimentos, cercos desplazados o descuadrados.
Toponimia	Muchos deslizamientos o zonas de inestabilidad tienen nombres característicos como Cerro de Agua, Volcán, Zompopo, Zompopero, Cerro Partido etc.
Históricos	Testimonios de eventos pasados.



Foto 8. Escarpe en zona urbana



Foto 9. Escarpe y nicho de arranque



Foto 10. Deslizamiento rotacional en suelo residual



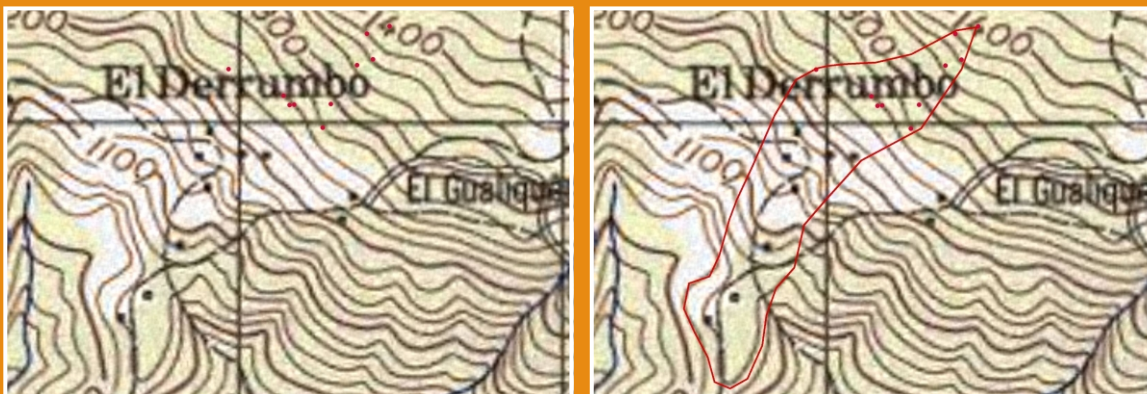
Foto 11. Ruptura de pasto y suelo

Fotos: COSUDE y G. Suárez



**Figuras 15 y 16.** En la imagen de la izquierda se muestran los puntos del escarpe (en color rosado) que se pudieron levantar con GPS. En la imagen de la derecha se ha definido la zona de movimiento de ladera (línea de color verde) usando los puntos de gps y con las curvas de nivel.

Para definir las zonas de impacto y las zonas que son afectadas por un movimiento de ladera es importante combinar la información de campo con la información topográfica. Cuando se identifican escarpes de deslizamiento en el campo deben seguirse tomando con gps los puntos que se pueden reconocer de forma visible como los límites del deslizamiento y posteriormente se realiza un trabajo de gabinete, para en base a las curvas de ladera definir la zona afectada por el movimiento y la zona de impacto. Al identificar el escarpe hay que tratar de buscar el escarpe superior, el que está a mayor altura y que limita el movimiento, pues es común que aparezcan escarpes secundarios en la zona afectada por el deslizamiento. Normalmente la parte superior del movimiento de ladera y el escarpe son más visibles en el terreno, mientras que este escarpe tiende a perderse en los flancos del movimiento.



**Figuras 17 y 18.** En la imagen de la izquierda se muestran algunos puntos de un escarpe (en color rojo) que se identificaron. Usando las curvas de nivel para interpretar la geomorfología a partir de estos puntos se pudo definir la zona de movimiento de ladera (línea de color rojo).



Figura 19. Deslizamiento rotacional.

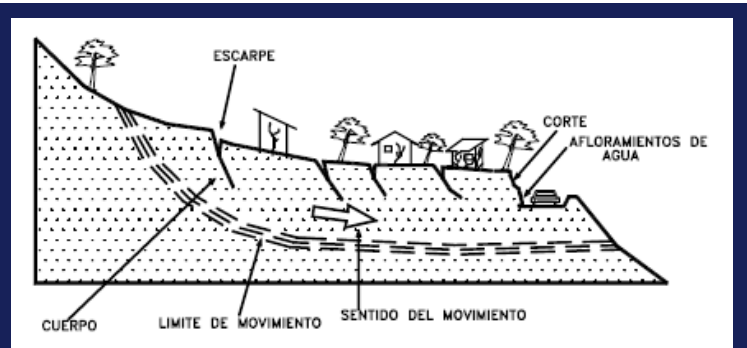


Figura 20. Escarpes, grietas de tensión en viviendas.

Cuando se trata de deslizamientos rotacionales suele existir una zona cerca del escarpe que se ha desplazado y “hundido” mientras que hacia el frente del movimiento aparecen sectores que se pueden haber levantado por efecto del movimiento rotacional (*también pueden verse orientaciones opuestas de los árboles como se aprecia en la figura 19*). La parte frontal del movimiento suele estar marcada por un cambio de pendiente y ser muy activa.

En la zona urbana es típico que aparezcan grietas de tensión en las viviendas que están sobre un movimiento de ladera. Estas grietas no necesariamente aparecen en todas las viviendas sino que pueden aparecer de forma bastante aleatoria dependiendo de las viviendas que son cruzadas por un escarpe secundario o alguna grieta de tensión que afecta a la masa en movimiento (*figura 20*). Puede haber viviendas que si el movimiento es profundo y lento pueden permanecer intactas por un tiempo.

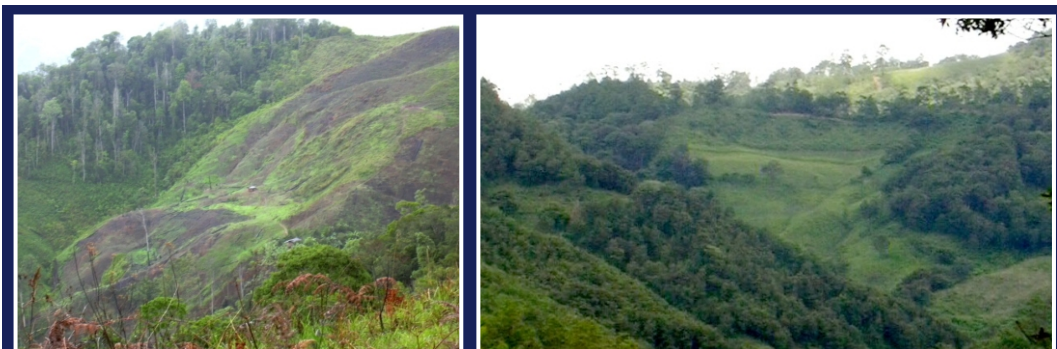


Foto 12 y 13. Terrenos Susceptibles a Inestabilidades, en la foto de la derecha se observa un deslizamiento rotacional antiguo que puede reactivarse.

Foto: COSUDE

## Flujos de lodo y detritos

Los flujos son el resultado del movimiento de una masa de material sobresaturado, casi en estado líquido, de carácter rápido y generalmente formando un perfil longitudinal alargado con un cono terminal. La superficie de corte o ruptura usualmente no se preserva. El material en movimiento generalmente corresponde a los primeros niveles de suelo o a la cobertura vegetal. Si este material llega a un curso de agua podría contribuir a la formación de flujos de lodo y escombros y otros procesos torrenciales combinados.

En dependencia del tipo de material desplazado y de la cantidad de agua involucrada puede haber flujo de lodo, de tierra y de detritos o de escombros.

**a) Flujos de lodo:** el material en movimiento es una mezcla de material de granulometría fina como arcilla con abundante agua. Cuando el flujo es muy superficial y de reducidas dimensiones se habla de *flujos de tierra*.

**b) Flujos de detritos:** son flujos de material granular y escombros que presentan una matriz areno-arcillosa que en su conjunto se movilizan a través de canales preexistentes o formados por el mismo flujo. Frecuentemente presentan altas densidades con un 80% de sólidos por peso. El material grueso forma, a los lados del canal, estructuras conocidas como levees (producto de la fricción), mientras que el material fino continúa su movimiento hacia abajo.

**c) Los lahares:** son flujos de detritos que se producen en las laderas de los volcanes, están compuestos por cenizas volcánicas y fragmentos de rocas.

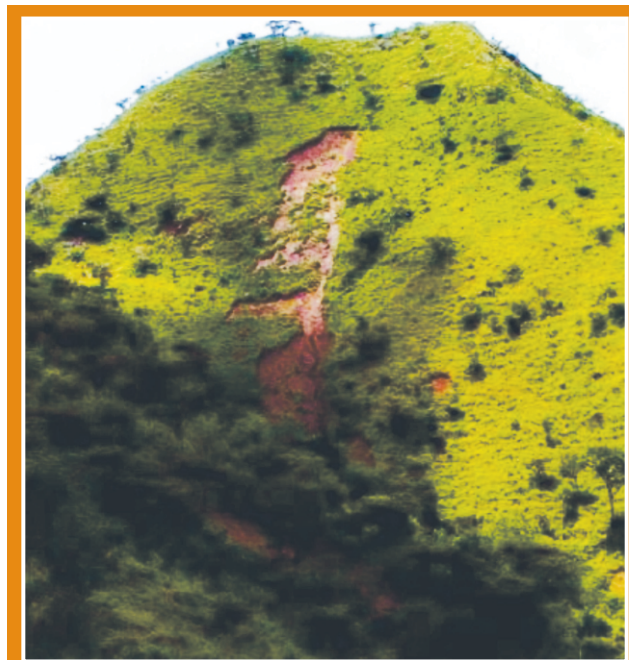


Foto 14. Flujos de tierra.

Foto: R. Carreño

Los flujos son fenómenos bastante comunes en Honduras. Están relacionados frecuentemente con el uso inadecuado e intensivo de los suelos, la deforestación y la degradación ambiental de cuencas. Generalmente son de pequeñas dimensiones, desplazando volúmenes modestos de material, pero pueden causar daños grandes. El material en movimiento generalmente corresponde a los primeros niveles de suelo o a la cobertura vegetal. El fenómeno involucra una masa de material saturado.

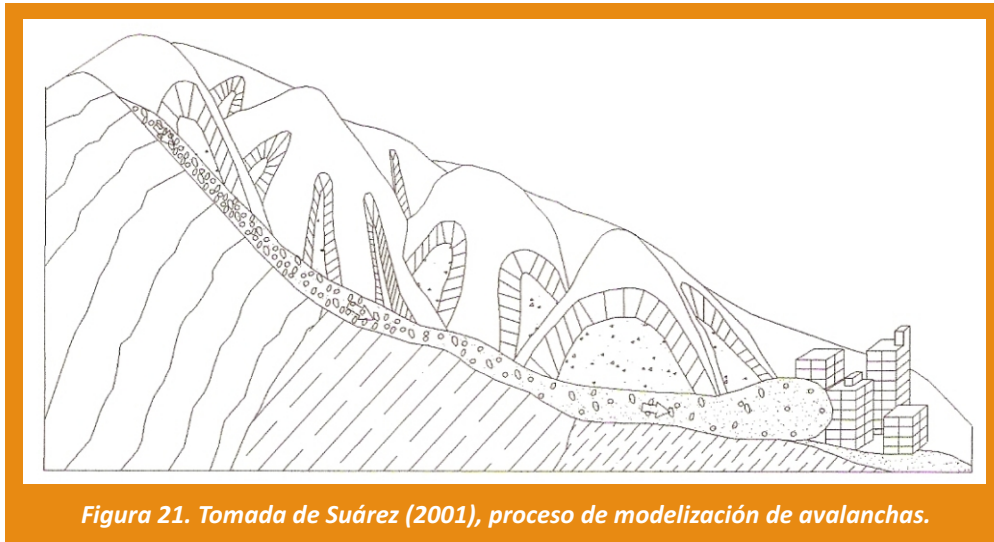
Una evaluación del nivel de peligro generado por los flujos se basa fundamentalmente en la densidad de estos flujos en una determinada área y en la frecuencia de ocurrencia de las mismas. Las zonas con mayor susceptibilidad a este tipo de fenómenos son aquellas que presentan deslizamientos superficiales o peliculares comúnmente conocidos como caminos de vacas o cáscaras de naranja.

#### *Criterios de identificación de zonas de flujos*

Tipo	Criterios de identificación
Flujos de tierra	El escarpe principal es de forma cóncava, presenta los flancos curvados, con estructura de flujo. Es posible diferenciar algunos lóbulos al pie de la colada.
Flujos de lodo	El material movilizado es predominantemente arcilloso con abundante agua. El escarpe principal puede tener forma curvada, circular o de botella. El cuerpo es alargado.
Flujos de detritos	El material movilizado se compone de escombros de rocas y árboles. Presenta matriz fina de composición areno-arcillosa. El escarpe principal es en forma de V y comúnmente presenta estrías. Su parte inferior es alargada y de poca profundidad.

#### **Las avalanchas**

Jaime Suárez (2002) describe la avalancha como un fenómeno generado a partir de un gran aporte de materiales de uno o varios deslizamientos o flujos combinados con un volumen importante de agua, los cuales forman una masa de comportamiento de líquido viscoso que puede lograr velocidades muy altas con un gran poder destructivo y que corresponden generalmente, a fenómenos regionales dentro de una cuenca de drenaje. Las avalanchas pueden alcanzar velocidades de más de 50 metros por segundo en algunos casos. Estos fenómenos comúnmente se relacionan con lluvias ocasionales de índices pluviométricos excepcionales muy altos, deshielo de nevados o movimientos sísmicos en zonas de alta montaña y la ausencia de vegetación, aunque es un factor influyente, no es un requisito para que ocurran.



Las avalanchas son relativamente comunes en Honduras y sobre todo han sido generadoras de pérdidas de vidas humanas. En octubre de 1993 una avalancha provocó la pérdida de 72 vidas en la subcuenca del río Tocoa, en el municipio del mismo nombre. El 28 de agosto del 2008 en la aldea de la Avispa en el municipio de San Francisco de La Paz en el Departamento de Olancho se produjo una avalancha que generó la muerte de siete personas. A continuación se presentan algunas fotografías que pueden ayudar a identificar en el terreno los mecanismos de inestabilidad de laderas:



Fotos: G. Suárez



**Foto 18. Laderas Susceptibles a Inestabilidades**

FUENTE: Guía Metodológica Evaluación del Nivel de Amenazas en sitios de emplazamientos de Proyectos COSUDE.

### Factores desencadenantes de movimientos de ladera

Es muy importante observar si se han modificado los factores desencadenantes externos (factores de disparo) de los movimientos de ladera en la zona de análisis. Si han existido acciones antrópicas o fenómenos naturales que han generado:

- Cambio de la geometría del talud o ladera.
- Descarga del pie de la pendiente, por cortes.
- Carga en la cabeza de la pendiente
- Choques y vibraciones, puede ser por obras que se están realizando.
- Cambios del régimen hidrogeológico, si se ha modificado el sistema de drenaje natural o artificial existente (esta es la causa que hemos encontrado con más frecuencia).
- Descenso del nivel de agua (puede ser por un bombeo o drenaje).

Estos factores pueden explicar la existencia de movimientos de ladera o ser la causa de que estos movimientos puedan producirse por lo que es muy importante evaluarlos.



**Foto 19. Se aprecian señas en la quebrada de una avalancha de detritos.**

Foto: G. Suárez

### 3.3.2. INUNDACIONES

Las inundaciones se producen cuando lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo, la capacidad máxima de transporte del río o arroyo es superada y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos cercanos a los propios cursos de agua. Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río.

Las inundaciones pueden clasificarse de acuerdo a su duración y el mecanismo de generación.

Según el tiempo de duración de la inundación, éstas pueden ser lentas o rápidas:

**Inundación rápida o dinámica:** Suele producirse en ríos de montaña o en ríos cuyas cuencas vertientes presentan fuertes pendientes, por efecto de lluvias intensas. Las crecidas son repentinas y de corta duración. Son éstas las que suelen producir los mayores daños en la población, sobre todo porque el tiempo de reacción es prácticamente nulo.

Suelen originarse en las partes altas y medias de las cuencas (pendientes del cauce >2%) y presentan fuerte capacidad de arrastre y erosión debido a las velocidades rápidas. Se caracterizan por la alta velocidad del agua, por el tamaño y la alta energía de los materiales transportados (árboles, bloques), y por la débil profundidad del flujo. Pueden evolucionar hacia flujos de lodo y escombros (avalanchas torrenciales), muchas veces impredecibles. Este tipo de fenómenos a veces son súbitos y no dan lugar a ningún tipo de alerta o aviso de evacuación a las comunidades localizadas dentro de las áreas afectadas.

Los fenómenos torrenciales también pueden ser identificados a partir de datos históricos recabados entre la población a través de talleres participativos; así como por observaciones de campo para identificar las zonas de sedimentación como son los depósitos de materiales o cono de deyección que constituyen uno de los principales criterios para identificar la amenaza por avalanchas torrenciales.

Sin embargo, este criterio es muchas veces de difícil apreciación, puesto que los conos están enmascarados por la vegetación o por fenómenos erosivos. Para detectar cauces o drenajes susceptibles de generar procesos torrenciales, se puede entonces considerar la pendiente longitudinal y la presencia de material que podría ser movilizado en la cuenca alta, en las orillas y en el fondo del cauce (*ver fotos 15, 16 y 17*)

**Inundación lenta o estática:** se produce cuando lluvias persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte. Entonces el río se sale de su cauce, inundando áreas planas cercanas al mismo. Las zonas que periódicamente suelen quedar inundadas se denominan Llanuras de Inundación.

Según el mecanismo que las genera, las inundaciones pueden ser pluviales (por exceso de lluvia), fluviales (por desbordamiento de ríos), por marea de tormenta (producida por ciclones tropicales en las costas) o por falla o mala operación de obras hidráulicas. A veces, la obstrucción de cauces naturales o artificiales (obturación de tuberías o cauces soterrados) debida a la acumulación de troncos y sedimentos, también provoca desbordamientos. En ocasiones, los propios puentes suelen retener los flotantes que arrastra el río, obstaculizando el paso del agua y agravando el problema.

**Inundaciones Pluviales:** Es la que se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que ese fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de precipitaciones intensas o persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable.

**Inundaciones fluviales (por desbordamientos de los ríos):** La causa de los desbordamientos de los ríos y los arroyos es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina como crecida (consecuencia del exceso de lluvias).

**Inundaciones por rotura u operación incorrecta de obras de infraestructura hidráulica:** La rotura de una presa, por pequeña que ésta sea, puede llegar a causar una serie de estragos no sólo a la población sino también a sus bienes, a las infraestructuras y al medioambiente. La propagación de la onda de agua en ese caso resultará tanto más dañina cuanto mayor sea el caudal circulante, menor sea el tiempo de propagación y más importante sean los elementos existentes en la zona de afectación (infraestructuras de servicios esenciales para la comunidad, núcleos de población, espacios naturales protegidos, explotaciones agropecuarias, etc.).

**Inundaciones costeras y marejadas:** Los vientos generados por las tormentas intensas pueden causar la expansión de una marea de inundación y la erosión grave de la playa a lo largo de las áreas costeras. Las marejadas son enormes olas empujadas hacia la costa por los vientos fuertes asociados con las tormentas. Cuando se combinan con las marejadas, estas pueden provocar que suban los niveles de agua hasta 4.5 metros, inundando las comunidades costeras. Los vientos huracanados pueden traer estas grandes olas hacia las comunidades costeras.

Las inundaciones generan daños inconmensurables para la vida de las personas, sus bienes e infraestructuras, pero además causan graves daños sobre el medioambiente y el suelo de las terrazas de los ríos. Las inundaciones son causas de erosión y sedimentación de las fuentes de agua.

## Identificación de áreas susceptibles a inundaciones fluviales

Según la pendiente del cauce podemos identificar su posible comportamiento.

*Pendientes < de 2%: presentan un potencial de sedimentación y/o inundaciones estáticas.*

*Pendientes entre 2 y 6%: presentan un potencial para inundaciones dinámicas y erosión.*

*Pendientes > 6%: presentan un alto potencial erosivo. Se pueden formar avalanchas torrenciales.*

Las tierras relativamente planas, adyacentes a ríos y riachuelos, que se inundan cuando un determinado curso de agua rebalsa su cauce, son conocidas como llanuras de inundación y son sujetas a inundaciones recurrentes. No son usuales en las partes altas de las cuencas, porque las pendientes transversales del cauce son altas. El ancho de la llanura de inundación es función de los caudales, de la topografía, de la cantidad de sedimentos transportados, de la dureza del fondo y de las paredes del cauce. Debido a su naturaleza cambiante, las llanuras de inundación no son estáticas ni estables, por lo que pueden constituir un peligro para las actividades de desarrollo (fotos 20 y 21).

Una zona de llanura de inundación se puede identificar en el campo observando la superficie del suelo para detectar indicios geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos (forma del relieve), pedológicos (suelos), edafológicos (vegetación) y otros, como por ejemplo humedad del terreno, áreas con aguas empozadas, socavación de suelos, terrazas de aluviones, sedimentos, zonas con vegetación baja o vegetación dañada y líneas de escombros.

### *Criterios de identificación de zonas de llanura de inundación*

<b>Algunos criterios de campo para la identificación de llanuras de inundación</b>	
Geomorfológicos	Áreas muy planas, ubicadas a lo largo de los ríos; presencia de zonas de erosión y de terrazas.
Geológicos	Terrenos compuestos por depósitos no consolidados, derivados de sedimentos transportados por el río. (estratos de lodo, arena, limo y gravas), que son muy erosionables durante las inundaciones y crecidas. Suelos de diferentes características, muy heterogéneos
Hidrológicos	Lecho menor y mayor Terreno sujeto a inundaciones periódicas por un río padre. En ríos pequeños la llanura de inundación se encuentra solo en el interior de la curva del meandro. Presencia de lagos de forma semi lunar (meandros abandonados) Presencia de diques naturales de sedimentos gruesos que se depositan durante las inundaciones. Áreas pantanosas o áreas con suelos reteniendo altos niveles de humedad.
Vegetación	Diferencias de vegetación. Vegetación perturbada por efectos de inundaciones anteriores.



Fotos 20 y 21. Llanura de inundación del río Choluteca, Honduras.

Foto: R. Carreño

*Los límites de las llanuras de inundación de diferentes períodos de retorno (10 años, 50 años, 100 años, etc.) se pueden reflejar en un mapa con el fin de identificar las áreas donde la amenaza es más o menos significativa.*

*La amenaza por inundación siempre se considerará grande cuando la profundidad del agua puede llegar a tener la altura de una persona o de un piso de edificio (1,50 ó 2,00 m), aunque sea con una probabilidad débil (100 años o más de período de retorno).*

**Análisis de los lechos mayor y menor y de las terrazas sedimentarias:** Es una forma sencilla de establecer el nivel de peligro por inundaciones, pudiendo tomarse los límites laterales de los depósitos aluviales (y, en menor medida, de los depósitos fluviales), que pueden indicar las alturas máximas de crecidas en el pasado. Estos mismos pueden servir para definir el lecho mayor o la mayor zona de inundación que se puede esperar.

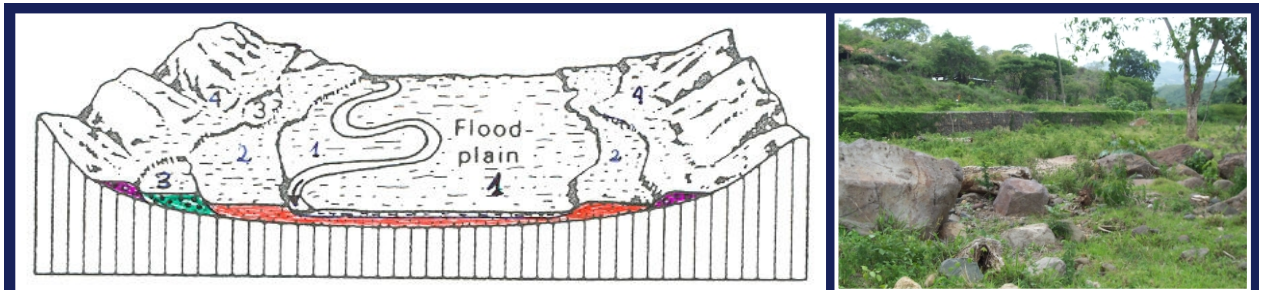


Figura 21 y Foto 22. Para gran parte de Honduras, los límites de las crecidas ocasionadas por el Mitch son una buena referencia y pueden tomarse como nivel de crecida extrema o como lecho mayor. (En otras partes de Honduras, las crecidas del Mitch no han sido verdaderamente extremas).

Foto: COSUDE

## Identificación de áreas susceptibles a inundaciones costeras y marejadas.

Una de las causas principales de marejadas e inundaciones costeras en Honduras son las olas generadas por el paso de huracanes, lo que conocemos como marejada de tormenta. La marejada de tormenta es el agua del océano impulsada hacia la tierra por efecto del viento generado durante una tormenta. Durante un huracán, el potencial más grande de pérdida de vidas humanas está asociado a la marejada de tormenta (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica 2002b). El aumento del nivel del mar por efecto de los vientos huracanados puede causar mareas de tormenta de 1.2 a 1.5 metros por encima de la marea normal para la categoría 1 de huracanes, de 2.7 a 3.7 m por encima de la marea normal con un huracán de categoría 3, y por encima de 5.5 metros por encima de la marea normal para huracanes de categoría 5 (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, 1999). Para determinar el nivel de amenaza de una zona costera ante inundación por marejada de tormenta asociada a huracanes precisamos conocer la probabilidad de que un huracán pase cerca de la Costa y la altura sobre el nivel del mar que tiene el punto de análisis. Dentro del anexo 6 se incluyen matrices específicas para analizar esta amenaza.

## La erosión costera y la vulnerabilidad ante inundaciones por marejada.

A la hora de analizar la vulnerabilidad de un sitio ante las inundaciones costeras es importante, además de valorar la altura actual del lugar sobre el nivel del mar analizar la tendencia actual de la erosión costera en ese punto.

En general, hay ciertos factores complejos ya sean naturales y antropogénicos que influyen en la erosión costera a diferentes escalas temporales (*Figura 22*). Hay factores de escala regional como los vientos, el oleaje, las mareas y las tormentas. También hay factores de escala local que tienen influencia en erosión costera. Procesos antropogénicos como la deforestación de la vegetación de las dunas, el depósito de basura y la construcción de caminos e infraestructuras en la zona de las dunas influyen en la erosión costera.

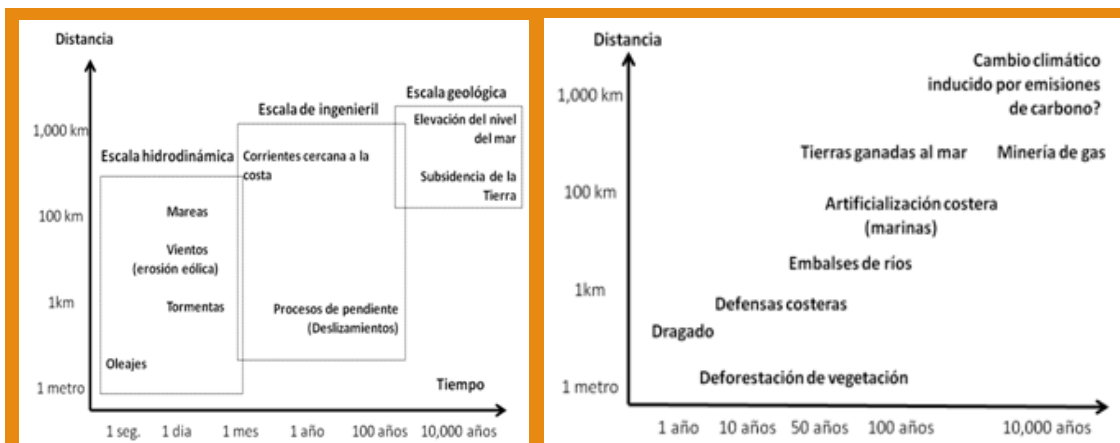
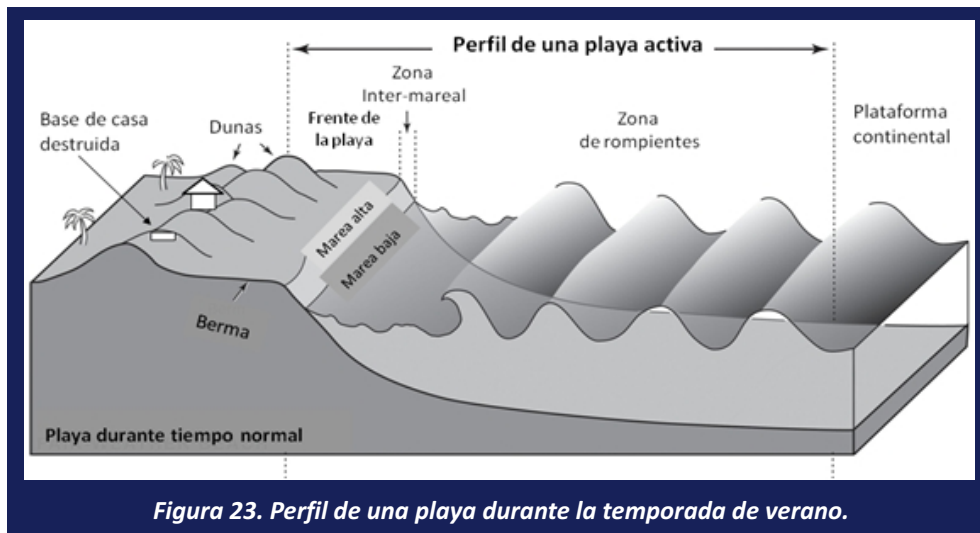


Figura 22. Factores naturales y antropogénicos que influyen la erosión costera a diferentes escalas temporales (Comisión Europea, 2004)

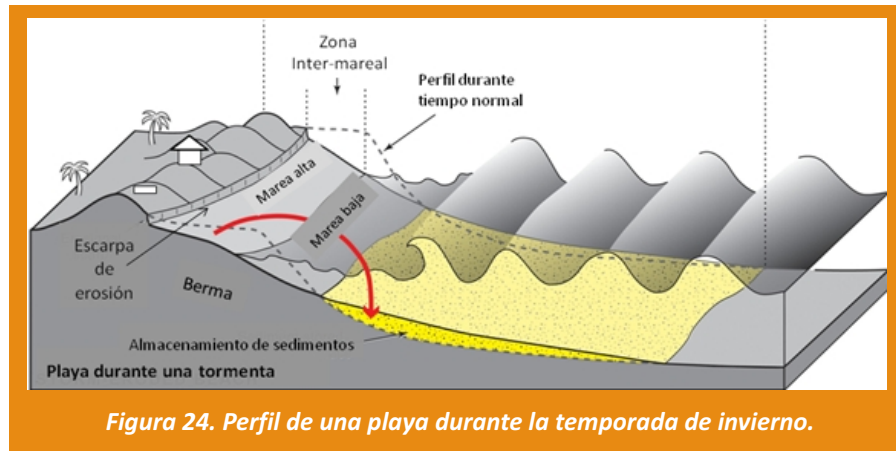
De forma natural las dunas costeras se desarrollan en zonas donde hay vientos suficientes para transportar sedimentos como la arena fina, la cual es adecuada para el arrastre y donde hay vegetación que pueda estabilizar la arena. La vegetación y arbustos tienen una función muy importante ya que fijan la arena, ayudando a que la duna se mantenga de la erosión eólica. También, la vegetación incrementa la fertilidad de la arena ya que la acumulación de detritos ayuda a conservar la humedad. Con el tiempo la duna aumenta su tamaño y ofrece una protección natural contra la erosión de la playa y sirve como un almacenamiento de sedimento.

Usualmente durante las temporadas de verano los sedimentos son almacenados en la parte superior de la playa y las dunas (*Figura 23*). El frente de la playa o la berma se encuentran amplios y la zona inter-mareal es estrecha. Por el contrario en la temporada de invierno la intensidad de las olas se incrementa por efecto de tormentas, causando que la berma y las dunas se erosionen (*Figura 24*), formando así una zona de escarpe, en la parte baja de las dunas donde puede haber una pendiente abrupta dependiendo del tamaño de la duna. Normalmente, la mayoría del sedimento es transportado y almacenado en zonas más profundas de alta mar (flecha roja) y semanas o meses después de la tormenta el sedimento regresa hacia la playa para crear nuevas dunas.



**Figura 23. Perfil de una playa durante la temporada de verano.**

FUENTE: Modificado de USGS, 2008



**Figura 24. Perfil de una playa durante la temporada de invierno.**

FUENTE: Modificado de USGS, 2008

Estos procesos dinámicos varían en diferentes zonas, pero es indiscutible que los asentamientos humanos tienen un impacto inmenso en la recuperación de una playa. Las dunas son un ecosistema clave para proteger las comunidades costeras de las marejadas y por tanto tienen un gran valor desde el punto de vista económico, social y ecológico, por lo que debe brindárseles una especial protección.

El rol de las dunas como protectoras de las costas es especialmente crítico en el marco de los escenarios futuros de cambio climático. Un estudio hecho por USAID en la zona de La Ceiba hizo proyecciones sobre posibles cambios climáticos para la costa norte de Honduras para el año 2050, donde se presentó la proyección de un incremento en la temperatura de 1.5 °C (rango: 0.8-2°C), al igual que un aumento de 11% en la frecuencia de episodios de precipitaciones intensas, y de 6% en las velocidades máximas de viento de los huracanes con respecto a los niveles de 1990. Las proyecciones también nos alertan que se prevé un aumento promedio de 20 cm (rango: 6-60cm) del nivel del mar para el año 2050.

Aunque el nivel de incertidumbre es muy grande, es de extrema importancia que las comunidades estén conscientes de los procesos que actualmente les están afectando para que no se continúe incrementando su vulnerabilidad. Para esto, es importante entender cuáles son los escenarios que la comunidad prevé y cuáles son sus aspiraciones (de forma realista) y acciones que la comunidad puede identificar para protegerse de las marejadas y evitar la erosión costera.

Aunque no se incluyen herramientas específicas para evaluar la erosión costera se recomienda que cuando se evalúen infraestructuras ubicadas en la línea de costa se analice este aspecto y se incluya en el apartado de observaciones.

### 3.3.3. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE AMENAZAS SOCIONATURALES

*El certificado del riesgo se refiere a una constancia otorgada por un profesional acreditado haciendo constar que el nivel del riesgo es aceptable para una inversión que se pretende realizar. El certificado de habilitación es una constancia otorgada por un profesional acreditado haciendo constar que el nivel de riesgo es aceptable para una construcción ya existente.*

Mientras el componente de geomorfología y cuenca no es conclusivo pero si orientativo el análisis del componente de amenazas socionaturales si es concluyente y permite emitir conclusiones referentes al lugar de ubicación de la obra que son determinantes para extender el certificado de evaluación de riesgo o de habilitación de la obra (sí se está evaluando el riesgo de una obra ya construida).

Si alguna de las amenazas por separado presenta una amenaza alta, es decir un valor de 1, se deberá definir no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones y recomendar la selección de otro lugar o realizar estudios complementarios y análisis de obras de mitigación pero de una forma muy estricta, dado que existe un riesgo de desastre alto. En el caso de que se esté solicitando un certificado de habilitación de una obra ya existente se deberán de requerir estudios especiales para analizar el costo beneficio de realizar acciones de mitigación. Los estudios se deberán desarrollar en el tiempo establecido por el evaluador en base a la normativa municipal o de COPECO. El evaluador deberá emitir un reporte para poner en conocimiento de las autoridades la situación. Sí ninguna de las variables presenta un valor de 1 se procederá a realizar el promedio del histograma, promedio que se analizará de la siguiente forma:

**Valores entre 1.0 y 2.0** significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto presenta riesgo a desastres y/o existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que habitan el sitio. Sí se trata de un proyecto que aún no ha sido construido se sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización y en caso de no presentarse otra alternativa deberán realizarse estudios especiales y diseño de obras de mitigación para el desarrollo del proyecto. Sí se trata de una obra ya construida deberán de realizarse estudios especiales para identificar obras de mitigación y su relación de costo-beneficio para extender el certificado de habilitación. En cualquier de los dos casos el evaluador de riesgo deberá establecer el plazo para estos estudios especiales y deberá emitir un reporte para poner en conocimiento de las autoridades la situación.

**Valores entre 2.1 y 2.5** significa que el sitio presenta bajo riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. La instancia de evaluación considera esta alternativa de sitio elegible para permiso de construcción y si es una obra ya construida se puede extender el certificado de habilitación.

**Valores superiores a 2.6** significa que el sitio no es vulnerable, está exento de riesgo y presenta buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que la instancia de evaluación considera este sitio elegible para permiso de construcción y si es una obra ya construida se puede extender el certificado de habilitación.

### 3.4. VALOR DE VULNERABILIDAD:

*Según el reglamento de la ley del SINAGER la VULNERABILIDAD es la propensión de los seres humanos y grupos sociales de sufrir la muerte, la enfermedad, lesiones, daños y pérdidas en sus medios, bienes y modos de vida y encontrar dificultades en recuperarse de manera autónoma. La vulnerabilidad puede explicarse por la existencia de distintos factores o causas de naturaleza social, económica, física, estructural, institucional, organizacional, ecosistémico, educativa y cultural. Grado de pérdida (de 0 a 100 por ciento) como resultado de un fenómeno potencialmente dañino.*

#### Características de la Vulnerabilidad

Decimos que la vulnerabilidad es:

**Multidimensional:** porque tiene varias dimensiones: sociales, políticas, económicas, institucionales, física, etc.

**Diferenciada:** Hay factores que influyen mas que otros en un determinado contexto y ante una determinada amenaza. Los factores que determinan el valor de la vulnerabilidad ante una amenaza determinada no son los mismos ante otra amenaza.

**Dinámica:** Varía, cambia con el tiempo cualitativa y cuantitativamente.

**Construida:** Se construye como parte de los procesos de desarrollo. Es una construcción social.

En el marco de esta guía vamos a evaluar principalmente los factores de vulnerabilidad física y en menor medida factores institucionales y sociales.

- **Factores físicos:** Tienen que ver, entre otros aspectos, con la ubicación física de los asentamientos o con las calidades o condiciones técnicas-materiales de ocupación o aprovechamiento del ambiente y sus recursos.
- **Factores institucionales:** Obstáculos formales que impiden una adecuada adaptación de la comunidad a la realidad cambiante del ambiente, y una eficaz y eficiente estrategia de las instituciones para la gestión de Riesgos y para actuar debidamente en caso de desastre.

- **Factores relacionados con la organización:** Se refieren a la capacidad de una comunidad o gobierno local para organizarse y para establecer en su interior lazos de solidaridad, de cooperación mutua, y a la representatividad o legitimidad de sus organizaciones y líderes.

### 3.4.1. COMPONENTE VULNERABILIDAD FÍSICA

*Ante inundaciones-ante deslizamientos y fallas de talud - ante vientos – estructural-seguridad.*

En el presente documento se anexan matrices para evaluar la vulnerabilidad física ante inundaciones, deslizamientos y fallas de talud. Para la vulnerabilidad física ante vientos no se anexan matrices. Para la evaluación de la vulnerabilidad estructural se recomienda el uso del manual de evaluación de vulnerabilidad sísmica de COPECO. Este manual de vulnerabilidad sísmica incluye algunos elementos para evaluar el componente de seguridad, aunque también se puede aplicar la normativa municipal si existe, formatos desarrollados por COPECO o normativa del código de construcción. De forma complementaria si se trata de hospitales o escuelas se pueden usar índices de seguridad hospitalaria y escolar que incorporan consideraciones específicas para este tipo de infraestructuras.

Si la vulnerabilidad física presenta valores de 1 para cualquiera de los tipos de vulnerabilidad se deberá definir no elegible el edificio para obtener un certificado de habilitación o si se trata de un diseño que se presenta para obtenerse un permiso de construcción deberán recomendarse acciones para reducir la vulnerabilidad pero de una forma muy estricta, dado que existe un riesgo de desastre alto si no se reduce la vulnerabilidad. En el caso de que se esté solicitando un certificado de habilitación y exista una vulnerabilidad estructural alta deberán de recomendarse estudios especiales. Los estudios se deberán desarrollar en el tiempo establecido por el evaluador en base a la normativa municipal o de COPECO. El evaluador deberá emitir un reporte para poner en conocimiento de las autoridades la situación. Si ninguna de las variables presenta un valor de 1 se procederá a realizar el promedio que se analizará de la siguiente forma:

**Valores entre 1.0 y 2.0** significa que el edificio evaluado o la propuesta de edificio presentan una vulnerabilidad alta que genera un riesgo alto de desastre. Si se trata de un proyecto que aún no ha sido construido se sugiere revisar los diseños con medidas para reducir la vulnerabilidad. Si se trata de una obra ya construida deberán de realizarse estudios especiales para identificar acciones para reducir su vulnerabilidad y su nivel de costo-beneficio para extender el certificado de habilitación. En cualquier de los dos casos el evaluador de riesgo deberá establecer el plazo para estos estudios especiales o los diseños complementarios y deberá emitir un reporte para poner en conocimiento de las autoridades la situación.

**Valores entre 2.1 y 2.5** significa que la obra presenta baja vulnerabilidad ante las amenazas consideradas. Se debe pasar a evaluar el riesgo analizando de forma cruzada la amenaza y la vulnerabilidad para poder concluir si se aprueba la evaluación de riesgo o el certificado de habilitación. El evaluador puede decidir si opta por una evaluación cuantitativa o cualitativa del riesgo.

**Valores superiores a 2.6** significa que la inversión no es vulnerable ante las amenazas consideradas. Se debe pasar a evaluar el riesgo analizando de forma cruzada la amenaza y la vulnerabilidad para poder concluir si se extiende el certificado de riesgo o el certificado de habilitación.

### 3.4.2. COMPONENTE VULNERABILIDAD SOCIAL E INSTITUCIONAL

Si la vulnerabilidad social o institucional presenta valores de 1 para cualquiera de los tipos de vulnerabilidad el evaluador deberá decidir si esto puede generar un riesgo alto para la inversión. El evaluador deberá realizar las recomendaciones oportunas considerando el marco legal, la seguridad o los conflictos territoriales existentes.

## 4.- Riesgo

*Según el Reglamento de la Ley del SINAGER, riesgo es la probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales o económicos, en un lugar específico y con un tiempo o lugar determinado. Resulta de la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad.*

### 4.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO DE EDIFICACIONES.

Para evaluar el riesgo de forma rápida se anexan matrices para determinar si el riesgo de la edificación o infraestructura es alto, medio o bajo (*ver anexo 8*). Este tipo de evaluaciones son útiles después de una emergencia con fines de definir si las familias deben evacuarse de forma forzosa o pueden permanecer en sus viviendas de forma temporal o definitiva. Con este fin se ha desarrollado una metodología simplificada de análisis de vulnerabilidad y riesgo que se anexa. Se aplican las mismas matrices de análisis de amenaza pero se simplifica el análisis de vulnerabilidad y riesgo.

Se analiza de forma cruzada cada tipo de amenaza y se cruza con la vulnerabilidad correspondiente. El valor más desfavorable de riesgo es el que se incluye en el histograma. La interpretación de los valores de riesgo es la siguiente:

- **Riesgo alto:** Se necesitan estudios especiales. Valorar la posibilidad de descartar el proyecto o declararlo no viable si no se cumplen con las acciones de mitigación.
- **Riesgo medio:** Valorar si se necesitan estudios especiales.
- **Riesgo bajo:** No existe riesgo en esta obra. Se puede extender el certificado de habilitación o permiso para su construcción.

#### 4.2. MATRICES PARA EVALUAR ASPECTOS SOCIALES DE LA REUBICACIÓN

En el anexo 9 se ha incluido Matrices específicas para el análisis de riesgo a nivel de familias. Este tipo de análisis son útiles para definir si es necesario llevar a cabo una reubicación en base al nivel de riesgo. Dentro de estas matrices se incluye una para evaluar si para la familia resulta rentable desplazarse a la nueva ubicación.

En muchas situaciones se ha identificado que el fracaso de las reubicaciones se debe a que en la nueva ubicación la familia no cuenta con una fuente de ingreso o existen nuevos gastos (costo mayor de servicios como el agua, transporte) que hacen que no resulte viable poder establecerse en este lugar y se vean obligados a regresar a su localización original. Normalmente en las fechas inmediatamente posteriores a la emergencia las familias aceptan una reubicación porque existe una percepción alta del riesgo. Sin embargo conforme pasan los días son factores como la viabilidad económica de la reubicación los que acaban imponiéndose. Con este fin proponemos que se realice previo a la reubicación un flujo de caja y se analice los egresos e ingresos y la ubicación original y se compare con los ingresos y egresos en la zona de reubicación. Evidentemente con este análisis no se cubren todos los aspectos. Hay otros elementos como los culturales que son fundamentales a la hora de analizar la viabilidad de una reubicación y es muy importante que se tomen en cuenta. En el caso de las comunidades indígenas el respeto por la propiedad tribal (que es un elemento fundamental de la identidad de la comunidad) es un factor muy importante a considerar. Por otro lado hay capitales como los sociales que se pierden en la reubicación. Por ejemplo una familia obtiene apoyo de sus vecinos en el cuidado diurno de los niños/as o puede recibir un préstamo rápido en dinero o en especies, elementos que se pierden en la nueva localización donde no existe ese tejido social.

### **4.3. ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE RIESGO PARA EDIFICACIONES.**

Con el fin de poder contribuir al análisis costo-beneficio en la etapa de preinversión se ha desarrollado una metodología de estimación preliminar de pérdidas probables (riesgo) para edificaciones.

Esta metodología analiza las pérdidas probables para cada amenaza en función del tipo de edificación y en base a la vulnerabilidad ante la amenaza específica de la edificación y a la vulnerabilidad estructural. Para esto se calcula un índice de vulnerabilidad física con el que se estiman las pérdidas probables. El índice de vulnerabilidad física se relaciona con el índice de daño. El índice de daño tiene 5 valores V, IV, III, II y I, que corresponden a un rango de índice de vulnerabilidad. Este índice de daño se obtiene de cruzar el tipo de vivienda con la vulnerabilidad específica ante la amenaza (obtenida de la aplicación de las matrices de evaluación de vulnerabilidad).

En el anexo 10 se describe esta metodología.

### **4.4. MÉTODO DE ESCENARIOS DE DESASTRE PARA ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS PROBABLES.**

En ocasiones el cálculo de las pérdidas probables se vuelve algo muy complejo al haber gran número de elementos expuestos y no únicamente edificios. Como una referencia es importante recuperar los datos de las pérdidas históricas por desastre en la zona. Para facilitar esa evaluación de escenarios de desastre pasados se adjunta una propuesta de matriz de análisis de escenarios de desastre basada en la consulta a informantes clave (*anexo 11*).

## 5.- Informe final y recomendaciones

Una vez hecha la inspección ocular a la zona o sitio de ubicación del proyecto, y que se han llenado las matrices se realiza un informe final sobre los resultados de la evaluación del proyecto. Además de los resultados de las condiciones de amenaza del sitio, se deberán indicar las recomendaciones relativas a requerimientos de estudios específicos, relocalización del proyecto y cualquier otra que el técnico estime conveniente. En base a las pérdidas probables se puede hacer un análisis preliminar costo beneficio de las medidas de mitigación identificadas. Se debe anexar un plano de localización del proyecto a una escala apropiada localizando las amenazas identificadas. Una vez elaborado el informe debe ser validado por un oficial de prevención certificado.

### ***Este procedimiento contiene 11 Anexos:***

- 1.- Variables a considerar para evaluar las amenazas en la visita de campo.
- 2.- Análisis de amenazas siconaturales con el apoyo del SIG.
- 3.- Términos de referencia para estudios especiales en zonas de movimientos de ladera.
- 4.- Referencias para estudios especiales en zonas de inundación y estudios especiales de vulnerabilidad estructural.
- 5.- Histograma de Evaluación del Sitio.
- 6.- Matrices para evaluar las amenazas.
- 7.- Matrices para evaluar las vulnerabilidades para edificaciones.
- 8.- Matrices de análisis cualitativo de riesgo de edificaciones.
- 9.- Matrices de análisis de aspectos sociales de la reubicación.
- 10.- Metodología de análisis cuantitativo de riesgo para edificaciones.
- 11.- Análisis preliminar de escenarios de riesgo y desastre.

## BIBLIOGRAFÍA

“Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales”, Publicaciones UIS, Bucaramanga, Colombia, Suárez Díaz, J. (1998).

“Fifty-Year Storm-Tide Flood-Inundation Maps for Santa Rosa de Aguan, Honduras”, U.S. Geological Survey Open-File Report 02-258, Prepared in cooperation with the U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT, Washington 2002.

“Guía de evaluación económica de la inclusión de la variables gestión de riesgos en la inversión pública”, CEPREDENAC, 1ª Edición Guatemala, C. A., Febrero 2010.

“Guía del especialista para análisis de riesgos”. COSUDE, 2003.

“Guía para la incorporación de la variable riesgo en la gestión integral de nuevos proyectos de infraestructura”, Secretaría Técnica de Gestión de Riesgo, PNUD, Ecuador, 2010.

“Informe sobre escenarios participativos de riesgos en la comunidad de Santa Rosa de Aguan”, Andrea Rivera Sosa, PNUD, Tegucigalpa, Mayo 2010.

“Lineamientos técnicos para la inclusión de la gestión del riesgo en los planes de desarrollo y ordenamiento”, guía técnica complementaria territorial, SENPLADES– SNGR, Ecuador, 2010.

“Metodología para la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa”, dirección de prevención y atención de emergencias, DPAAE, Alcaldía Mayor de Bogotá, DC, 2006.

“Recomendaciones Técnicas para la Elaboración de Mapas de Amenaza por Inestabilidad de Laderas”. INETER/ COSUDE, 2005.

“Recomendaciones Técnicas para la Elaboración de Mapas de Amenazas por Inundación Fluvial”. INETER/ COSUDE, 2005.

“Relación entre las formas de alteración de las rocas ígneas en clima tropical, la geomorfología, la hidrogeología y los movimientos de ladera en la subcuenca del río Tocoa”, Ginés Suárez, tesis de maestría sin publicar, Tegucigalpa, 2009.

“Resolución 227-2006, Para la cual se adoptan los términos de referencia para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos para proyectos urbanísticos y construcción de edificaciones en Bogota” DC- DPAAE, alcaldía Mayor de Bogotá, DC, 2006.

[www.fema.gov/esp/riesgo/inundacion/hechos.shtm](http://www.fema.gov/esp/riesgo/inundacion/hechos.shtm).

Anexos

# Anexo 1

## Variables a considerar para evaluar las amenazas en la visita de campo

### ***Textura del Suelo***

La textura del suelo es un elemento importante, ya que, en principio, aquellas tierras que tienen un alto contenido de limos y arenas muy finas son los más susceptibles a la erosión hídrica, sin embargo entran otros factores en juego como son, por ejemplo, las quemadas, ya que estas pulverizan el suelo de cualquier textura y lo dejan suelto, facilitando su remoción por el agua pluvial (agua de lluvia) y de escorrentía. La textura del suelo puede determinarse al tacto en el campo, tanto con el suelo seco o con el suelo humedecido.

**Textura Gruesa:** el suelo es áspero al tacto y suelto (Arenas) y empolva los dedos (Arenoso franco); si se humedece forma terrones que se desmenuzan muy fácilmente y mancha los dedos.

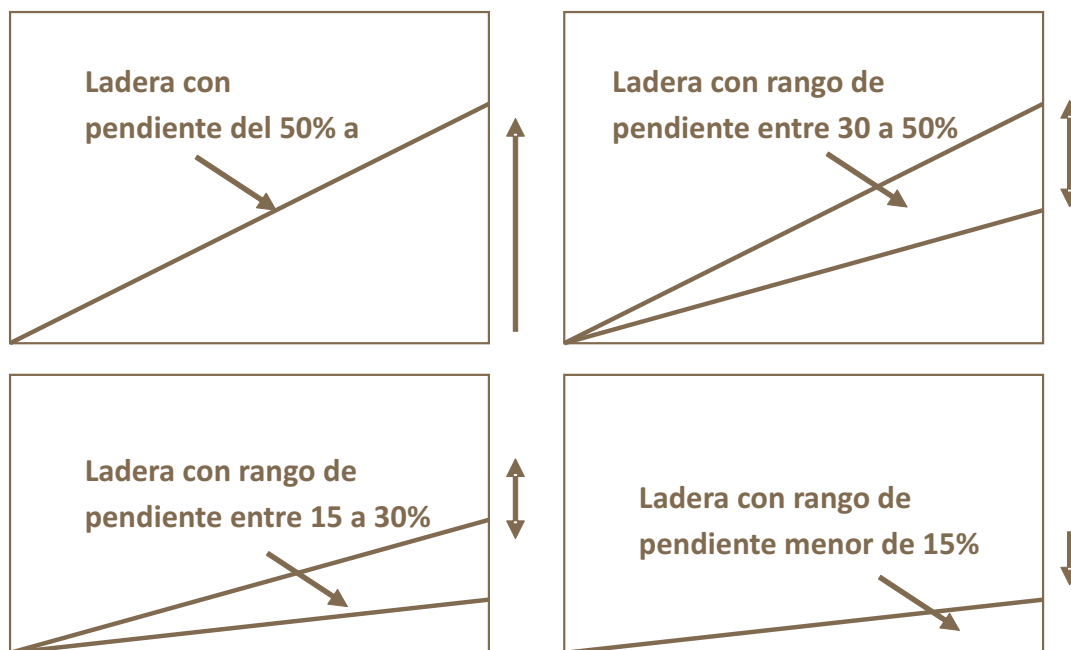
**Textura Moderadamente Gruesa:** (Franco arenoso) el suelo es moderadamente áspero y tiene más materia orgánica, si se comprime en seco forma un terrón que se desmenuza fácilmente; en húmedo al formar bolas en la mano y amasándolo entre los dedos índice y pulgar se sienten las arenas dentro de la masa de suelo.

**Textura Media y Moderadamente Fina:** (suelo Franco) ni muy áspero – no se sienten arenas – ni muy suave, los terrones secos se desmenuzan con cierta facilidad; en húmedo al formar bolas y amasarlo entre los dedos índice y pulgar, no se pega ni mancha los dedos. (Franco limoso y Limoso) cuando está seco forma terrones que se desmenuzan con facilidad y al pulverizarlo entre los dedos se nota suave y harinoso; en húmedo, al formar bolas y amasarlo entre los dedos da una sensación como de talco. (Franco arcilloso) cuando está seco forma terrones de regular dureza; al humedecerlo y amasarlo es pegajoso y mancha los dedos, es plástico y forma rollitos que se rompen fácilmente.

**Textura Fina y Muy Fina:** (Arcilloso o Arcilloso liviano) en seco forma terrones duros, difíciles de romper con los dedos; en húmedo es muy pegajoso, mancha y forma rollitos delgados y resistentes, de varios centímetros de largo que se puede formar una rosquilla sin romperse. (Arcilloso pesado) conocido como barro, son más pegajosos y más duros, no se rompen con los dedos ni en seco ni en húmedo.

## ***Pendiente del Terreno***

La pendiente del terreno es un factor fundamental que se interrelaciona con casi todas las amenazas y generalmente esta dada su gradiente en porcentaje en cuanto a su inclinación. Las siguientes gráficas son para ayudar al técnico en el campo en su clasificación.



En la realidad no todas las laderas son rectilíneas, sino que son irregulares, ya que su conformación es producto de la dinámica terrestre como es la erosión, los deslizamientos, los fallas tectónicas, entre otros, que modifican la forma de las laderas.

## Anexo 2

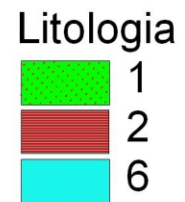
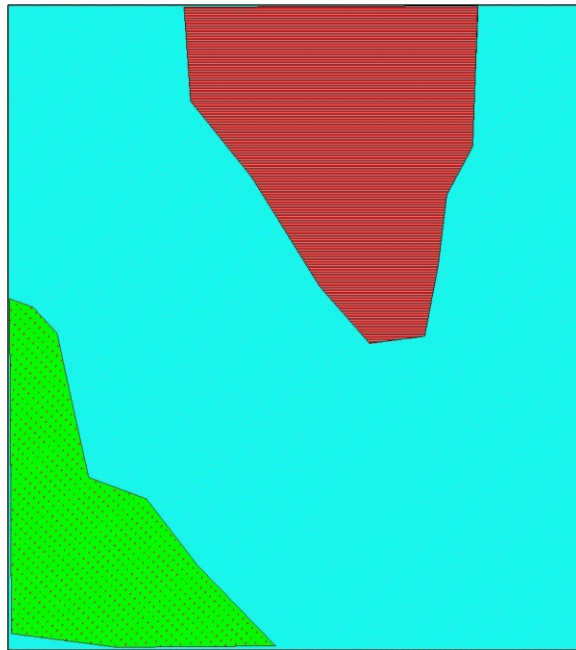
### Análisis de amenazas siconaturales con apoyo del SIG.

En ocasiones se debe realizar la evaluación de un terreno de dimensiones medias y no podemos analizar la amenaza de forma puntual, tomando un solo valor para las distintas variables de análisis. En estos casos se puede emplear el SIG (Sistema de Información geográfico). Para esto se generan coberturas, mapas para cada variable, clasificando el terreno de acuerdo a las categorías y los puntajes definidos. A continuación mostramos un ejemplo de análisis de la amenaza de movimiento de ladera usando el SIG y las matrices de evaluación.

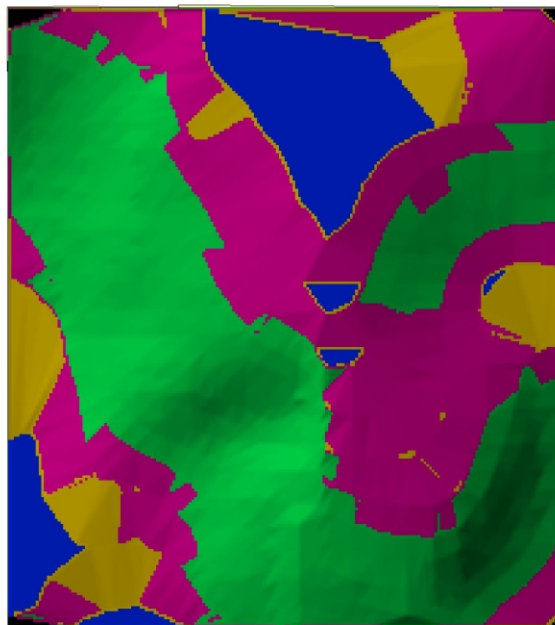


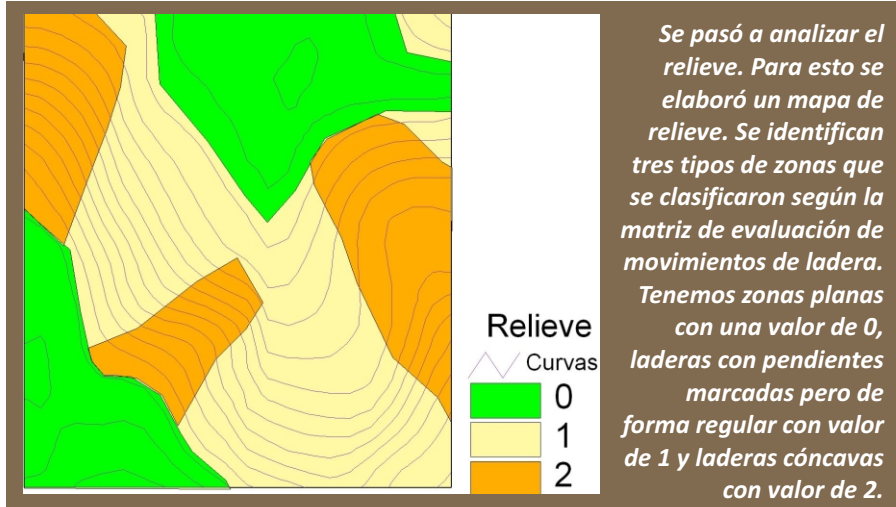
*En el cuadro negro se marca la zona de estudio con un área de 44 ha. De esta zona se realizó un análisis del componente de geomorfología y cuenca previo a analizar la amenaza de movimiento de ladera y se obtuvieron valores de amenaza media (2.0) lo que indicaba que era un lugar donde podía haber riesgo de movimiento de ladera o inundación y que se debía profundizar con el análisis.*

En primer lugar se analizó la litología, el tipo de roca. Se elaboró un mapa de la litología en la visita de campo. Se identificaron tres zonas según la litología, clasificándolas en base a los puntajes de la matriz de evaluación de amenaza por movimientos de ladera. La zona con valores de 1 es una zona con rocas poco alteradas. La zona con valores de 6 está caracterizada por rocas muy alteradas y fracturadas con presencia de arcillas y la zona con valores de 2 presenta rocas algo alteradas.

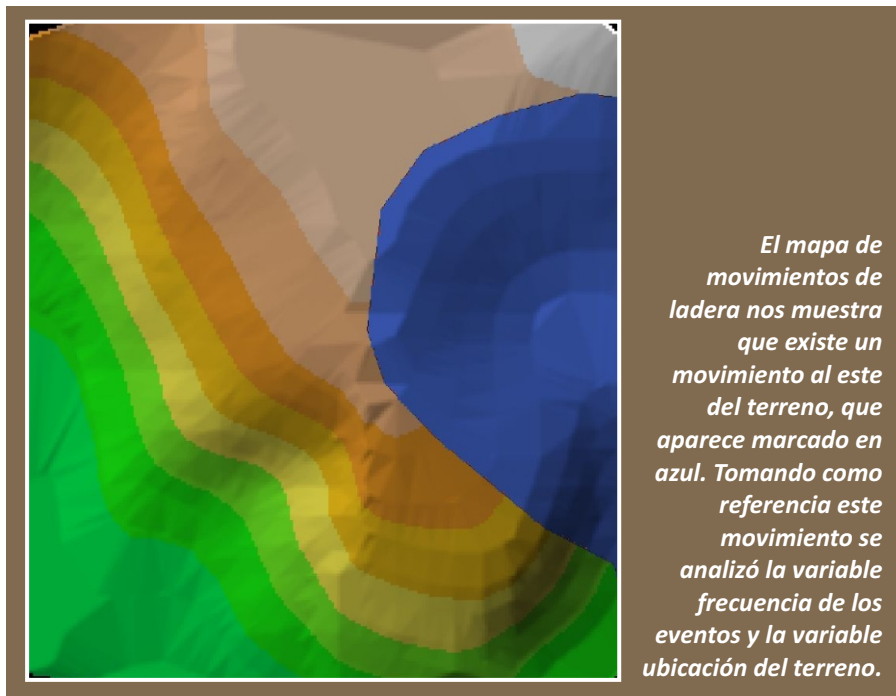


A continuación se analizó la pendiente. Este análisis se hizo auxiliándose del SIG. Para ello se necesita contar con el mapa de curva de nivel. A partir de las curvas de nivel se obtiene el mapa de pendiente en base a porcentaje. Este mapa de pendiente se reclasificó en las cuatro categorías que tiene la matriz para evaluar la variable pendiente, la categoría menor de 4 % a la que se le da un valor de 0, la categoría de 4 a 15 % con un valor de 1, la categoría de 15% a 30% con un valor de 2 y la categoría de más de 30% con valor de 6, resultando el mapa con los valores de clasificación.

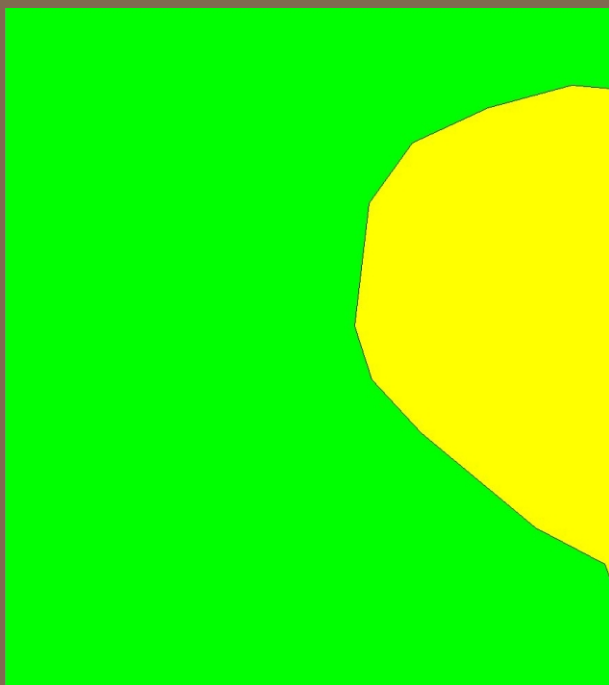




La variable condiciones hidrológicas no se analizó porque no se identificaron manantiales. Se pasó a analizar la variable frecuencia de movimientos de ladera, para lo que se realizó un levantamiento en el campo y se elaboró el mapa de movimientos de ladera de la zona.



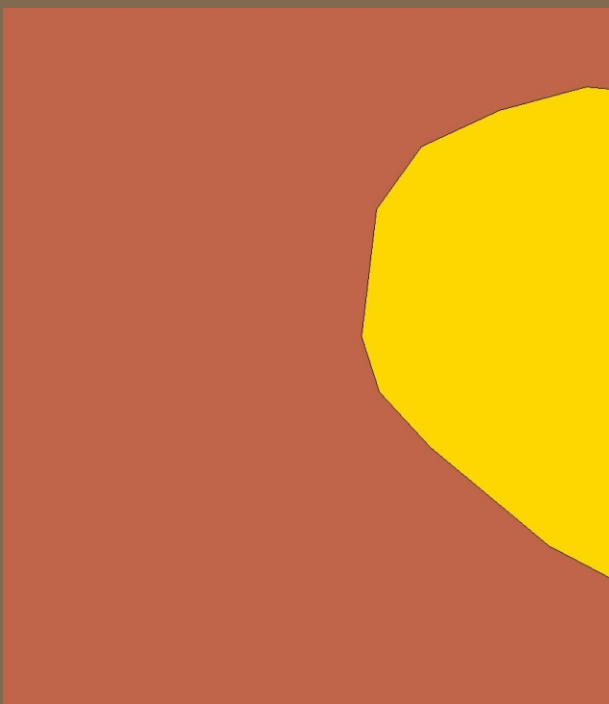
*En cuanto a la frecuencia de los eventos se distinguieron dos zonas. En la zona con valor de 0 no se identificaron movimientos de ladera. La zona con valor de 1 corresponde a la zona de movimiento de ladera identificada, que consultando con los pobladores se constató que sólo se había movido durante el Mitch, por lo que se clasificó como una frecuencia baja es decir un valor de 1 en la matriz.*



Frecuencia



*La ubicación se refiere a como está ubicado el terreno respecto a los movimientos de ladera identificados. Se definieron dos zonas una zona que esta sobre el movimiento de ladera identificado o por debajo del mismo con un valor de 6 para esta variable y una zona con valor de 2, que se considero cercana al movimiento de ladera.*



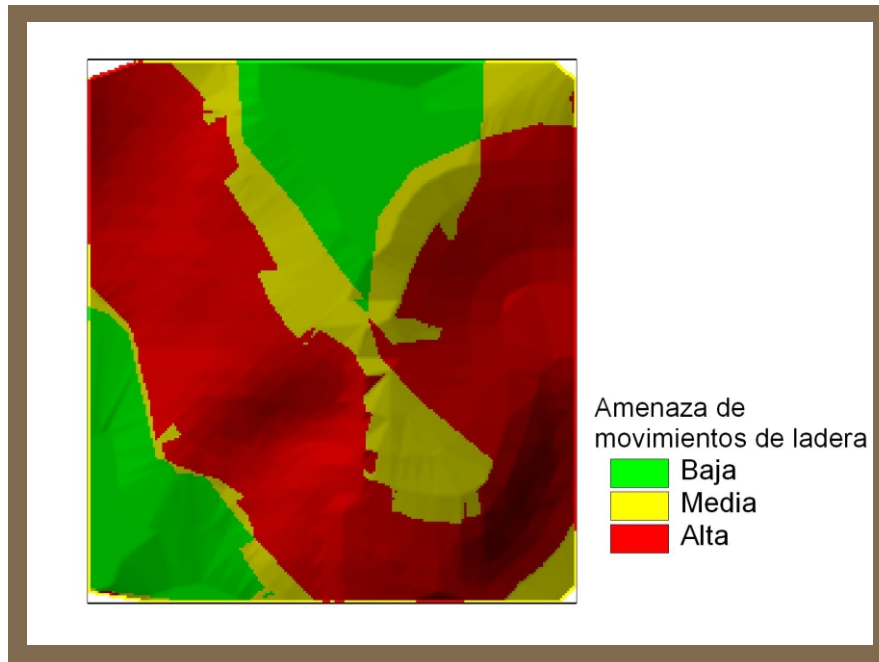
Ubicación



Con todo el análisis realizado se obtuvieron valores para toda la zona de estudio para 5 variables: la litología, la pendiente, el relieve, la frecuencia de los movimientos y la ubicación respecto a los movimientos de ladera. Todas estas variables se suman pixel a pixel por medio de una algebra de mapas. El resultado se califica en las tres categorías que aparecen en la matriz de movimientos de ladera:

Valores > 13	Se clasifica como Amenaza Alta
Valores de 8 a 12	Se clasifica como Amenaza Media
Valores de 4 a 7	Se clasifica como Amenaza Baja
Valores de 0 -3	Se clasifica como Amenaza Nula o despreciable

**El mapa resultante es el siguiente:**



La zona clasificada como de amenaza alta siguiendo las recomendaciones para evaluar el componente de amenazas socionaturales se deberá definir no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones y recomendar la selección de otro lugar o realizar estudios complementarios y análisis de obras de mitigación pero de una forma muy estricta, dado que existe un riesgo de desastre alto. Se deberá continuar analizando el resto de las amenazas para concluir con el análisis del componente de amenazas socionaturales para este terreno

## Anexo 3

### Términos de referencia para estudios especiales en zonas de movimientos de ladera.

Para la elaboración de un estudio detallado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por remoción en masa e inundación, se deben realizar las actividades descritas en el presente anexo; se deberá adelantar una evaluación de amenaza, una evaluación de la vulnerabilidad Física y finalmente la determinación del riesgo.

#### EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

Actividad	Caracterizar y evaluar amenazas por movimientos en masa	Caracterizar y evaluar amenazas por inundación
	Escala 1:25000, 1:5000, 1:2000	1:5000
Recopilación y análisis de la información disponible	X	X
Análisis de fotografías aéreas	X	X
Antecedentes Históricos	X	X
Cartografía base	X	
Geología	X	X
Geomorfología	X	X
Caracterización fisiográfica de la cuenca		X
Evaluación del drenaje sub-superficial	X	
Evaluación del drenaje superficial		X
Análisis Hidrológico	X	X
Análisis Hidráulico		
Análisis Hidrogeológico	X	X
Estimación del caudal Q a partir del área aferente de la cuenca		X
Aspectos mineros		X
Factores detonantes naturales y factores detonantes antrópicos	X	X
Cobertura y uso del suelo	X	X
Análisis Sismológico	X	X
Inventario de movimientos en masa	X	
Investigación del subsuelo	X	X
Ensayos de laboratorio	X	
Zonificación Geotécnica y Modelo Geológico y Geotécnico	X	
Análisis de Estabilidad	X	
Evaluación de la amenaza	X	X
Clasificación de la amenaza		X
Diseño de medidas de mitigación	X	X

Las actividades requeridas para la determinación de la amenaza se presentan a continuación:

### **1. *Revisión y Análisis de información Disponible***

Se deberá realizar la recopilación de información disponible, debe incluir cartografía básica, fotografías aéreas, imágenes de satélite, mapas temáticos, datos hidrometeorológicos, hidrológicos e hidráulicos, estudios anteriores (geológicos, hidráulicos, geotécnicos, de amenaza, de cobertura y usos del suelo), estudios de planeamiento y urbanismo, y en general toda la información que se considere relevante para el objeto del estudio.

### **2. *Análisis de fotografías aéreas***

Es necesario conseguir fotografías aéreas de diferentes épocas con el fin de hacer un análisis multi-temporal de la zona de estudio. Esto permitirá detallar los cambios que ha sufrido el curso del río. De esta manera se podrá verificar de antemano, si muchas de las viviendas actuales se encuentran ubicadas en antiguos brazos o en la llanura de inundación del río.

### **3. *Antecedentes históricos***

Este análisis deberá partir de los análisis de (amenaza) previos y deberá permitir la georreferenciación de las zonas inundadas así como un análisis que permita establecer los procesos y mecanismos que determinan la ocurrencia de las inundaciones.

### **4. *Cartografía base***

La base cartográfica de referencia podrá ser en escala 1:2.000 1:1000, o una de mayor detalle con curvas de nivel cada 1.0 metros. El mapa topográfico contendrá información de planimetría y altimetría de acuerdo a la escala a trabajar en el estudio y como mínimo debe incluir la siguiente información: curvas de nivel, viviendas o ubicación de la vivienda, infraestructura, redes de drenaje y en general todo detalle que sea de interés para el estudio. Adicionalmente, esta cartografía deberá estar actualizada, con una diferencia menor a dos años entre la ejecución del proyecto y la toma de las fotografías aéreas, a fin de garantizar la inclusión de las construcciones recientes.

### **5. *Geología y Geología para Ingeniería***

El levantamiento geológico se realizará al mismo nivel o escala del estudio y debe integrar la geología regional, local y de detalle, teniendo en cuenta aspectos de

génesis, litología, estratigrafía y geología estructural (fallas y pliegues), unidades de superficie y procesos de erosión.

Para la identificación y caracterización de las unidades geológicas superficiales (UGS) se recomienda utilizar las metodologías o lineamientos propuestos por el Servicio geológico de Honduras como autoridad en el conocimiento del subsuelo. En el evento de no existir estos lineamientos se recomienda adoptar de manera preliminar los desarrollados en países de Centroamérica o Suramérica. Para los estudios de detalle (escala mayor o igual a 1:2.000) la evaluación geológica debe estar orientada hacia la obtención de un modelo geológico y estratigráfico que permita optimizar la exploración geotécnica e interpretar las condiciones regionales y locales de estabilidad. En caso de que existan afloramientos de roca, se debe realizar el levantamiento de datos estructurales de las capas y estructuras presentes para los análisis de estabilidad de macizos rocosos. Para el caso de los macizos rocosos, a partir del levantamiento de discontinuidades se deberá proceder a determinar los mecanismos de falla cinemáticamente probables: falla planar, falla en cuña o caída de rocas.

Identificación de fallas (locales y regionales, si las hay), estructuras anticlinales y sinclinales y diaclasas cuando se trate de un macizo rocoso, en especial con afloramientos en el área de estudio y establecer la diferenciación de bloques estructurales. Se deberá complementar la información anterior con planos en planta, secciones transversales y elementos geológicos de carácter regional, si éstos son esenciales para la conformación del modelo geológico-geotécnico local.

## **6. Geomorfología**

Se realizará una identificación y caracterización de las geoformas y de los procesos morfo dinámicos, considerando su génesis y evolución. El levantamiento de los procesos morfo dinámicos regionales y locales que se presenten en la zona de estudio, deberán incluir su localización, magnitud, mecanismo de falla, grado de actividad y factores detonantes y contribuyentes. El levantamiento geomorfológico será realizado y presentado a la misma escala del estudio y se deben seguir los lineamientos metodológicos dados por el Servicio Geológico Hondureño para este tipo de estudios. Al igual que en el caso geológico en caso de no existir ninguna normatividad se recomienda adoptar una de manera preliminar, la cual se podrá ir implementando en la medida en que se realicen estos estudios. Se efectuara un análisis multitemporal que permita evaluar la dinámica de dichos procesos, considerando como mínimo dos fechas (actual y 20 o 30 años atrás). Se aplicara la metodología para mapeo de movimientos de ladera de COPECO y COSUDE ( La metodología de COSUDE-INETER se puede descargar de [www.prevac.org.ni](http://www.prevac.org.ni))

## **7. Caracterización fisiográfica de la cuenca**

La caracterización fisiográfica de las cuencas deberá tener en cuenta las áreas de las subcuencas, pendientes de los lechos, longitud de los tramos de las diferentes corrientes, etc. Toda esta caracterización es necesaria para el posterior modelamiento matemático.

## **8. Evaluación del drenaje sub-superficial**

Se debe realizar un estudio hidrogeológico que permita el conocimiento de las condiciones naturales del agua sub - superficial, en condiciones normales y extremas más probables en 50 años. Con el estudio hidrogeológico se fijarán los criterios para definir y diseñar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficacia de las mismas en términos de su efecto sobre los parámetros iniciales (niveles de agua o factores ru), valores que se deben tener en cuenta en los análisis requeridos en la evaluación de la condición de amenaza con medidas de mitigación.

## **9. Evaluación del Drenaje Superficial**

Se debe elaborar un estudio que incluya la evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial incluyendo los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, dentro de la zona de influencia del proyecto, se debe establecer su posible incidencia en los fenómenos de remoción en masa que afecten el área de estudio. Se debe definir las unidades de drenajes (cuencas) imperantes en el área y sus características morfológicas. Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda y no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación, a la luz de la información expresamente solicitada por el interesado a la junta de agua o SANAA sobre el particular y cuya documentación deberá anexarse al estudio.

## **10. Análisis Hidrológico**

Se deberá realizar una caracterización climatológica y de precipitación del sector de estudio y establecer relaciones de la precipitación con la ocurrencia de movimientos en masa; así mismo, se debe realizar la evaluación hidrológica del drenaje superficial natural. Para estudios de detalle (escala mayor o igual 1:2.000) se debe realizar la evaluación hidráulica del drenaje superficial natural y artificial. La anterior información deberá ser complementada con la generación de las respectivas curvas idf (intensidad-duración-frecuencia), con el fin de calcular o generar caudales para diferentes periodos de retornos (25 y 50 años).

Con base en los registros de estaciones representativas para las zonas de estudio se determinaran los niveles de lluvia para los escenarios de análisis. Éste análisis deberá abordar como mínimo: el régimen de lluvias y clima de la zona de estudio, un análisis detallado de las lluvias que permita establecer las características de la precipitación para los periodos de retorno de análisis, la estimación de caudales de creciente para los periodos de retorno de análisis.

### **11. Análisis Hidráulico**

El análisis hidráulico deberá permitir establecer las condiciones hidráulicas del cauce objeto de estudio para los diferentes periodos de retorno y las características de intensidad de las inundaciones así como su extensión.

### **12. Análisis Hidrogeológico**

Este análisis se debe realizar para estudios de escala mayor o igual a 1:2.000 y debe determinar y evaluar las condiciones del agua subsuperficial en condiciones normales y extremas probables que puedan influir en las condiciones de estabilidad del sector de estudio. Para poder llevar a cabo esta actividad es necesario instalar una red de piezómetros en la zona de interés. Este estudio se hará a partir de un análisis de las características.

- Topográficas del terreno
- De uso actual
- De textura de los materiales presentes (depósitos, suelos residuales, rocas) y sus rasgos macroestructurales y/o de fracturamiento.
- Climatológicas y pluviométricas del área.
- De los resultados de las observaciones y mediciones pertinentes (niveles de agua, niveles piezométricos) durante la etapa de investigación y exploración de campo.

Como conclusión del análisis del marco hidrogeológico del área, el estudio fijará los parámetros correspondientes a:

- Posición(es) de niveles de agua (relación presión de poros/esfuerzo total vertical) en condiciones normales.
- Posición(es) de niveles de agua en condiciones extremas de lluvias críticas y el período de recurrencia de esta situación.

Finalmente el estudio hidrogeológico fijará los criterios para definir y diseñar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecúen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficacia de las mismas en términos de su efecto sobre los parámetros iniciales (niveles de agua), valores que se tendrán en cuenta en los análisis requeridos para determinar los niveles de seguridad.

### **13. Estimación del caudal $Q$ a partir del área aferente de la cuenca**

Este caudal se deberá determinar para diferentes periodos de retorno y se deberá dar el valor correspondiente en las secciones transversales de control de cotas de agua. Conexión y extrapolación de los puntos obtenidos de la altura del agua sobre el nivel de referencia del río, de las cotas y de la morfología de la sección.

Control de las extrapolaciones a partir de la comparación de los caudales en las secciones transversales de control.

Se calcula el caudal para la cota propuesta en la extrapolación y se validará o ajustará con los caudales de referencia.

Para determinar los diferentes niveles de inundación se puede utilizar como primera aproximación los métodos hidrológicos que se basan en funciones de conversión de variables meteorológicas (fundamentalmente precipitación, radiación, evapotranspiración y rocío) a escorrentía superficial (caudales).

### **14. Aspectos mineros**

La actividad minera es de suma importancia ya que es necesario ubicar eventuales fuentes de exploración en la parte alta, media y baja de la cuenca. Las explotaciones en mineras tienden en general a afectar los cauces de los ríos debido al aporte de sedimentos, así como la carga contaminantes que en algunas ocasiones aportan a los ríos.

### **15. Factores detonantes naturales y factores detonantes antrópicos**

Para el caso de avenidas torrenciales con alta carga de sedimentos es de importancia estimar la cantidad de material aluvial depositado durante eventos pasados (extensión, espesor), presencia de deslizamientos y de material suelto (disponible para futuros flujos), presencia o potencial de formación de obstáculos en el cauce, naturales o artificiales, que podrían romperse, áreas de origen y de depósito de sedimentos. Definir los sitios críticos de taludes con posibilidades de falla y represamiento de los drenajes de la cuenca y determinar los volúmenes de materiales deslizados que se generarían en el represamiento de cauces, determinando el volumen de agua del embalse ocasionado por el represamiento y evaluar el efecto del aporte de sedimentos en la generación de avenidas torrenciales.

## **16. Cobertura y Uso del Suelo**

De acuerdo a la escala del estudio se debe realizar un mapa de cobertura y uso del suelo que presente la condición actual. Se recomienda adelantar un análisis multitemporal que ha sufrido la zona por el desarrollo urbanístico y una evaluación del tipo de vegetación y su efecto sobre los problemas de inestabilidad detectados en la zona. El levantamiento de esta información se debe realizar de acuerdo con un sistema de clasificación reconocido y su nivel de detalle debe ser acorde con la escala de trabajo del estudio (1:500)

La cobertura y uso del suelo está relacionada con el efecto de infiltración de las aguas lluvias. En zonas despobladas de vegetación la carga de sedimentos es mayor, incrementándose los problemas de inundación en la parte baja de la cuenca. Es importante destacar que los coeficientes de escorrentía que se utilizan en el modelamiento matemático de los problemas de inundación, están directamente relacionados con la presencia y/o ausencia de vegetación.

## **17. Análisis Sismológico**

Se debe determinar la influencia del factor sismo con relación a la generación de movimientos en masa, para lo cual se deberá analizar el efecto de los sismos en la zona de estudio teniendo en cuenta las magnitudes de las aceleraciones estimadas más probables a partir de la sismicidad en la región. Se debe considerar el valor de aceleración máxima ( $A_m$ ) correspondiente para un período de análisis de 50 años y una probabilidad de excedencia no mayor al 10%. Estos valores para Honduras se recomienda obtenerlos de la guía de evaluación de vulnerabilidad sísmica de COPECO y del código de construcción de Honduras para el lugar donde se esté realizando el estudio.

Para estudios de detalle (escalas 1:1.000 o mayor detalle), el análisis para la zona de estudio se debe realizar conforme a la normatividad vigente para esta, y la adopción de los valores utilizados para los análisis deberán ser debidamente justificados y soportados.

## **18. Inventario de movimientos en masa**

Implica la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio, clasificándolos en antiguos y recientes, de acuerdo con su estado de actividad, y según los mecanismos de falla y forma de propagación, considerando por ejemplo la retrogresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad. Esta clasificación se debe realizar de acuerdo con las metodologías establecidas por el Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra, que alimentará una base de datos en donde se reunirá la información del municipio. Para efectos del inventario de inventario de deslizamientos se recomienda adoptar el formato del PMA (Proyecto Multinacional Andino).

## **19. Investigación del Subsuelo**

Corresponde al estudio y conocimiento del origen geológico, la exploración del subsuelo (apiques, trincheras, perforación y sondeo y otros) y los ensayos y pruebas de campo y laboratorio necesarios para identificar y clasificar los diferentes suelos y rocas y cuantificar las características físico-mecánicas e hidráulicas del subsuelo.

La investigación geotécnica tendrá por objeto el levantar, mediante trabajos de campo, complementados con trabajos de laboratorio, la información suficiente y adecuada que permita caracterizar cuantitativamente los procesos de inestabilidad identificados; su formulación y justificación deberá corresponder con el modelo geológico del sitio. la investigación geotécnica implicará un programa razonable de exploración directa mediante apiques, trincheras, perforaciones, etc. e indirecta, mediante sondeos geofísicos, geoelectrónicos, etc. seleccionados por el responsable del estudio y adecuadamente distribuidos sobre el área de manera que permita garantizar la obtención de la información geotécnica que permita completar el modelo o modelos geológico-geotécnicos de las diferentes zonas consideradas dentro del área de Interés.

El trabajo de campo se complementará con un programa de ensayos de laboratorio (propiedades índice y mecánicas) que permita establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación, resistencia u otras propiedades (tales como: permeabilidad, potencial de colapso, potencial de tubificación. etc.) de los materiales involucrados sí los mecanismos de falla identificados así lo exigen. Los parámetros obtenidos deberán ser además compatibles con las exigencias de las herramientas analíticas que se empleen para evaluar cuantitativamente los procesos de inestabilidad de interés, sobre los modelos geológico-geotécnicos propuestos.

La justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio, deberán ser explícitos en el informe final de resultados.

Para la exploración geotécnica se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- I. Deberá contarse como mínimo con un sondeo por cada 1500 m<sup>2</sup> de área de terreno, su ubicación deberá justificarse en términos del adecuado cubrimiento de las áreas de interés. La exploración deberá soportar adecuadamente el modelo geológico geotécnico de cada sector o zona de interés.
- II. Cuando los mecanismos de falla consecuentes con el modelo geológico-geotécnico propuesto permitan inferir la ubicación más probable de las superficies o zonas de falla, más de 2/3 de las exploraciones realizadas deberán llevarse como

mínimo tres metros por debajo de dichos rasgos. De no ser viable una aproximación como la anterior, la profundidad de al menos 2/3 de las perforaciones deberá involucrar todos los materiales de interés para el estudio, de acuerdo con el modelo geológico-geotécnico propuesto.

III. La utilización de métodos indirectos, tales como los geofísicos, para establecer espacialmente la disposición de los materiales involucrados es aceptada, en cuyo caso el número de perforaciones del literal (I) podrá ser reducido y justificado claramente por el ejecutor del estudio, quien en cualquier caso sin embargo, deberá mostrar para el sitio al menos dos sondeos de calibración que le permitan extender con propiedad los resultados de las interpretaciones de los sondeos geofísicos.

El uso de correlaciones para la determinación de los parámetros de los materiales a partir de pruebas de campo de uso frecuente no es restringido por esta metodología, sin embargo es entendido que la pertinencia, validez, y confiabilidad del uso de tales correlaciones en un problema específico es de total responsabilidad del ejecutor de los estudios.

## **20. Ensayos de Laboratorio**

Se recomienda la ejecución de ensayos de corte directo en condición drenada, así como, ensayos triaxiales estáticos consolidados no drenados midiendo presión de poros. De igual manera, en lo posible realizar ensayos de permeabilidad.

## **21. Zonificación Geotécnica y Modelo Geológico y Geotécnico**

Estos análisis se adelantarán para estudios de detalle (escala mayor o igual 1:2.000) y se realizará la identificación y caracterización de zonas homogéneas en términos de su comportamiento geotécnico. En cada una de las zonas se deberán determinar entre otros aspectos los mecanismos actuales y potenciales de inestabilidad, composición y distribución estratigráfica de los materiales y su relación con las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidráulicas, identificación de comportamientos típicos ante diferentes solicitaciones, evaluación de parámetros representativos de resistencia, compresibilidad y relaciones esfuerzo-deformación.

La zonificación elaborada debe orientar la selección de los sitios puntuales y las secciones transversales sobre los cuales se realizarán los análisis detallados de estabilidad. Para cada una de las unidades definidas se debe establecer y describir el respectivo modelo geológico y geotécnico.

## **22. Clasificación de amenaza**

Cómo propuesta inicial se plantea que para el análisis de amenaza se consideren los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, para lo cual se utilizarán métodos hidrológicos e hidráulicos para estimar los escenarios de caudal y los parámetros de intensidad, incluyendo profundidad, velocidad, caudales, rapidez del incremento del nivel del agua y duración de las inundaciones, realizando una clara descripción de los criterios utilizados en la zonificación.

Los métodos utilizados deberán ser coherentes con los datos disponibles y la identificación o estimación de la cota de los puntos donde llegó la inundación. De contarse con información más detallada (levantamientos topográficos detallados y secciones transversales del río), para la determinación de la amenaza se pueden usar modelos hidrológicos-hidráulicos como HEC-RAS, FLOW 2D, WIN RIVER, MIKE 11, los cuales corresponden a programas confiables, pero cuyos resultados dependerán en gran medida de la confiabilidad de los datos.

## **23. Evaluación de la Amenaza**

Dicha evaluación se debe realizar utilizando métodos que sean aplicables a los mecanismos de falla identificados en la zona de estudio, en donde se tendrán como datos de entrada, los parámetros obtenidos en los ensayos de muestras obtenidas en la exploración geotécnica. Se debe realizar un mapa de zonificación de amenaza, con las categorías establecidas (alta, media y baja) y para cada una de estas se definirán las características de la amenaza en términos de recomendaciones (restricciones y/o condicionamientos). Es posible también generar mapas de amenazas en términos probabilísticos. Para tal fin, se acostumbra utilizar el método de Montecarlo y definir rangos de probabilidad de falla, los cuales son posteriormente, categorizados en probabilidad de falla alta, probabilidad de falla media y probabilidad de falla baja, esto con el fin de hacerlos similares a los niveles de amenaza alta, media y baja.

La evaluación de la amenaza se deberá realizar para los siguientes escenarios:

1. Para la situación actual y para los procesos de movimientos de ladera identificados como parte del modelo geológico - geotécnico propuesto para los distintos sectores, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo a las que podrá estar expuesta el área de estudio. La aceleración crítica a ser considerada en los análisis de tipo pseudo-estático y no podrá ser menor a  $2/3$  de la aceleración máxima ( $A_m$ ), debidamente justificada.

2. Para la situación generada por el cambio de uso (determinada en base a los planos de las obras a realizar) teniendo en cuenta en cada caso cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas, modificaciones del drenaje, etc. para los fenómenos de remoción en masa, reactivados o inducidos durante y después de la ejecución de las

obras, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia, bajo condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo de la misma forma que en el escenario de situación actual.

Para ambos escenarios y como mínimo para la condición más extrema se elaborarán y presentaran mapas de amenaza en escala 1:500 o 1:1000 y curvas de nivel cada 1.0 m como mínimo, clasificando el área con base en los siguientes criterios:

Condiciones normales	FS
Amenaza Baja	>1.9
Amenaza Media	1.9-1.2
Amenaza Alta	< 1.2

Condiciones extremas (50 años)	FS
Amenaza Baja	>1.3
Amenaza Media	1.3-1.0
Amenaza Alta	< 1.0

**24. Criterios para la evaluación de la vulnerabilidad ante amenazas por movimientos en masa e inundación.**

Se debe realizar el análisis de vulnerabilidad para los estudios con escala 1:2000 o de mayor detalle, para lo cual en los análisis de vulnerabilidad se tendrá en cuenta el nivel de exposición, susceptibilidad o predisposición y resistencia de todos los elementos de la zona de estudio ante los eventos amenazantes. Se realiza mínimo un análisis de vulnerabilidad física (vivienda e infraestructura) y social para cada uno de los escenarios considerados en los análisis de amenaza, con su respectiva zonificación, categorizando en vulnerabilidad alta, media y baja. Los métodos utilizados para el análisis y evaluación de la vulnerabilidad deberán estar debidamente soportados.

Para la evaluación de la vulnerabilidad física se deberá realizar el inventario de viviendas, el cual deberá incluir como mínimo los siguientes aspectos: ubicación del predio, nombre completo y cédula de ciudadanía del propietario o persona que acredite la propiedad del inmueble, número de familias y personas, estado de construcción del predio (construido, parcialmente construido o vacío) y tipología de construcción.

**25. Diseño de medidas de mitigación**

Una vez identificados los diferentes niveles de amenaza, es necesario proceder a implementar las diferentes medidas de mitigación, en las zonas de amenaza alta y media. En general se recomienda hacer una categorización con el fin de entrara implementar los diseños en los sectores más crítico. Para esto se recomienda la construcción de un cronograma de intervenciones y priorización. Posteriormente, los diseños detallados deberán incluir las siguientes actividades: análisis de estabilidad sobre perfiles típicos, diseños geotécnicos, diseños hidráulicos, diseños estructurales, cantidades de obras, costos y recomendaciones sobre el proceso constructivo más adecuado.

## Anexo 4

Referencias para estudios especiales en zonas de inundación y estudios especiales de vulnerabilidad estructural.

### **REFERENCIA PARA ESTUDIOS ESPECIALES EN ZONAS DE INUNDACIÓN**

Utilizar la metodología de la guía oficial de COPECO para mapeo de inundaciones o el método de COSUDE-INETER (Descargar en [www.prevac.org.ni](http://www.prevac.org.ni))

### **REFERENCIA PARA ESTUDIOS ESPECIALES DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL**

Se recomienda usar la norma para edificios ya construidos.

## Anexo 5

### Histograma de Evaluación del Sitio.

**Llenar solo lo que aplique al caso**

Nombre del proyecto:

---

Dirección exacta del edificio/vivienda:

---

---

Coordenada (UTM WGS84) X: \_\_\_\_\_ Y: \_\_\_\_\_

Código:

Titular/dueño del edificio/vivienda (nombre/contacto):

Titular que alquila o usa el edificio o vivienda (nombre/contacto):

Personas que habitan el edificio/vivienda:

NOMBRE	IDENTIFICACION	EDAD	PARENTESCO

**TIPO DE PROYECTO: VIVIENDAS Y EDIFICIOS YA CONSTRUIDOS**

**EVALUACIÓN DE LA AMENAZA**

**COMPONENTE GEOMORFOLOGÍA Y CUENCA**

<b>E</b>	ZONAS DE AMENAZA	LAGOS, LAGUNAS, ZONAS INUNDABLES	DESPLAZAMIENTOS AGUAS ARRIBA DE LA OBRA	FORMA DEL TERRENO	ZONAS FRAGILES	IMPACTOS AGUAS ABAJO	<b>P</b>	<b>F</b>	EXPXF	PxF
<b>1</b>							<b>3</b>			
<b>2</b>							<b>2</b>			
<b>3</b>							<b>1</b>			

**VALOR TOTAL= ((Σ(1-3) (E x P x F)) / ( Σ(1-3)( P x F))**

**COMPONENTE AMENAZAS SOCIO NATURALES**

<b>E</b>	INUNDACIÓN FLUVIAL	FLUJOS DE LODO	MOVIMIENTOS DE LADERA	INUNDACIÓN MARINA			<b>P</b>	<b>F</b>	EXPXF	PxF
<b>1</b>							<b>3</b>			
<b>2</b>							<b>2</b>			
<b>3</b>							<b>1</b>			

**VALOR TOTAL= ((Σ(1-3) (E x P x F)) / ( Σ(1-3)( P x F))**

**EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD DE LA OBRA**

**COMPONENTE VULNERABILIDAD FISICA**

<b>E</b>	ANTE INUNDACIONES	ANTE DESLIZAMIENTOS Y FALLAS DE TALUD	ANTE VIENTOS	ESTRUCTURAL	SEGURIDAD		<b>P</b>	<b>F</b>	EXPXF	PxF
<b>1</b>							<b>3</b>			
<b>2</b>							<b>2</b>			
<b>3</b>							<b>1</b>			

**VALOR TOTAL = ((Σ(1-3) (E x P x F)) / ( Σ(1-3)( P x F))**

### COMPONENTE VULNERABILIDAD SOCIAL E INSTITUCIONAL

E	CONFLICTOS TERRITOR.	SEGURIDAD CIUDADANA	MARCO JURIDICO				P	F	EXPXF	PxF	
1							3				
2							2				
3							1				
VALOR TOTAL= $((\sum(1-3) (E \times P \times F)) / (\sum(1-3)( P \times F))$											

### RESUMEN DE LA EVALUACION

COMPONENTES	VALOR MÁS BAJO/PROMEDIO
GEOMORFOLOGIA Y CUENCA	
AMENAZAS SOCIONATURALES	
<b>VALOR MÁS BAJO AMENAZA</b>	
VULNERABILIDAD FISICA	
VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL SOCIAL	

### OBSERVACIONES

YO, \_\_\_\_\_ EN CALIDAD DE EVALUADOR DEL SITIO, DOY FE QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO.

Nombres y Apellidos del Funcionario que realiza la Evaluación	Firma	Fecha
Nombres y Apellidos del Funcionario que aprueba la Evaluación de sitio	Firma	Fecha

## Matrices para evaluar las amenazas.

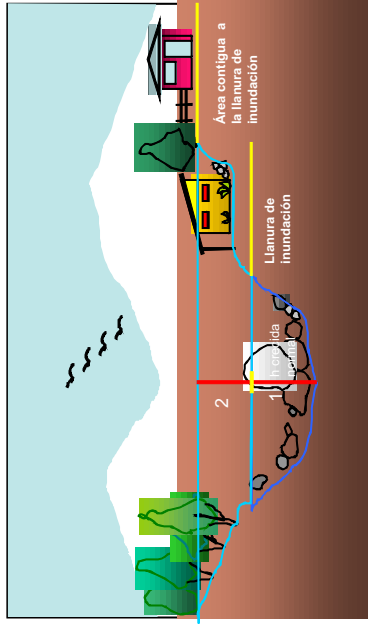
# Anexo 6

<b>COMPONENTE GEOMORFOLOGÍA Y CUENCA</b>						
<b>EVALUACION</b>	<b>ZONAS DE AMENAZA</b>	<b>LAGOS, LAGUNAS, ZONAS INUNDABLES</b>	<b>INESTABILIDAD AGUAS ARRIBA DE LA OBRA</b>	<b>FORMA DEL TERRENO</b>	<b>ZONAS FRÁGILES</b>	<b>IMPACTOS AGUAS ABAJO</b>
<b>1</b>	El proyecto se ubica sobre el polígono de movimiento de ladera, zona de amenaza alta a movimiento de ladera, sobre una geología que es muy susceptible a movimiento de ladera, en una zona de impacto de movimiento de ladera, o en la zona de alta amenaza de inundación.	El sitio se ubica dentro de la cota de los derechos naturales de lagos, embalses y presas, creando el riesgo inminente de ser afectado por grandes precipitaciones.	En la misma cuenca y a cota superior al proyecto se ubica un polígono de movimiento de ladera, o una zona de impacto de movimiento de ladera y por la forma del terreno se aprecia que puede producirse un flujo que afecte al proyecto.	El proyecto se ubica en una zona de ladera sobre nacimientos de agua en una zona cóncava que acumula agua o en una zona donde se aprecian formas desorganizadas de las curvas de nivel. El proyecto se ubica sobre zonas relativamente planas a orillas de ríos.	El proyecto se ubica dentro o muy próximo (200 metros) a zonas ambientalmente frágiles como pantanos, humedales, zona de reserva natural o espacios protegidos para especies en peligro de extinción, zonas de nidificación u otras y se tiene la certeza técnica de que el proyecto pudiera causar daños ambientales o las características del medio perjudiquen el desarrollo del hábitat. También se consideran en esta categoría las áreas de alto valor arqueológico	Agua abajo del proyecto se ubica una presa de abastecimiento de agua, un ecosistema frágil u otro proyecto habitacional o infraestructura que puede verse afectado por el manejo de las aguas que se realice en el proyecto. Las aguas lluvia del proyecto serán vertidas o son movidas sobre una zona de movimiento de ladera.
<b>2</b>	El proyecto se ubica en la zona de amenaza a movimiento de ladera media o baja, sobre una geología que es de susceptibilidad media a movimientos de ladera, en una zona de amenaza media de inundación o a menos de 100 metros de una zona de falla.	El sitio se ubica próximo a lagos, embalses y presas pero la diferencia de altitud es superior al menos en 1.50 metros.	En la misma cuenca y a cota superior al proyecto se ubica un polígono de movimiento de ladera, o una zona de impacto de movimiento de ladera aunque por la forma del terreno pareciera que no afecta al proyecto.	El proyecto se ubica en una zona de ladera donde no se aprecia formas desorganizadas de las curvas de nivel.	El sitio se ubica a distancias próximas (entre 250 y 500 metros) de zonas ambientalmente frágiles pero no se tiene la certeza de que el emplazamiento pueda causar importantes daños al medio ambiente o viceversa	Agua abajo del proyecto existe otro proyecto habitacional o infraestructura aunque aparentemente no sería afectado por el manejo de las aguas que se realice en el proyecto.
<b>3</b>	El proyecto se ubica en la zona de amenaza baja a movimientos de ladera más de 100 metros de una falla o en una zona de baja amenaza a inundación.	El sitio se ubica a alturas mayores de 3.00 con respecto a la cota de rebalse de lagos y embalses en general.	No existen movimientos de ladera en la misma cuenca del proyecto y por encima de la cota del mismo.	El proyecto se encuentra en una zona con pendientes bajas que no colinda con cauces de ríos.	El sitio se ubica a distancias mayores de 1 km de zonas ambientalmente frágiles	No existen aguas abajo zonas frágiles u otro proyecto habitacional o infraestructura que puedan verse afectados por el manejo de las aguas que se realice en el proyecto.

## COMPONENTE AMENAZAS SOCIO NATURALES

EVALUACIÓN DE AMENAZAS POR INUNDACIÓN FLUVIAL						
FACTORES						
Puntaje	Tipo de Suelo y/o Drenaje del suelo	Pendiente	Ubicación	Cauce / drenaje / terraza	Frecuencia <sup>2</sup> duración y meses o meses	
6	Arcilla pesada; otros suelos con problema de drenaje <sup>1</sup> ; estrato rocoso u otro estrato impermeable a poca profundidad <input type="checkbox"/>	< 2% Terrenos planos o casi planos <input type="checkbox"/>	Llanuras amplias depresionales; llanuras de inundación de ríos, lagos o lagunas o zona de confluencia de ríos o quebradas <input type="checkbox"/>	La zona se ubica en el cauce de drenaje temporal del río o muy cercano a este (< 10 metros); o cerca de convergencia de ríos; o sobre el lecho o terrazas del río (recientes a antiguas). <input type="checkbox"/>	Frecuente: cada año con lluvias prolongadas o F4 (ver tabla). Duración: D1 D2 D3 D4 D5 Mes: (anotar atrás) <input type="checkbox"/>	
2	Otros suelos moderadamente bien drenados <input type="checkbox"/>	2 - 4% Terrenos ligeramente inclinados o ligeramente ondulados <input type="checkbox"/>	En el área adyacente o contigua a las llanuras depresionales o a las llanuras de inundación de ríos o quebradas. La elevación del sitio es más de dos veces la profundidad del lecho del río. <input type="checkbox"/>	El sitio se ubica en áreas adyacentes o contiguas al cauce o de la convergencia de ríos o de las terrazas antiguas o lecho mayor del río. <input type="checkbox"/>	Ocasionales: en años con lluvias excepcionales o F3 (ver tabla). Duración: D1 D2 D3 D4 D5 Mes: <input type="checkbox"/>	
1	Suelos bien drenados <input type="checkbox"/>	4 - 15% Terrenos moderadamente inclinados o moderadamente ondulados a ondulados <input type="checkbox"/>	El sitio no está próximo a estas llanuras <input type="checkbox"/>	El sitio se ubica en zonas alejadas del cauce o más elevadas. <input type="checkbox"/>	Baja: una vez en 50 años o de 2 a 5 veces en 100 años. Duración: D1 D2 D3 D4 D5 Mes: <input type="checkbox"/>	
0	Arenas o gravas; suelos arenosos o gravosos que no son terrazas de río <input type="checkbox"/>	> 15% Terrenos moderadamente escarpados a muy escarpados <input type="checkbox"/>	El sitio se encuentra en terrenos altos <input type="checkbox"/>	No hay cauces cercanos. <input type="checkbox"/>	Muy Baja o Rara vez: 1 vez en 100 años (solo con el Mitch) <input type="checkbox"/>	
<b>Calificación</b>						<b>TOTAL =</b>

Amenaza Alta - 1	> 13
Amenaza Media -2	8 a 12
Amenaza Baja – 3	4 a 7
Amenaza Nula o despreciable	0 a 3



### DRENAJE NATURAL DEL SUELO Y CONDICIONES DE HUMEDAD <sup>1</sup>

El drenaje natural es una característica que depende de las condiciones del clima, posición topográfica, escurrimiento superficial, drenaje interno y permeabilidad. Generalmente las condiciones del drenaje natural se reflejan en la morfología del perfil y las principales características que se pueden apreciar para su evaluación son: el color del suelo, manchas, motas, concreciones, capas gley. Las siguientes clases de drenaje natural son las que se consideran.

**Excesivo:** El agua es removida del suelo muy rápidamente y generalmente ocurre en suelos de texturas más gruesas que arena media y muy porosos.

**Moderadamente excesivo:** El agua se retira del suelo con rapidez y son de texturas arenosas (medias a finas) y porosas

**Bueno:** El agua se retira del suelo con facilidad pero no con rapidez, reteniendo cantidades óptimas de agua para el crecimiento vegetal. Generalmente suelos de texturas medias y moderadamente finas y algunas finas bien estructuradas

**Moderadamente bueno:** El agua se retira del suelo con lentitud por lo que el perfil permanece húmedo por un tiempo corto, aunque importante, pero sin llegar a encharcarse. Estos suelos generalmente tienen una capa de permeabilidad lenta en el subsuelo, nivel freático a moderada profundidad, reciben agua a través de infiltración, o sufren una combinación de estas condiciones.

**Imperfecto:** El agua es eliminada del suelo con lentitud, de modo que el perfil permanece mojado durante períodos significativos, pero no todo el tiempo. Los suelos con este drenaje tienen generalmente una capa impermeable a poca profundidad (40 - 60 cm), nivel freático cerca de la superficie, reciben agua de infiltración, o una combinación de tales condiciones. Los cultivos estacionales tienen restricciones en época de lluvia.

**Pobre:** El agua es removida tan lentamente del suelo que permanece mojado durante períodos largos. El agua freática generalmente está en o cerca de la superficie del suelo durante una parte del año. Los suelos con este drenaje se debe a un nivel freático muy alto, una capa impermeable a muy poca profundidad (menos de 40 cm), reciben agua de infiltración, o una combinación de estas condiciones. En estos suelos es imposible el desarrollo de cultivos.

**Muy pobre:** El agua se elimina del suelo tan lentamente que la capa freática se encuentra en la superficie la mayor parte del tiempo. Estos suelos ocurren generalmente en llanuras depresionales que permanecen encharcadas.

**TABLA DE APOYO A AMENAZA POR INUNDACIÓN<sup>2</sup>**

FRECUENCIA		CRITERIO	DURACIÓN		CRITERIO		MESES <sup>3</sup>
Simb	Tipo de frecuencia	Promedio # inundaciones x espacio de tiempo	Clase de duración	Promedio estimado de duración por cada evento de inundación	Mes o Meses en que ocurre la inundación		
F4	Frecuente a muy frecuente	> 50 veces en 100 años o > 50% en los meses lluviosos del año	Extremadamente corta	1 a < 4 horas			
F3	Ocasional	5 a 50 veces en 100 años	Corta	4 a 48 horas			
F2	Baja o Rara	2 a 5 veces en 100 años	Moderadamente larga	2 a < 7 días			
F1	Muy Baja o Muy Rara	1 vez en 100 años	Larga	7 a < 30 días			
			Muy larga	> 30 días			

<sup>3</sup> Si se puede: estimar el comienzo y final y el año en que ocurre

**FUENTE (drenaje del suelo y de la tabla):** Libro de Campo para descripción y muestreo de Suelos, Versión 1.1. Centro Nacional de Suelos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales, Departamento de Agricultura de los E.U.U., Lincoln, Nebraska. Versión en Español del "Field Book for Describing and Sampling Soil", 1998, realizada por Investigadores del "Área de Cartografía de Suelos y Evaluación de Tierras". Instituto de Suelos, Centro de Recursos Naturales, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, República Argentina, 1999. Con modificaciones para el caso de esta matriz.

## EVALUACION DE AMENAZA POR FLUJOS DE LODO, TIERRA Y ESCOMBROS

FACTORES						
Puntaje	Tipo de roca o suelo	Pendiente	Relieve	Tipos de quebradas y ríos	Eventos Históricos	Proximidad a quebradas y ríos o exposición al peligro
<b>6</b>	En el sitio se observan grandes y abundantes (>30% del área) bloques redondeados de rocas (10 cm hasta > 1m), los cuales afloran en la superficie o están sobre la superficie. Los suelos tienen muy abundantes (>45%) fragmentos rocosos en su interior.	> 30% en terrenos, pedregosos o no, deforestados o con vegetación boscosa rala y/o con vegetación de raíces superficiales	El relieve es montañoso, bien abrupto, con cambios de la pendiente muy importantes o cuencas con características torrenciales (en forma de embudo o comal) o cuencas alargadas con laderas en forma de "v" o de "u"	Abundantes quebradas con actividad alta en arrastres de sedimentos y escombros durante lluvias torrenciales.	Se sabe al menos de varios eventos que han ocurrido en la zona.	La distancia del sitio al borde de la quebrada o río es inferior al ancho del cauce y la elevación sobre el nivel del fondo del cauce es inferior a dos veces la altura de la crecida normal. El sitio está dentro del área de transporte o sedimentación de los materiales removidos de las laderas, quebradas o ríos.
<b>2</b>	Indicios más peligrosos En el fondo y orillas de los ríos o quebradas, cercanos al sitio del proyecto, se observan grandes bloques redondeados de rocas. Los suelos tienen abundantes fragmentos rocosos (15 - 45%) en su interior y/o sobre la superficie.	Laderas con pendientes entre 15 y 30% (o 30 a 50% en el fondo de los valles)	Relieve colinado o Zona en pendiente alargada al pie de un volcán o en la transición entre una zona de montaña y valle o el fondo de un valle.	Zona cubierta por numerosas quebradas y antiguos cauces que no confluyen o confluyen pero que durante períodos lluviosos con lluvias intensas arrastran sedimentos y escombros pero en menor proporción.	Se sabe al menos de dos eventos que han ocurrido en la zona.	Distancia del sitio al borde de la quebrada o río es inferior al ancho del cauce, pero el sitio está en las proximidades inmediatas al área de transporte o sedimentación de los materiales removidos de las laderas, quebradas o ríos.
<b>1</b>	Indicios menos peligrosos En zonas cercanas al sitio del proyecto se observan algunos fragmentos rocosos. Los suelos tienen en su interior y/o sobre la superficie < 15% de fragmentos rocosos.	Laderas con pendientes entre 5 y 15% (o 15 a 30% en el fondo de los valles.	Relieve ondulado o alomado. Laderas de pendientes constantes.	Las quebradas siguen una dirección preferencial, sin muchos desvíos o meandros y rara vez experimentan crecidas repentinas con arrastre de sedimentos.	Se sabe al menos de un evento que ha ocurrido en la zona.	Distancia al borde de la quebrada o río es superior al ancho del cauce en al menos dos veces. La mayor parte del material ya fue removido, pero aún quedan materiales que podrían afectar levemente al sitio.
<b>0</b>	Indicios menos peligrosos No se observan bloques grandes redondeados ni en el sitio ni en las quebradas cercanas.	Menos de 5% (o 5 a 15% en el fondo de los valles.	Zona plana o encima de lomas, mesetas o colinas.	Pocas quebradas que se unen rápidamente o ríos con meandros. No hay quebradas cerca.	Ningún evento conocido en la zona.	Sitio ubicado en zonas altas y alejadas de cauces de quebradas o ríos y alejadas de laderas propicias a flujos de tierra, lodo y escombros.
<b>Calificación:</b>						
<b>Total</b>						

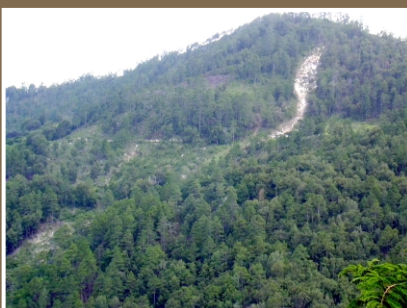
<b>Amenaza Alta -1</b>	<b>&gt; 13</b>
<b>Amenaza Media -2</b>	<b>8 a 12</b>
<b>Amenaza Baja -3</b>	<b>4 a 7</b>
<b>Amenaza Nula o despreciable</b>	<b>0-3</b>



*Colada o flujo de lodo, Jalapa*



*Colada o flujo de tierra, Jalapa*

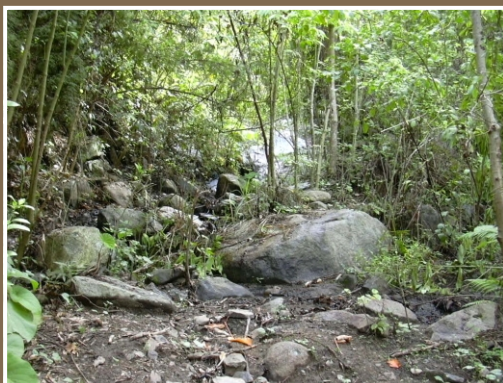


*Flujo de detritos o escombros, Macuelizo*



*Coladas de tierra, Mosonte*

Foto: COSUDE



*Colada o Flujo de Lodo: involucra volúmenes variable de material fino, con alto contenido de limos y arcillas. El alcance y la velocidad de desplazamiento están relacionadas con la pendiente del terreno y el grado de saturación de agua que tenga el suelo.*



*Colada o Flujo de Tierra: involucra volúmenes de material terroso de arenas con menos de 2 mm de diámetro que predomina sobre limos y arcillas. El alcance y la velocidad de desplazamiento están relacionadas con la pendiente del terreno y el grado de saturación de agua que tenga el suelo.*

*Depósitos de detritos, escombros o derrubios, La Pita,*

Foto: COSUDE



*Cuenca torrencial, Dipilto*

*Colada o Flujo de Detritos: Involucra volúmenes de material rocoso de diferente diámetro (gravas, guijarros, fragmentos rocosos) y escombros de árboles, con una matriz de suelo de composición variable. El alcance, velocidad de desplazamiento y nivel de destrucción están relacionados con la pendiente del terreno, grado de saturación de agua y el volumen diverso de sólidos.*

---

*Flujos Torrenciales: Están relacionados con Cuencas de pendientes muy abruptas, que tienen capacidad alta de aporte de material desplazable, por lo general (debido a su dinámica) están desprovistos de vegetación.*

---



*Coladas de tierra, Jalapa*

*Fotografías: Estudio Multiamenazas del Departamento de Nueva Segovia, INETER / AEI, 2003 - 2004.*

## EVALUACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS DE LADERA (Deslizamientos, Derrumbe o Caída de bloques)

FACTORES						
Puntaje	Litología y condiciones de la roca	Pendiente	Relieve, suelos y vegetación	Condiciones hidrologicas y meteorológicas	Frecuencia de los eventos	Ubicación
<b>6</b>	Rocas alteradas, fracturadas, estratificadas, arcillosas, meteorizadas, alternancia de materiales de distinta dureza o permeabilidad, o depósitos antiguos de material transportado. En lugar de rocas aparece en el lugar suelos arenosos o arcillosos que pueden ser transportados o formados de la alteración de la roca subyacente.	> 30% Terrenos escarpados a muy escarpados o con pendiente compleja en zonas montañosas	Terrenos cóncavos o hundidos o abombados o con abruptos cambios de pendiente en laderas con suelos profundos (> 2 m de profundidad), con escarpes recientes, grietas y árboles inclinados o caídos.	En la zona hay manantiales u ojos de agua intermitentes, o se observan en la ladera zonas húmedas con aéreas pantanosas, o el nivel freático está superficial o cambia bruscamente. Las lluvias son muy intensas y duran mucho tiempo.	Frecuentes (en 10 años al menos una vez).	El sitio está encima o muy cercano a terrenos inestables, al borde o al pie de taludes o en la zona de depósitos de los materiales (suelo, roca, etc) o en zonas con cortes de talud verticales realizados por la actividad humana.
<b>Indicios más peligrosos</b>						
<b>2</b>	Rocas poco alteradas o fracturadas, hay alternancia de materiales poco consolidados (suelos o rocas alteradas).	15-30% Terrenos moderadamente escarpados	Terrenos cóncavos o hundidos en suelos poco profundos (2 m de profundidad), pero los escarpes no son recientes y están moderadamente cubiertos de vegetación con algunos árboles inclinados.	En la zona hay evidencias de que hubieron ojos de agua o manantiales intermitentes, pero actualmente no existen o en la cabecera de las zonas húmedas hay restos de vegetación de zonas pantanosas, o el nivel freático está profundo.	Moderada (1 en 50 años).	El sitio se ubica en zonas cercanas al borde de taludes, o en la zona de depósitos de deslizamientos con moderada actividad, o en laderas modificadas por la actividad humana.
<b>Indicios menos peligrosos</b>						
<b>1</b>	Las rocas en el sitio no están alteradas, ni fracturadas, no hay alternancia de materiales	< 15% Terrenos casi planos a inclinados o lomeríos suaves	Terrenos con cambios suaves de pendientes, que están cubiertas de vegetación, árboles maduros o Terrenos utilizados con prácticas de conservación de suelos.	Son zonas sub húmedas o de Trópico seco con vegetación típica de estas. Son zonas con poca pluviosidad.	Baja, una vez en 100 años (solo con el Mitch).	El sitio está en la zona de depósitos de deslizamientos antiguos y estabilizados o cercanos a deslizamientos poco activos.
<b>0</b>		< 4% Terrenos planos a casi planos	Llanuras o mesetas con vegetación típica de la zona o con prácticas de conservación		Despreciable o Nula (1 vez en 200 años o mas).	Alejada de taludes artificiales o naturales y no hay laderas cercanas.
<b>Calificación:</b>	<b>Total =</b>					

Amenaza Alta – 1	> 13
Amenaza Media – 2	8 a 12
Amenaza Baja -3	4 a 7
Amenaza Nula o despreciable	0-3



Cuando ya existe un movimiento de ladera es muy importante observar si se han modificado los factores desencadenantes externos recientemente para interpretar sus causas. Si han existido acciones antrópicas que han generado:

- Cambio de la geometría del talud o ladera.
- Descarga del pie de la pendiente, por cortes.
- Carga en la cabeza de la pendiente
- Choques y vibraciones, puede ser por obras que se están realizando.
- Cambios del régimen hidrogeológico, si se ha modificado el sistema de drenaje natural o artificial existente (esta es la causa que hemos encontrado con más frecuencia).
- Descenso del nivel de agua (puede ser por un bombeo o drenaje).

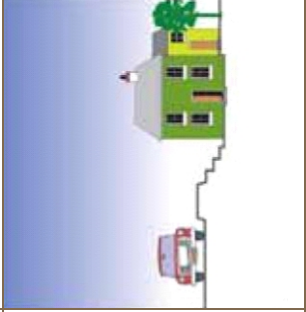
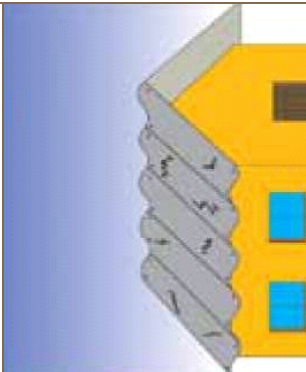


### EVALUACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN MARINA


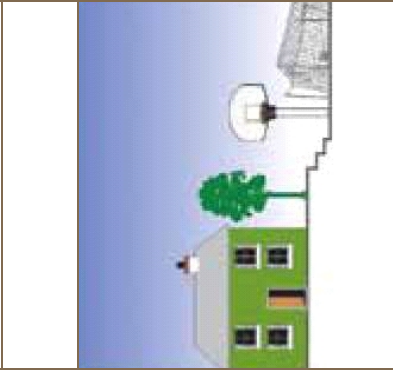
EVALUACION	INUNDACIONES MARINAS
<b>1</b>	<p>El sitio a evaluar se encuentra próximo a la línea de costa con una altura sobre el nivel del mar menor de 3.5 metros y se trata de una zona de tránsito de huracanes o donde se producen marejadas (no importa la frecuencia).</p> <p>El sitio a evaluar se encuentra próximo a la línea de costa con una altura sobre el nivel del mar de 3.5 a 5.5 metros y se trata de una zona de paso de huracanes o de marejadas con frecuencias altas (un huracán o marejada una vez cada 20 años).</p>
<b>2</b>	<p>El sitio a evaluar se encuentra próximo a la línea de costa con una altura sobre el nivel del mar de 3 a 5.5 metros y se trata de una zona de paso de huracanes o de marejadas con frecuencias medias (un huracán o marejada una vez cada 50 años).</p> <p>El sitio a evaluar se encuentra próximo a la línea de costa con una altura sobre el nivel del mar entre 5.5 y 7 metros y se trata de una zona de paso de huracanes o de marejadas con frecuencias altas (un huracán o marejada una vez cada 20 años).</p>
<b>3</b>	<p>El sitio a evaluar se encuentra próximo a la línea de costa con una altura sobre el nivel del mar mayor a 7 metros.</p>

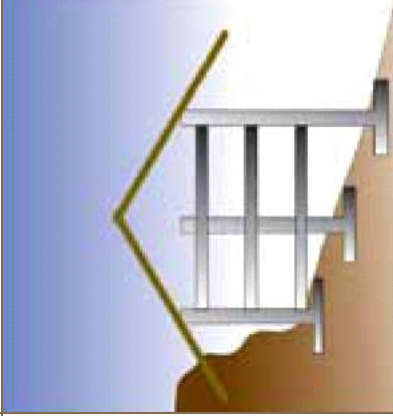

***La proximidad a la línea de costa se ha determinado que entre la zona a evaluar y el mar no existe ninguna barrera en altura, se trata de una pendientes continua. Es importante analizar también la tendencia de la erosión costera en la zona para determinar el nivel de amenaza.***

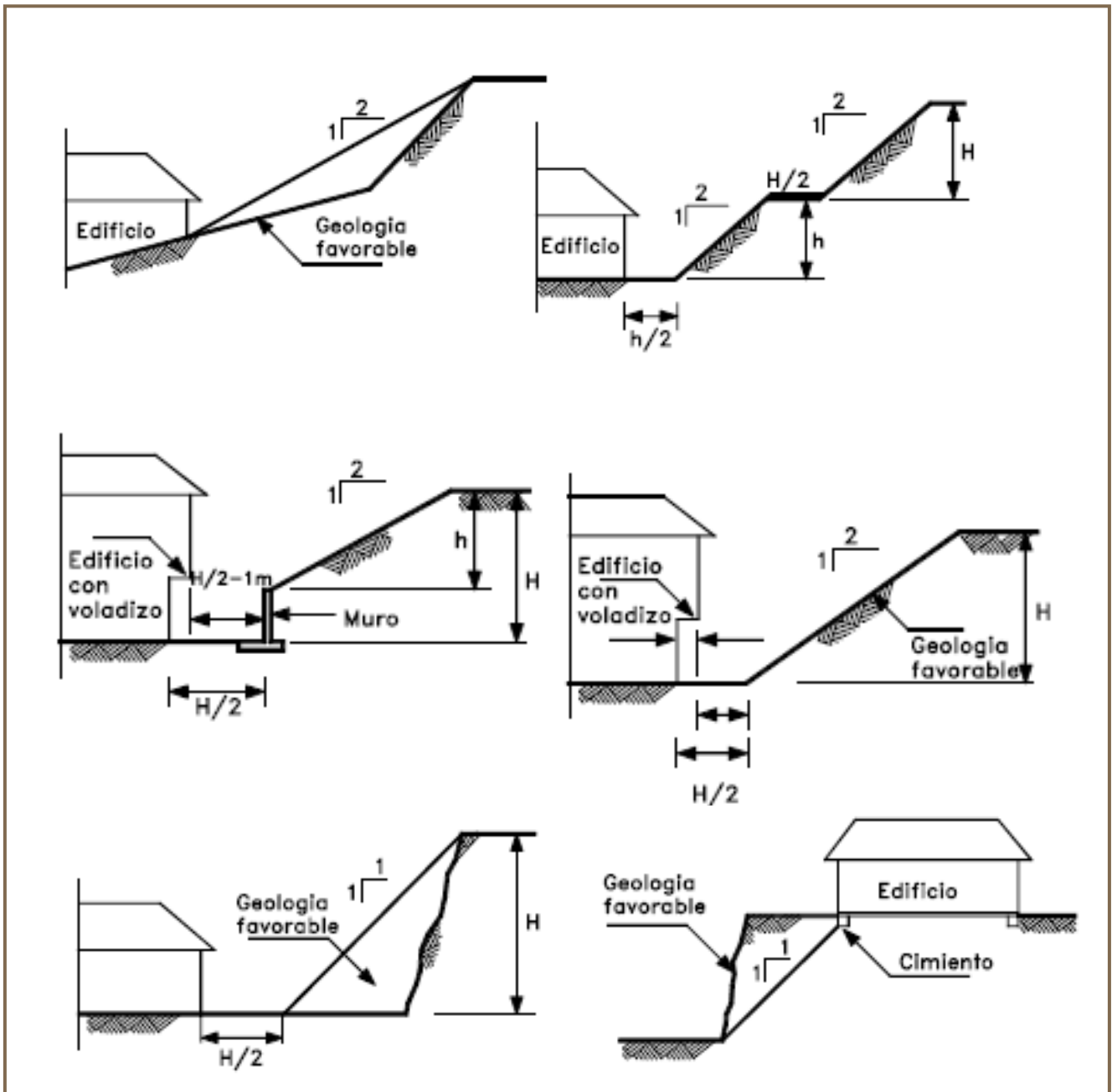
# Anexo 7

Matrices para evaluar las vulnerabilidades para edificaciones.

VULNERABILIDAD FÍSICA ANTE INUNDACIONES					
EVALUACION	COTA DE PISO DE LA CONSTRUCCIÓN	Gráfico	SISTEMA DE DRENAJE	TECHO	Gráfico
1	La cota de contrapiso o planta baja del edificio es inferior a la cota de las calles circundantes		No existe un sistema de evacuación de aguas lluvia y por la pendiente y forma del terreno se prevé que pueda haber problemas de inundación por aguas lluvia.	Es el sistema de cubierta del tipo asbesto cemento o fibrocemento o esta en mal estado, de forma que puede agrietarse fácilmente y permitir el ingreso de las aguas lluvias	
	La cota de la capa freática es superior al nivel de cimentación				
	Existen obstáculos en el edificio (muros sin drenaje, etc.) que pueden impedir el correcto drenaje de aguas lluvia.				

<p>La cota de contrapiso o planta baja de la escuela es inferior a la cota de inundación esperada o es inferior a la cota de inundación histórica.</p>		<p>El proyecto tiene un sistema de drenaje pero incompleto.</p>	<p>El techo esta en condiciones aparentemente aceptables, aunque se sospecha de posibles desperfectos.</p>	
<p>La cota de contrapiso o planta baja del edificio coincide con la cota de las calles circundantes</p> <p>La cota de contrapiso o planta baja del edificio es superior a la cota de las calles circundantes</p>		<p>Existe un canal de recolección de aguas perimetral a la construcción, cunetas o zanjas, que permita un drenaje pluvial adecuado.</p>	<p>Techo en buenas condiciones.</p>	

VULNERABILIDAD FÍSICA ANTE DESLIZAMIENTOS Y FALLAS DE TALUD			
EVALUACION	TALUDES	CIMENTACIONES	Gráfico
1	La construcción presenta un talud que no cumple con algunas de las especificaciones que aparecen en los gráficos y no tiene una obra de mitigación para prevenir una posible falla o tiene una obra sobre la que se no se tiene seguridad en el diseño. Si se trata de lutitas rojas constatar que existe drenaje y si se trata de tobas verificar la calidad de la geología.	La cimentación de la construcción se encuentra en una ladera, generando diferentes niveles de cimentación.	
2	La construcción presenta un talud que no cumple con algunas de las especificaciones que aparecen en los gráficos y presenta una obra que se puede certificar que es segura (aplicar criterios de diseño de muros y analizar el drenaje).	La construcción está sobre suelo de relleno o sobre suelo de propiedades mecánicas inferiores.	
3	La construcción presenta un talud que cumple con las especificaciones.	La cimentación y el suelo presentan características que se pueden certificar como acorde a la norma.	



Material	Propiedades	Altura del corte (mt)	Pendiente Sugerida
Roca dura			0.3 H:1V a 0.8 H:1V
Roca blanda			0.5H:1V a 1.2H:1V
Arena	Poco densa		1.5H:1V a 2H:1V
Suelo arenoso	Denso	Menos de 5	0.8H:1V a 1H:1V
		5 a 10	1H:1V a 1.2H:1V
	Poco denso	Menos de 5	1H:1V a 1.2H:1V
		5 a 10	1.2H:1V a 1.5H:1V
Mezcla de arena con grava o masas de roca	Densa	Menos de 10	0.8H:1V a 1H:1V
		10 a 15	1H:1V a 1.2H:1V
	Poco densa	Menos de 10	1.2H:1V a 1.5H:1V
		10 a 15	0.8H:1V a 1.2H:1V
Suelos cohesivos		0 a 10	1H:1V a 1.2H:1V
Suelos cohesivos mezclados con masas de roca o bloques		Menos de 5	
		5 a 10	

## VULNERABILIDAD FÍSICA Y SEGURIDAD ANTE SISMOS

***TOMAR COMO REFERENCIA LAS TABLAS QUE APARECEN EN EL MANUAL DE VULNERABILIDAD SISMICA DE COPECO.***

<b>COMPONENTE VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL Y SOCIAL</b>			
<b>EVALUACION</b>	<b>CONFLICTOS TERRITORIALES</b>	<b>SEGURIDAD CIUDADANA</b>	<b>MARCO LEGAL</b>
<b>1</b>	En el territorio donde se ubica el sitio existen conflictos o litigios de carácter territorial (municipal). O el emplazamiento del proyecto en el sitio puede desencadenar o agudizar conflictos de disputas territoriales.	El sitio se ubica dentro de zonas con altos índices de delincuencia común y/o zonas de enfrentamientos armados, secuestros, vandalismo, de forma que tal que estos hechos puedan afectar la Calidad de Vida de la Población.	El proyecto incumple normativas legales ambientales o de propiedad.
<b>2</b>	Aunque en el territorio donde se ubica el sitio existen conflictos de reclamos territoriales, pero existe consenso de la población sobre la legitimidad del emplazamiento en el territorio.	Aunque en el entorno donde se desarrolla el proyecto han existido conductas delictivas comunes, estas son aisladas y poco frecuentes. El sitio no es escenario de enfrentamientos bélicos.	El proyecto se encuentra en trámites de legalización de normativas ambientales o de propiedad.
<b>3</b>	No existen conflictos ni litigios territoriales en la zona donde se ubica el proyecto.	Existen buenas alternativas de seguridad próximas al sitio dado por la calidad social del entorno y por la posición del sitio.	El proyecto cumple con lo estipulado en el marco legal ambiental y de la propiedad.

### **3. EVALUACIÓN DE RIESGO**

Para evaluar el riesgo, se puede utilizar el método cualitativo (*ver anexo 8*) o el cuantitativo de estimación de pérdidas probables (*ver anexo 10*) según convenga al análisis que se quiera realizar.

## Anexo 8

Matrices de análisis cualitativo de riesgo de edificaciones.

### INUNDACIONES

#### ÍNDICE DE RIESGO

AMENAZA	TIPO DE VIVIENDA			
	B1	B2	B3	B4
ALTA	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO
MEDIA	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO
BAJA	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO BAJO	RIESGO BAJO

### INESTABILIDAD DE LADERA.

#### TIPO DE SOLICITUD: IMPACTO

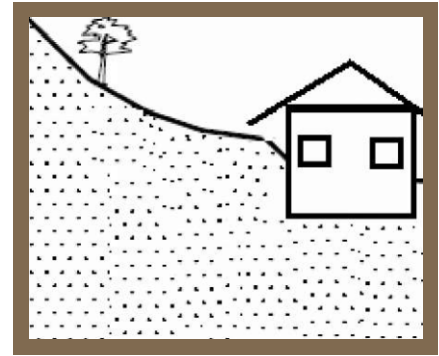
#### ÍNDICE DE RIESGO



AMENAZA	TIPO DE VIVIENDA			
	B1	B2	B3	B4
ALTA	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO
MEDIA	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO
BAJA	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO BAJO	RIESGO BAJO

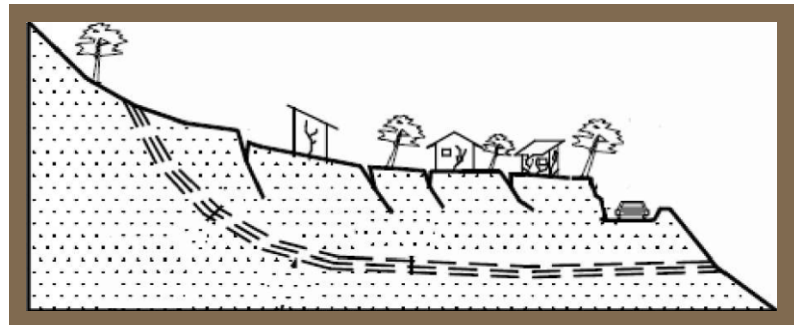
**TIPO DE SOLICITUD: EMPUJE**

**ÍNDICE DE RIESGO**



AMENAZA	TIPO DE VIVIENDA			
	B1	B2	B3	B4
ALTA	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO
MEDIA	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO BAJO	RIESGO BAJO
BAJA	RIESGO BAJO	RIESGO BAJO	RIESGO BAJO	RIESGO BAJO

**TIPO DE SOLICITUD: DESPLAZAMIENTOS LATERALES.**



**ÍNDICE DE RIESGO**

AMENAZA	TIPO DE VIVIENDA			
	B1	B2	B3	B4
ALTA	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO
MEDIA	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO
BAJA	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO

## Anexo 9

### Matrices de análisis de aspectos sociales de la reubicación.

#### EJEMPLO DE FICHA:



1.- IDENTIFICACION DE LA VIVIENDA			
DIRECCION: SECTOR		CLAVE CATASTRAL No. ASIGNADO:3	
No.1			
2.- IDENTIFICACION DEL PROPIETARIO			
NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	EDAD	PARENTESCO
HECTOR RAFAEL MONCADA	0801-1954-00678	56	PADRE
3.- IDENTIFICACION HABITANTES			
NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	EDAD	PARENTESCO
AMELIA DE JESUS VEGA		55	MADRE
BESSY MICHELL MONCADA		17	NIETA
ERICK MAURICIO MONCADA		16	NIETO

#### OBSERVACIÓN:

La casa ha sido totalmente destruída, se fue a alquilar hace 14 meses, en el sector No. 3 de la colonia Guillén.

#### RESUMEN DE LA EVALUACION

### 1.- IDENTIFICACIÓN DE LA VIVIENDA

DIRECCION : SECTOR No. 1	CLAVE CATASTRAL:	No. ASIGNADO:3

### 2.- IDENTIFICACIÓN DEL PROPIETARIO

NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	EDAD	PARENTESCO

### 3.- IDENTIFICACIÓN HABITANTES

NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	EDAD	PARENTESCO

## 1. TABLAS PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZAS

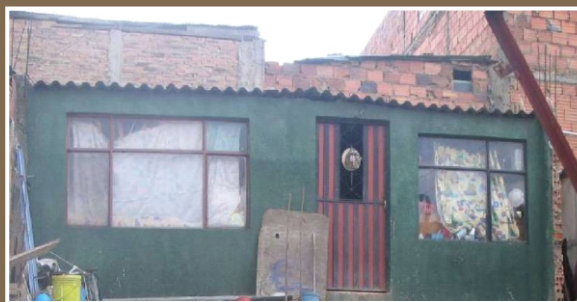
Para la evaluación de amenazas se usan las mismas tablas que para el histograma de evaluación de sitio ordinario.

## 2. TABLAS PARA LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDADES

### TIPOLOGIA DE LA VIVIENDA



**Tipología B1:** Construcciones de muy mala calidad, sin fundación ni ligazón estructural.



**Tipología B2:** Construcciones de calidad regular o mala. No tienen refuerzo estructural ni fundación adecuados.



**Tipología B4:** Construcciones de muy buena calidad, con refuerzo estructural y adecuada cimentación.



**Tipología B3:** Construcciones de calidad regular o buena, realizadas con materiales tradicionales (concreto, mampostería, hierro, etc.)

## 3. ANALISIS DE RIESGO

*Utilizar las matrices de Análisis cualitativo de riesgo (ver anexo 7)*

## 4. ACCIONES RECOMENDADAS CON CADA TIPO DE RIESGO:

RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
ALTO	Levantar ficha de la familia, recomendar para programa de reubicación temporal, aplicar plan de emergencia familiar.
MEDIO	Levantar ficha de la familia, aplicar plan de emergencia familiar, monitoreo permanente.
BAJO	Levantar ficha de la familia.

## 5. TABLAS PARA LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA REUBICACIÓN

Reubicación de familias Fecha: \_\_\_\_\_  
Boleta de flujo de caja familiar comparando sitio de partida y sitio de llegada

Indique período:

Datos semanales:

Datos mensuales:

No. Referencia de familia: \_\_\_\_\_ Moneda: \_\_\_\_\_

Nombre de Jefe(a) de hogar: \_\_\_\_\_

Sexo Jefe(a) de hogar: Femenino: \_\_\_\_\_ Masculino: \_\_\_\_\_

SITIO DE PARTIDA: \_\_\_\_\_

SITIO DE LLEGADA PREVISTO: \_\_\_\_\_

No	INGRESOS
1	Salarios por trabajo actuales mujeres
2	Salarios por trabajo actuales hombres
3	Ganancias en negocios propios actuales mujeres
4	Ganancias en negocios propios actuales hombres
5	Transferencias de gobierno (subsidios, bonos, otros)
6	Remesas de otras ciudades o del exterior
7	Pensiones, jubilaciones y otras ayudas familiares
8	Ventas de alimentos producidos en propias parcelas
9	Valor de alimentos producidos para propio consumo
14	Otros ingresos*
	<b>Total Ingresos</b>

No	INGRESOS
1	Salarios por trabajos actuales mujeres
2	Salarios por trabajo actuales hombres
3	Ganancias en negocios propios actuales mujeres
4	Ganancias en negocios propios actuales hombres
5	Transferencias de gobierno (subsidios, bonos, otros)
6	Remesas de otras ciudades o del exterior
7	Pensiones, jubilaciones y otras ayudas familiares
8	Ventas de alimentos producidos en propias parcelas
9	Valor de alimentos producidos para propio consumo
10	Salarios por nuevos trabajos previstos mujeres
11	Salarios por nuevos trabajos previstos hombres
12	Ganancias en nuevos negocios previstos mujeres
13	Ganancias en nuevos negocios previstos hombres
14	Otros ingresos probables en el sitio de llegada*
	<b>Total Ingresos</b>

No	GASTOS
21	Alimentación
22	Artículos de limpieza
22	Vivienda (alquiler, abono)
23	Leña
24	Gas
25	Electricidad
26	Agua para consumo
27	Transporte
28	Comunicaciones (teléfono fijo, celular, otros)
29	Educación
30	Salud
31	Vestimenta
32	Otros gastos*
	<b>Total Gastos</b>

No	GASTOS
21	Alimentación
22	Artículos de limpieza
22	Vivienda (alquiler, abono)
23	Leña
24	Gas
25	Electricidad
26	Agua para consumo
27	Transporte
28	Comunicaciones (teléfono fijo, celular, otros)
29	Educación
30	Salud
31	Vestimenta
32	Otros gastos*
	<b>Total Gastos</b>

Observaciones

Observaciones
---------------

COMPONENTES	EVALUACION
AMENAZA POR INUNDACIÓN	
AMENAZA POR MOVIMIENTO DE LADERA	
TIPO DE VIVIENDA	
EVALUACIÓN DE RIESGO	
VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA REUBICACIÓN	
<b>OBSERVACIONES (DESCRIBA TIPO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD, RIESGO, MEDIDAS INCLUYENDO LA VIABILIDAD DE LA REUBICACIÓN):</b>	

YO, \_\_\_\_\_ EN CALIDAD DE EVALUADOR DEL SITIO, DOY FE QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO.

Nombres y Apellidos del Funcionario que realiza la Evaluación	Firma	Fecha
Nombres y Apellidos del Funcionario que aprueba la Evaluación de sitio	Firma	Fecha

# Anexo 10

## Metodología de análisis cuantitativo de riesgo para edificaciones.

### 5.1. TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS.

Para poder calcular el índice de daño primero clasificamos la tipología de las viviendas.

Se han considerado 5 tipologías de vivienda.



Las viviendas tipo B3 son viviendas realizadas con materiales tradicionales (concreto, mampostería, hierro, etc.) que presentan fundación y algún nivel de refuerzo estructural. Estas viviendas se clasifican en tres subcategorías en base a la aplicación de la matriz de vulnerabilidad sísmica (del manual de vulnerabilidad sísmica de COPECO) en viviendas de tipo B3 con vulnerabilidad estructural alta, media o baja

## 5.2. TIPO DE SOLICITACIÓN. EMPUJE POR INUNDACIONES.

### *Nivel de intensidad Alta*

La inundación supera el metro en la zona de análisis.

Tipo de edificación					
Vulnerabilidad específica ante inundaciones	B1	B2	B3/vul. estructural alta	B3/Vul. estructural media	B3/ Vul. estructural baja
Alta	V	IV	III	II	II
Media	V	IV	II	II	II
Baja	IV	III	I	I	I

### *Nivel de intensidad Media*

El nivel de inundación oscila entre 0.5 a 1 m en la zona de análisis.

Tipo de edificación					
Vulnerabilidad específica ante inundaciones	B1	B2	B3/vul. estructural alta	B3/Vul. estructural media	B3/ Vul. estructural baja
Alta	IV	III	I	I	0
Media	IV	II	I	0	0
Baja	III	I	I	0	0

### *Nivel de intensidad Baja.*

El nivel de inundación es menor de 0.5 m en la zona de análisis.

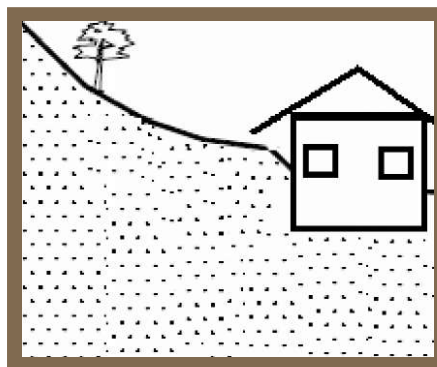
Tipo de edificación					
Vulnerabilidad específica ante inundaciones	B1	B2	B3/vul. estructural alta	B3/Vul. estructural media	B3/ Vul. estructural baja
Alta	III	II	0	0	0
Media	III	I	0	0	0
Baja	II	I	I	0	0

**5.3. TIPO DE SOLICITACIÓN. IMPACTO POR CAÍDA DE ROCA.**



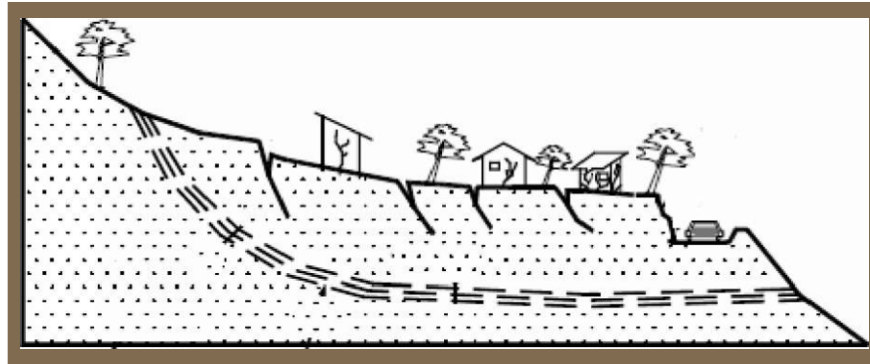
Tipo de edificación					
Intensidad	B1	B2	B3/vul. estructural alta	B3/Vul. estructural media	B3/ Vul. estructural baja
Alta (bloques mayores de 2.5 m)	V	V	V	IV	I
Media (bloques de 2.5 a 0.5 m)	V	V	IV	III	I
Baja (menores de 0.5)	V	IV	III	II	I

**5.4. TIPO DE SOLICITACIÓN. EMPUJE POR TALUD INESTABLE.**



Tipo de edificación					
Vulnerabilidad específica ante movimientos de ladera/	B1	B2	B3/vul. estructural alta	B3/Vul. estructural media	B3/ Vul. estructural baja
Alta	V	V	V	II	I
Media	V	V	IV	II	I
Baja	V	IV	III	II	

**TIPO DE SOLICITACIÓN. DESPLAZAMIENTO LATERAL POR MOVIMIENTO DE LADERA.**



Tipo de edificación					
Vulnerabilidad específica ante movimientos de ladera/	B1	B2	B3/vul. estructural alta	B3/Vul. estructural media	B3/ Vul. estructural baja
Alta	V	V	V	V	V
Media	V	V	V	V	IV
Baja	IV	IV	IV	IV	IV

**5.5. CÁLCULO DE PÉRDIDAS PROBABLES.**

Las pérdidas probables para el escenario considerado se obtienen de a partir del índice de daño. En base al índice de daño se selecciona un porcentaje de afectación que llamamos índice de vulnerabilidad física. Multiplicando el índice de vulnerabilidad física por el valor de la edificación en el monto del estudio se obtiene un valor aproximado de las pérdidas probables. Estos valores son indicativos y permiten hacer un análisis de costo beneficio a nivel de preinversión de las medidas de mitigación propuestas.

Índice de Daño	ÍVF
I	0.00 - 0.15
II	0.15 - 0.35
III	0.35 - 0.65
IV	0.65 - 0.85
V	0.85 - 1.00

Pérdidas probables = valor del edificio x IVF.

**Ejemplo:**

En la zona de análisis se tiene un escenario probable de inundación con una altura estimada de un metro. El tipo de vivienda es B3 y al aplicar la matriz de análisis de vulnerabilidad estructural obtenemos un valor de vulnerabilidad alta. La vulnerabilidad específica el edificio ante inundaciones es media.

Aplicando la matriz para inundaciones mayores de 1 metro:

Tipo de edificación					
Vulnerabilidad específica ante inundaciones	B1	B2	B3/vul. estructural alta	B3/Vul. estructural media	B3/ Vul. estructural baja
Alta	V	IV	III	II	II
Media	V	IV	II	II	II
Baja	IV	III	I	I	I

Cruzando ambos valores obtenemos un valor de índice de daño de II. Esto equivale a una vulnerabilidad física entre 0.15 a 0.35. Acá interviene el criterio del especialista a la hora de definir el índice exacto. En este caso optamos por un índice de 0.2.

Considerando que el valor del edificio es de 300,000 Lempiras calculamos:

$300,000 \times 0.2 = 60,000$  Lempiras son las pérdidas probables.

# Anexo 11

## Análisis preliminar de escenarios de riesgo y desastre.

### Análisis preliminar de escenarios de riesgo y desastre.

#### Descripción general del instrumento metodológico:

##### Procedimiento:

**Paso 1:** En base al mapeo de actores del municipio identificar los distintos grupos de interés. Se recomienda hacer un ejercicio rápido con un grupo focal para identificar los escenarios de riesgo, principalmente territorios, procesos escenarios y actores. Con este primer grupo focal donde pueden estar autoridades locales y representantes de sectores sociales y económicos representativos se cubre la matriz adjunta. El llenado de la matriz se hace en plenaria y puede tomar 1 hora y 30 minutos. Al cubrir la matriz estamos identificando cuales son los principales actores que deberán estas representantes en el taller de consulta. Hay que incluir en la convocatoria la perspectiva de género. Se anexa un ejemplo de matriz de análisis rápido de escenario de riesgo elaborada en el municipio de Jutiapa, Atlántida. En esta etapa es muy importante tratar de identificar conflictos existentes entre los actores.

Amenaza	Zona afectada	Procesos	Actores
Inundaciones Fluviales (crecidas del río Papaloteca)	Sector norte o de la planicie costera. Comunidades vulnerables de: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Way</li> <li>2. La Ocho de Mayo</li> <li>3. El Zapote</li> <li>4. El Edén</li> <li>5. El Diamante</li> <li>6. La Bomba</li> <li>7. Nueva Armenia</li> <li>8. Salado (Nicaragua)</li> <li>9. Venus (La Curva)</li> <li>10. Papaloteca - El Esfuerzo</li> <li>11. Jigua</li> <li>12. Nueva Esperanza</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación de los asentamientos humanos en la planicie de inundación</li> <li>• Asolvamiento de cauce del río, por erosión y deforestación (1) aguas arriba.</li> <li>• Agricultura en la parte alta de la cuenca.</li> <li>• Explotación agrícola en la parte alta de la cuenca.</li> <li>• Ganadería en la parte alta de la cuenca.</li> <li>• Falta de regulación de las obras de mitigación. (2)</li> </ul>	<u>Actores Locales</u> Municipalidad (3) / CODEM / CODEL / Comunidades ubicadas en zonas de inundación. Representantes de grupos de mujeres. Ganaderos ubicados en la cuenca. Productores agrícolas ubicados en la cuenca. Dueños de tierras en la parte baja de la cuenca. Actores privados que han construido obras de protección. <u>Actores Externos</u> INYPSA/PROCORREDOR (4) CDH/AeA (5)

##### Notas:

- (1) *Las causas de la deforestación de la zona se debe a la agricultura migratoria, expansión de ganadería y la explotación ilegal de la madera.*

- 1) Las obras estructurales de bordos de contención que se han construido en las márgenes del río Papaloteca protegen solamente asentamientos humanos del casco municipal y no la parte baja del municipio.
- 2) La municipalidad, con fondos de PROCORREDOR, está desarrollando la acción Gestión de riesgos, reducción de vulnerabilidad y manejo ambiental en la cuenca del Río Papaloteca. Beneficiando a todas las comunidades mencionadas en el cuadro.
- 3) La empresa consultora INYPSA, con fondos de PROCORREDOR, está ejecutando el proyecto de elaboración de Planes Estratégicos de Desarrollo Municipal con enfoque en Ordenamiento Territorial.
- 4) El Centro de Desarrollo Humano (CDH, con fondos de Ayuda en Acción (AeA), iniciará la ejecución del proyecto Seguridad Alimentaria y Gestión del Riesgo beneficiando a las primeras cuatro comunidades de la columna de Zona Afectada.

**Paso 2:** Convocar a un taller tratando que haya representación de los distintos grupos de interés del municipio. Es importante que haya grupos de mujeres y de jóvenes y que estén representados los distintos grupos étnicos. En el ejemplo adjunto vemos que debemos invitar a representantes de todos los grupos de actores identificados.

**Paso 3:** En el taller realizamos una agrupación que consideremos conveniente, siempre manteniendo grupos de hombres y mujeres. Cada grupo elaborará el mapa del municipio identificando los recursos existentes: Fuentes de agua, uso actual del suelo, diversidad de cultivos, zonas productivas, definir colindancias con comunidades, determinar zonas de amenaza (zonas de deslizamiento, zonas inundables, otras), ubicación y caracterización de la infraestructura principal. En el caso de que existan potenciales conflictos entre los grupos es importante definir una estrategia de abordaje, inicialmente se puede convocar a los grupos en conflicto por separado.

Señalar las zonas de crecimiento del municipio.

**Paso 4:** Identificar las zonas que fueron afectadas por desastre recientes. Tratar de clasificarlas por grado de afectación. Hacer un pequeño censo final de número de casas afectadas.

**Paso 5:** Identificar viviendas que corresponden a reubicaciones (por afectación de viviendas en otros eventos), así como también, las zonas que pudieran haber sido seleccionadas para ser relocalizadas- escenarios de recuperación

**Paso 6:** Identificar los posibles impactos del cambio climático y los desastres naturales sobre las viviendas, infraestructuras y ubicación de las zonas de cultivo preguntando al grupo ¿que puede pasar si..? Preguntar al grupo cuales pueden ser las estrategias de adaptación.

**Paso 7:** Se solicita a un/a participante de cada grupo a que realice la presentación del trabajo realizado.

**Paso 8:** Discutir el resultado con los participantes.

**Nota:** Es importante triangular los resultados entre hombres y mujeres. Muchas veces los hombres identifican mejor las pérdidas de los cultivos y las mujeres identifican con mayor precisión las pérdidas en los hogares.

Al final de esta actividad los facilitadores tienen que responder las siguientes preguntas:

¿Qué grupos sociales del municipio son más vulnerables a los desastres? ¿Cómo viven personas y como han sido afectados de la tercera edad, los niños, niñas, jóvenes, personas discapacitados (as) y mujeres solteras? Escribir preguntas y respuestas en papelgrafo.

#### **Alguna de la información que queremos obtener del mapa comunitario:**

- Zonas más afectadas por desastre y Población afectada
- Localizar donde los grupos con necesidades especiales están en el mapa.
- Proyectar las zonas/ comunidades que son multi-amenaza
- Datos y zonas de medios de producción
- Simbología: resaltar la alta vulnerabilidad
- Infraestructura crítica: bordas, malecones, muros,
- Priorización de zonas afectadas.
- Zonas de drenaje natural.
- Tipo de suelo y los cultivos producidos (si el municipio tiene zonas agrícolas)
- Los recursos marinos (si el municipio es costero)
- Caminos y calles principales y más transitables

Es importante identificar las capacidades del municipio. Para esto se puede elaborar otro mapa de capacidades si el mapa de amenazas, vulnerabilidades e impacto esta muy cargado.

Tras la elaboración del mapa pasamos a llenar la tabla adjunta siempre por grupos de interés:

Ejemplos de amenazas	Ejemplos de amenazas	Tiempo de Alerta	Intensidad de Daños	Frecuencia o recurrencia	Elementos expuestos, danos y pérdidas.	Actores afectados	Actores/Procesos involucrados en la construcción de riesgo	Actores y acciones de recuperación en curso.
<p><b>NATURALES</b> Terremotos Maremotos Erupciones Volcánicas</p> <p><b>SOCIONATURALES</b> Deslizamientos Inundaciones (pluviales, desborde de ríos especificar)</p> <p>Sequía Plagas</p> <p><b>ANTRÓPICAS</b> Incendios Contaminación (especificar) Deforestación Violencia</p>	<p><b>NATURALES</b> Terremotos Maremotos Erupciones Volcánicas</p> <p><b>SOCIONATURALES</b> Deslizamientos Inundaciones (pluviales, desborde de ríos especificar)</p> <p>Sequía Plagas</p> <p><b>ANTRÓPICAS</b> Incendios Contaminación (especificar) Deforestación Violencia</p>	<p>¿Cuánto tiempo tiene la comunidad para darse cuenta de la amenaza? ¿Cómo se da cuenta?</p>	<p>¿Cuáles son los daños provocados? Describir la intensidad</p> <p>1. Bajo 2. Medio 3. Alto</p>	<p>¿Cuál es la frecuencia o recurrencia de esta amenaza? Anual, cada invierno/verano, 5 años etc)</p>	<p>Personas, infraestructuras o áreas de cultivos que pueden ser afectados por la amenaza. Danos y pérdidas generados por desastres en los medios de vida, vivienda, infraestructura y medio ambiente.</p>	<p>¿Quiénes son las personas más afectadas?, ¿Donde se encuentran? Lo Ideal es identificar número de familias por zona.</p>	<p>¿Cuáles son los procesos, factores o actores involucrados que lideran el desarrollo pero que también incrementan el riesgo?</p> <p>Procesos/actores económicos Factores físicos (exposición, vulnerabilidad física) Procesos/actores políticos, de gobernabilidad (estructura y mecanismos de decisión, descentralización, política, situación política) Mandato, marco normativo, institucionalidad Procesos/actores institucionales y sectoriales Capacidades Otros</p>	



Ayuda Humanitaria  
y Protección Civil



*Al servicio  
de las personas  
y las naciones*

La reproducción de este Manual ha sido posible gracias al financiamiento del Programa de Preparación ante Desastres de la Oficina de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea en el marco del Proyecto Multipaís DIPECHO Nación ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).