
COMPONENTES BÁSICOS DEL RIESGO DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

El Concepto de Riesgo

La definición de riesgo, su conceptualización y teorías básicas no deben ser un tema de sofisticación, al contrario deben constituirse en una herramienta básica para cada uno de los actores que participan en el proceso de su reducción. Todas las personas en forma cotidiana, consideran éste concepto, ya sea en forma explícita o implícita, o bien en forma consciente o inconsciente. El concepto del riesgo a desastres, es la extrapolación de la noción cotidiana del riesgo, a un caso extremo.

Si se entiende un desastre como un conjunto de pérdidas tan grandes que un grupo social no es capaz de absorber, enfrentar y recuperarse, empleando sus propios recursos y reservas, y se concibe el riesgo como la probabilidad de pérdidas futuras; entonces el riesgo a desastres, será la probabilidad de pérdidas y daños futuros a niveles tan grandes que un grupo social no es capaz de absorberlas, enfrentarlas y recuperarse, empleando sus propios recursos y reservas. En otras palabras, es la probabilidad de grandes pérdidas para un grupo social.

Esta definición implica que exista un sistema que sea susceptible de tener esas pérdidas y por consiguiente algo que lo pueda dañar, de lo cual se derivan los conceptos de amenaza y vulnerabilidad. La amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o antropogénico (originado por la actividad del hombre) capaz de producir daño, definido en tamaño y espacio. Y la vulnerabilidad es la predisposición de un sistema a ser dañado por determinada amenaza. La vulnerabilidad está íntimamente ligada a nuestra actividad humana, la forma en la que ocupamos el territorio, la forma en la que construimos nuestras casas y demás obras.

Además de las características físicas del sistema o elemento, hay otros factores que pueden incrementar las condiciones de vulnerabilidad. Por ejemplo para una comunidad pueden ser la edad (niños y ancianos son mas vulnerables que el resto), la salud (una comunidad desnutrida es mas vulnerable que otra que no lo está), etc. Otro ejemplo, si suponemos la posibilidad de que dos viviendas iguales sean destruidas, el impacto no será el mismo para una de las familias que puede pagarse una casa nueva, mientras que la otra no.

Los términos amenaza y vulnerabilidad no existen en forma independiente, pues son situaciones mutuamente condicionantes, porque en el sentido estricto, ambas deben existir en el mismo lugar y al mismo tiempo. Conceptualmente el riesgo puede expresarse como una función de la amenaza y la vulnerabilidad así.

$$R = f(A, V)$$

Donde R, es el riesgo, f, es la representación formal de la función, A, es la amenaza y V, es la vulnerabilidad

El anterior es un modelo general, que incluye en su definición la condición de que si se incrementa la amenaza o la vulnerabilidad, se incrementa el riesgo. La forma específica en que se relacionen no queda definida, sin embargo durante décadas se han propuesto modelos específicos que relacionan las variables de amenaza y vulnerabilidad en determinada forma, o bien otros que incluyen o disgregan otras variables, por ejemplo:

R = Amenaza X Vulnerabilidad (Wilches-Chaux, Los Desastres No Son Naturales, 1993)

R = Amenaza X Vulnerabilidad X Exposición (Wilches-Chaux, Los Desastres No Son Naturales, 1993)

R = Amenaza X Vulnerabilidad / Capacidades (EIRD, Living With Risk, 2003).

La importancia de esta concepción del riesgo, es que si se conoce y se considera como un proceso o condición del cual se derivan los desastres, entonces se estará en la posibilidad de prevenir y reducir los mismos.

Importancia del problema del riesgo a desastres

El riesgo a desastres es un problema de gran importancia. Los desastres, de hecho, se definen por ser un impacto muy profundo en una comunidad, en un país y en general en una sociedad. Por ejemplo, el terremoto del 4 del febrero del 1976, causó más de 23,000 muertos y en algunos poblados la mayoría de las casas fueron destruidas

Además del impacto directo de los desastres (muertes, pérdidas de bienes, etc.), existe toda una cadena de "impactos indirectos" cuyas consecuencias son más difíciles de entender y evaluar, pero que sin duda son también muy importantes.

Los logros alcanzados por una comunidad gracias a décadas de esfuerzo y trabajo se pueden perder en un solo desastre. Los objetivos de desarrollo que las autoridades y en general los habitantes se han propuesto, pueden volverse inalcanzables debido al impacto de un desastre. Por eso el riesgo a desastres debe ser considerado como un problema que debe evaluarse y resolverse en la medida de su importancia y de los medios de que se dispone para esto.

La valoración del riesgo: que pérdidas y para quién

El riesgo a desastres no puede verse únicamente en términos de pérdidas económicas (considerando que prácticamente todo lo material puede traducirse fácilmente en dinero), existe además el riesgo de perder la vida o de perder la calidad de vida que se ha logrado a través de varios esfuerzos y procesos de desarrollo.

El riesgo en una concepción general es la probabilidad de cierta cantidad de pérdidas dentro de algún sistema para un periodo de tiempo dado. Surgen entonces en forma natural varias preguntas: ¿Qué tipo de pérdidas?, ¿pérdidas para quién y que representan? Los riesgos pueden agruparse conceptualmente según los siguientes criterios:

Por el tipo de relación causa impacto

Por impacto directo del desastre, se consideran dos grandes categorías de pérdidas: a. pérdida de vidas humanas y heridos, (que se puede cuantificar como el número de muertos y heridos) y b. pérdidas de bienes (que se puede cuantificar como valor en dinero). Estos son parámetros medibles y que pueden dar una idea de la importancia del impacto, sin embargo no son representativos de la gran complejidad y diversidad de implicaciones que tiene un desastre sobre un sistema (e. g. la sociedad guatemalteca). Estas otras implicaciones es lo que se considera como el impacto indirecto del desastre, que reúne dos grandes categorías: las pérdidas en la calidad de vida de las personas y las pérdidas de producción en el tiempo (costo de oportunidades) debido a las pérdidas en la capacidad productiva. Estas dos categorías, requieren de un completo entendimiento del contexto nacional y un profundo análisis de las interacciones entre subsistemas que han sido afectados (e. g. daños en el sistema eléctrico que a su vez implican pérdidas para empresas y trabajadores que hacen uso de la misma). Por ejemplo al destruirse la única escuela de una comunidad no sólo se pierde el valor del edificio, sino también se pierde la educación de los niños y todo lo que esto implica a futuro, hasta que no se reponga la escuela y se reinicie el proceso de educación.

Por la consideración del sistema que impacta

No es lo mismo el riesgo para la nación que para un grupo social, la familia o el individuo. Consideramos el riesgo a dos grandes niveles: el riesgo que corre la población a nivel individual y el riesgo que corre la nación en forma colectiva. Es imposible separar y aislar ambos conceptos, ya que existe una estrecha interdependencia entre ambos tipos de riesgo, aquello que afecta a los individuos, al acumularse sobre un gran número de ellos afecta a todo el país y viceversa, aquello que afecta al país como un todo, afecta a todos y cada uno de los individuos. Sin embargo para fines de análisis se hace esta separación.

El riesgo que corre la población puede expresarse en términos de pérdida de la vida, de sufrimiento y de pérdida de bienestar económico. Dependiendo de la extensión de las pérdidas en cada ámbito, así será su importancia para el país. Podría cuantificarse sobre la base de indicadores, como la probabilidad de muerte para el individuo o para los integrantes de una comunidad, la probabilidad de pérdidas para la economía familiar o comunitaria, la disminución de los indicadores del nivel de vida de los pobladores de una comunidad, etc.

El riesgo que corre el país es algo que trasciende al individuo, tratándose básicamente de aquello que puede afectar negativamente el funcionamiento del país como un todo. Es aquel impacto que no nos permite o que dificulta alcanzar las metas nacionales. Se consideran los riesgos de pérdidas para los grandes sistemas nacionales: el bienestar social, la economía nacional, el sector productivo, etc. En este caso hay que considerar los efectos sobre el país en términos de parámetros globales, por ejemplo: el porcentaje de pérdidas del PIB, la tasa de mortalidad relacionada, el porcentaje de los medios de producción perdidos, el aumento en la tasa de inflación, etc.

Gestión de Riesgo a Desastres

¿Qué es la gestión del riesgo a desastres?

Concebimos la Gestión del Riesgo como “conjunto de políticas, decisiones administrativas y actividades operativas que aplicadas antes, durante o después de los desastres, tienen por finalidad evitar la ocurrencia de los mismos o reducir sus consecuencias” (UNDRO, 1989). En forma explícita, lo que se gestiona es la reducción del riesgo.

El proceso de gestión de riesgo a desastres.

Entendido lo anterior, la gestión de riesgo a desastres puede concebirse en términos más generales como un proceso de cambio social dirigido, el cual tiene la siguiente lógica; plantearse la pregunta de ¿cómo estamos?, luego compararlo con el “cómo queremos estar”. Del análisis de las condiciones del problema, plantearse ¿qué cosas y cómo debemos hacerlas para estar como queremos? y por último ejecutar esas acciones planteadas.

Resulta importante mencionar que este es un proceso que inicia “de hecho” y en distintos niveles del pensamiento. Todas las personas en forma consciente o inconsciente gestionan la reducción del riesgo al que están expuestas cada día. Por ejemplo, hay quienes consideran que para ellos es demasiado riesgoso tomar un autobús urbano a las diez de la noche en la ciudad de Guatemala y por eso pueden decidir sobre varias opciones; si tienen oportunidades comprarán un carro, si tienen menos quizás paguen un taxi cuando deban salir a esas horas y si no, simplemente harán todo lo posible por no estar nunca a las diez de la noche en la ciudad capital. Debido a su importancia, a continuación se describen cada uno de los componentes del proceso.

¿Cómo estamos?: la probabilidad de pérdidas.

Para contestar esta pregunta es necesario seguir una serie de pasos. Primero definir el sistema o elemento sujeto de análisis, segundo identificar y caracterizar las amenazas que pueden ocurrir, y por último evaluar las condiciones de vulnerabilidad ante estas amenazas.

Definir sistema o elemento a analizar.

El sistema siempre será un sistema social. Por ejemplo, para un jefe de hogar ese sistema puede ser su familia, mientras que para un gobierno puede ir desde una comunidad hasta la nación. En el caso de un gerente puede ser la fábrica que dirige. La elección del sistema depende de los objetivos del análisis, los cuales dependen de las funciones y competencias de la persona o institución que hace dicho análisis. El Gobierno Central debería ocuparse de analizar el problema del riesgo, considerando el sistema en riesgo como la Nación entera.

Identificar y caracterizar las amenazas que pueden ocurrir.

La identificación pretende dar noción de si una amenaza puede ocurrir o no en un lugar determinado y si pudiera llegar a afectar ese sistema que será analizado. La forma más común de realizar este proceso es por medio de la experiencia o por la relación con experiencias en otros sitios. En este caso, la participación de la población es de mucho valor.

La caracterización por otro lado, pretende llegar a un mayor detalle y responder preguntas como ¿Qué tan frecuente y grande es la amenaza?, ¿Qué áreas específicas puede afectar?, ¿Cómo se comporta? y ¿cuales son sus causas?. Este suele ser un campo de acción donde se requiere la participación de técnicos especializados.

Evaluar (valorar) las condiciones de vulnerabilidad ante estas amenazas.

La evaluación de las condiciones de vulnerabilidad dependerá en principio de la amenaza considerada. Por ejemplo, la estructura de una vivienda no es un factor determinante de la vulnerabilidad ante una sequía, mientras

que si lo es ante un sismo. A la inversa la dependencia en la agricultura cómo medio de subsistencia si es un factor determinante de la vulnerabilidad ante una sequía, mientras que no lo es ante un sismo. Aunque existen numerosas opiniones y teoría sobre cómo pueden agruparse las vulnerabilidades, en términos generales agruparse en: biológicas, estructurales, económicas y sociales.

La vulnerabilidad estructural se refiere a la incapacidad de una estructura de soportar una determinada amenaza. Por ejemplo si una casa puede soportar un determinado sismo, si un puente puede soportar determinada crecida, etc.

La vulnerabilidad económica se refiere a la incapacidad de un grupo social (o incluso un individuo) de absorber y reponerse económicamente de un desastre. Es la susceptibilidad de la economía a ser impactada por el desastre, esto incluye la capacidad de la economía para absorber y reponerse de ese impacto.

La vulnerabilidad social se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad. Una comunidad es socialmente vulnerable en la medida en que las relaciones que vinculan a sus miembros entre sí y con el conjunto social se van perdiendo. Esta relacionada a la ausencia de liderazgo efectivo en una comunidad, el descubrimiento de los valores de autonomía, de solidaridad, de dignidad y de trascendencia, que contribuye a forjar la identidad individual y social de la comunidad y de sus miembros. Se relaciona con la organización, las relaciones sociales y las conductas individuales y colectivas que favorecen una mayor exposición frente a una amenaza. Se convierte en una incapacidad para prevenir, mitigar o responder a una situación de desastre.

Compararlo con el cómo queremos estar: riesgo aceptable.

Dentro del proceso ya mencionado, este es un punto crítico. El proceso de gestión de riesgo puede ser considerado como un proceso de toma de decisiones, en el cual se decide sobre que camino seguir frente a un determinado problema y todas las posibles opciones de solución. Las opciones de solución pueden implicar aspectos negativos. Las desventajas y costos que siempre implican las soluciones al problema pueden valer más que los aspectos negativos del problema mismo, por ejemplo el uso de unos determinados recursos que son limitados, la pérdida de producción y la interrupción de procesos sociales en una comunidad que se traslada, etc. La decisión sobre que opción es mejor, depende de la forma en la que se valoran tanto los aspectos positivos y negativos, relativos al problema y a las opciones de solución; ese análisis y valoración pueden ser poco claros y por lo tanto se necesita tener algunos criterios generales que guíen el proceso de selección. Estos criterios son los ayudan a definir al final si el riesgo, contextualizado dentro del resto de la problemática que enfrenta el sistema en riesgo, y comparado con los costos de las opciones de solución, es o no aceptable. Esta referencia de la aceptabilidad del riesgo le llamaremos "riesgo aceptable". Una vez definido el riesgo aceptable, este se constituye en una meta, que para alcanzarla es necesario asignar recursos.

Para definir la aceptabilidad del riesgo, este puede compararse con los riesgos que la sociedad en general considera aceptables en forma tácita, como por ejemplo los riesgos cotidianos. Sin embargo al momento de "racionalizar" y expresar en forma explícita esos riesgos, suele ocurrir que al tomarse conciencia del riesgo se "vuelve" inaceptable. Por otro lado, quedan también abiertas interrogantes sobre la responsabilidad que se asume al fijar y aceptar estos criterios, tanto por parte de los analistas del riesgo como por las personas en riesgo. La aceptabilidad del riesgo está confinada y limitada por las opciones reales a las que se tiene acceso para reducir el riesgo. La reducción del riesgo es un proceso que requiere invertir un gran esfuerzo y muchos recursos, incluyendo desde luego el recurso tiempo; desde esa perspectiva pueden considerarse los niveles de riesgo aceptable como aspectos del desarrollo, de tal forma que al avanzar hacia una sociedad más desarrollada, la aceptabilidad del riesgo avance también hacia niveles mayores. Es decir podemos pensar que como parte del desarrollo humano y social, se esperaría que la sociedad y el estado se vuelvan menos tolerantes al riesgo (se valore más lo que puede perderse y se tenga más recursos para protegerlo) y por lo tanto el riesgo aceptable sea "mayor". Esto en último término significa una sociedad más segura.

Indudablemente la fijación de estos límites o referentes no está exenta de problemas y limitaciones, y estará sujeta siempre a una agitada polémica, sobre todo por su dependencia de la valoración de cosas como la vida humana, etc. Sin embargo su definición de la manera más objetiva posible, es esencial para poder tomar las mejores decisiones.

Análisis de las condiciones que nos hacen estar de esta forma: relaciones causa y efecto de construcción del riesgo.

En la búsqueda de una solución a largo plazo, es necesario conocer las causas fundamentales que lo originan. Un ejemplo claro es el del componente de vivienda dentro del riesgo sísmico en Guatemala, véase a través de una serie de preguntas.

Pregunta: ¿Cuál fue la principal causa de que se murieran cerca de 23,000 personas?

Respuesta: Que un gran número de viviendas de adobe colapsaron sobre sus habitantes mientras esto dormían en su interior.

Pregunta: ¿Por qué colapsaron estas viviendas?

Respuesta: La estructura de la viviendas fue incapaz de resistir las cargas producidas por el sismo.

Pregunta: ¿Por qué la estructura no resistió?

Respuesta: Debido a que ni la estructura ni los materiales con los que se construyeron las viviendas fueron concebidos para resistir las cargas producidas por el sismo.

Pregunta: ¿Por qué no se concibieron estructuras ni materiales que pudieran resistir las cargas producidas?

Respuesta: Porque la persona no tenía el conocimiento necesario para construir una vivienda sismorresistente.

Respuesta: Porque la persona no se asesoró de una persona que tuviera el conocimiento adecuado.

Pregunta: ¿Por qué la persona no tenía el conocimiento necesario para esto?

Respuesta: Porque no tenía acceso a capacitación.

Respuesta: Porque no creyó necesitarla.

Pregunta: ¿Por qué la persona no se asesoró de una persona que tuviera el conocimiento adecuado?

Respuesta: Porque no había quien lo asesorara.

Respuesta: Porque no tenía dinero para pagarle.

Pregunta: ¿Por qué no usó materiales resistentes?

Respuesta: Porque no consideró que los necesitara.

Respuesta: Porque no tenía acceso a ellos.

Pregunta: ¿Por qué no tenía acceso a materiales resistentes?

Respuesta: Porque no tenía dinero para comprarlos.

Etc.

Este proceso permitirá llegar a la raíz del problema y atacarlo desde allí. Se puede formular un planteamiento de que cosas hay que hacer. Como parte del análisis surgen preguntas sobre quien es el responsable de cada acción que debe realizarse para solucionar el problema. Los responsables de estas acciones se encontrarán en el gobierno y en general en la sociedad.

¿Qué cosas y cómo debemos hacerlas para estar cómo queremos?: planteamiento de la solución.

Haciendo un breve análisis del ejemplo anterior, fácilmente se puede entender que la solución al problema del riesgo a desastres es compleja. Considerando que en la mayoría de las ocasiones, así como la construcción del riesgo obedece a un proceso social, la solución escapa a las posibilidades de control del individuo que puede ser afectado. Por consiguiente, existe un grado de responsabilidad en cada actor de la sociedad para la solución de este problema.

Plantear opciones de solución.

Cómo ya se mencionó de la determinación de la cadena de causas y efectos pueden salir en forma directa las cosas que hay que hacer. Sin embargo esto es solo la mitad del camino. Del ejemplo anterior, es relativamente simple ver que lo necesario es que las personas construyan de forma adecuada sus viviendas. Pero para eso mismo hay una serie de opciones, que van de lo restrictivo a lo propiciativo. Cómo la vivienda es una necesidad legítima de cualquier persona, las medidas restrictivas no pueden por sí solas solucionar el problema, por ejemplo normas que digan cómo y donde construir. Estas medidas deben ir acompañadas de opciones que se le pueden brindar a la población para que puedan implementar la solución propuesta, por ejemplo subsidios parciales, incentivos fiscales, etc. De lo contrario, medidas tales como normas y prohibiciones simplemente serán violadas.

Análisis de valoración y comparación del problema y las opciones de solución

Al analizar y evaluar el problema de riesgo, se deben considerar muchos aspectos del problema y las respectivas opciones de solución. En general son aspectos importantes los siguientes: la dimensión del posible impacto (cuanta gente podría morir, cuantos bienes se pueden perder, etc.), la urgencia de solucionar el problema (de cuanto tiempo se dispone y que tan pronto se cree que pueda suceder), la incertidumbre en el entendimiento del problema (que tan seguros estamos de lo que puede suceder), el impacto negativo y los costos de implementar cualquiera de las posibles opciones de solución. La forma en que cada elemento se valora dependerá de criterios técnicos, científicos, legales, sociales y en general deberán corresponder a los principios de la sociedad

Por ejemplo, una comunidad que ha sido afectada por un flujo de lodo y piedras. En este caso las opciones de solución para que el desastre no vuelva a suceder puede comprender la concienciación de la población de que el flujo puede volver a ocurrir, la implementación de un sistema de alerta temprana, la realización de obras para el control de crecidas y sedimentos, incluso el traslado de la misma. Ahora toca evaluar los recursos disponibles y las limitantes para cada una de las alternativas planteadas, claro está que paralelo a esta labor la búsqueda misma de recursos es vital.

Dentro de este proceso de valoración y comparación de opciones se debe empezar por considerar la factibilidad de cada opción desde distintas perspectivas. La factibilidad económica considera a la relación costo beneficio de las soluciones planteadas y la disponibilidad de capital para realizarlo. La factibilidad social, evalúa tanto la aceptación de la propuesta por parte de los beneficiarios como por otros grupos que de alguna manera pudieran ser afectados. La viabilidad técnica, considera si se tiene la capacidad de diseñar y ejecutar cualquiera de las alternativas. La factibilidad ambiental debería contemplar el impacto que el proyecto puede tener sobre la integridad y disponibilidad de recursos en el medio natural.

De todo este proceso debería salir una decisión sobre que opción se selecciona para solucionar el problema. Por último se recalca que las acciones planteadas no deberán crear nuevas condiciones de riesgo.

Diseñar la alternativa de solución.

Una vez seleccionada una opción deberá diseñarse tanto desde el punto de vista físico si fuera el caso, cómo desde el punto de vista administrativo, es decir las acciones a seguir, el orden en que deben realizarse, los plazos para cada una, las responsabilidades de cada parte que tiene competencias en la alternativa de solución planteada y los recursos requeridos. La responsabilidad de diseñar la opción y quienes participan y aportan a este proceso es algo que debe quedar definido antes de tomarse la decisión de que opción tomar. Una vez realizado esto, lo que queda es ejecutar las acciones planteadas

Ejecutar esas acciones planteadas

La ejecución de las acciones planteadas, es desde luego la parte que más recursos requiere, aunque eso no implique que sea la etapa más difícil del proceso. Al igual que en la etapa de diseño, la responsabilidad de ejecutar la opción y quienes participan y aportan a este proceso es algo que debe quedar definido antes de tomarse la decisión de que opción tomar.

Por ejemplo ante la probabilidad de deslizamiento en un asentamiento, puede ser que el riesgo económico de una familia sea bajo y que en ese momento no sea importante mitigarlo. Pero si tiene un riesgo estructural muy alto, el cual se prevé que colapsará al momento del evento, entonces es ahí donde se debe actuar con prioridad. Estos escenarios sociales (asentamientos), no podemos incluirlos en los patrones comunes de las comunidades rurales o colonias urbanas, en donde se pueden determinar riesgos totales, ya que la mayoría de las viviendas y familias tiene características comunes por pertenecer o bien a un grupo étnico, o simplemente por pertenecer a la comunidad desde su nacimiento. Estas comunidades tienen un sentido de identidad y pertenencia, lo que no se da en los asentamientos, en el mejor de los casos la identidad y pertenencia se va formando en aquellos asentamientos que tienen entre 15 y 20 años de su formación.

Además por la complejidad que presenta la integración de factores naturales con factores sociales para la determinación de riesgos en los asentamientos humanos, se proponen clasificarlos como se menciona anteriormente en riesgos temáticos y así permitir a los responsables de reducirlos determinar qué medidas implementar para cada uno de ellos según su importancia y necesidad.

AMENAZA: DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

CONCEPTO DE AMENAZAS NATURALES

Las amenazas naturales son consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno de origen natural (huracanes, terremotos, etc.), los cuales pueden afectar al hombre y también las obras de infraestructura existentes en un sitio en donde actúe el fenómeno natural.

El impacto potencial de una amenaza natural está normalmente representado en términos de su posible magnitud o intensidad. En términos matemáticos la amenaza está expresada como la probabilidad de ocurrencia de un evento de ciertas características en un sitio determinado y durante un tiempo específico de exposición. La probabilidad de ocurrencia de eventos puede obtenerse para diferentes sitios si se tienen registros suficientes de información de eventos ocurridos en el pasado durante un período significativo. Por ejemplo, si se revisa la historia de ocurrencia de sismos en América Latina y se califican sus dimensiones en términos de intensidades obtenidas por la escala modificada de Mercalli, se encuentra que no todos los países de la zona están sometidos a la misma amenaza sísmica.

Dentro de las amenazas naturales se pueden mencionar los terremotos o sismos, actividad volcánica, huracanes, inundaciones, precipitación de granizo y rachas de viento. Los huracanes por las altas precipitaciones de lluvia asociadas y los sismos son los principales disparadores de los deslizamientos de laderas, sin embargo, los deslizamientos pueden considerarse como una amenaza debido a que pueden presentarse en épocas normales de lluvia y por la participación antrópica en las laderas donde se instalan los asentamientos.

Para las áreas estudiadas se han identificado las amenazas naturales, las cuales están encabezadas por la amenaza de deslizamiento de laderas, que dada su importancia y potencial efecto dañino se hace una descripción sobre laderas, sus características geométricas, la clasificación de los movimientos de laderas, los factores que provocan los movimientos y se ha aplicado una metodología para evaluar dicha amenaza, la cual fue propuesta por Mora C. y Vahrson; también se describen brevemente otro tipo de amenazas naturales tales como la caída de ceniza volcánica, precipitación de granizo, rachas de viento e inundaciones, esta última que puede tener efecto en por lo menos uno de los asentamientos estudiados.

Deslizamiento de laderas

Nociones básicas sobre laderas

El paisaje del planeta tierra sufre constantes transformaciones, debidas al equilibrio entre las fuerzas internas que actúan sobre la superficie elevándola y las fuerzas externas que tienden a arrasarla estas elevaciones. Estos cambios pueden ser perceptibles a través del tiempo, otros tardan millares y hasta millones de años.

La formación de las laderas está incluida en esta dinámica geológica. Para comprender las transformaciones que sufren las laderas, es importante conocer algunos conceptos relacionados con la formación y elementos de una ladera. Una ladera puede ser entendida como toda superficie natural inclinada que une otras superficies caracterizadas por diferentes energías potenciales.

Los taludes naturales son definidos por laderas de macizos rocosos, de suelo o mixtos, originados por la acción de la geodinámica externa e interna y por la acción antrópica sobre ellos. Los taludes artificiales se refieren a las inclinaciones de tierra construidas a partir de varios materiales, como grava, arena, arcilla y otros.

Características geométricas de una ladera

Entre las principales características geométricas de una ladera se tienen las siguientes:

- a) **Pendiente:** representa el ángulo de inclinación en una relación porcentual entre las alturas y la longitud. Para obtener el ángulo de inclinación se aplica tangente inversa a esta relación. La pendiente de un talud define el grado de peligrosidad del mismo, cuando se toma en cuenta principalmente el factor topográfico.
- b) **Amplitud:** es la diferencia de cotas entre la base y la parte alta del talud.
- c) **Perfil:** son las variaciones del declive a lo largo de su extensión transversal. Existen tres tipos diferentes de perfil, rectilíneo, convexo y cóncavo. Las laderas de perfil rectilíneo mantienen constante su declive a lo largo de su extensión; las de perfil convexo, tienden a disminuirlo y las de perfil cóncavo tienden a aumentarlo.

Clasificación de los movimientos de laderas

Existen innumerables clasificaciones de movimientos de laderas. Entre las clasificaciones más utilizadas, se destacan las de Varnes, Hutchinson, y Zaruba y Menci, entre otros (Filho, en López, 2000). Las clasificaciones más recientes se sustentan en los siguientes criterios básicos: cinemática de movimiento, tipo de material y geometría.

Una de las clasificaciones más importantes para describir los principales movimientos de laderas, es la que desarrolló Varnes (1,978 en López, 2000), la cual es considerada como la clasificación oficial de la International Association of Engineering Geology (IAEG).

Factores que provocan los movimientos

Los deslizamientos suceden por influencia de factores del medio ambiente (físico, biológico y social), que deben ser entendidos, a fin de que estos procesos puedan ser prevenidos y mitigados.

López (2000) y Varnes, agrupan los factores que causan los deslizamientos en los que aumentan las fuerzas motrices y los que disminuyen la resistencia de los terrenos (cuadro 6.2). Guidicini y Nieble (1,976 en López 2000) utilizan la terminología de agentes y causas, entendiendo como causa el modo de actuación de un determinado agente en la inestabilización de una ladera o talud (Filho, 1,992.33). El cuadro 6.2 muestra esta clasificación.

TIPO DE MOVIMIENTO	ROCA	TIPO DE MATERIAL SUELO (INGENIERÍA)	
		Grosso	Fino
CAIDAS	de roca	de detritos	de tierra
VOLCAMIENTO	de roca	de detritos	de tierra

DESLIZAMIENTO	ROTACIONAL	Caída de rocas	Caída de detritos	caída de tierra
	TRANSLACIONAL	De bloques de Roca	de bloques de detritos	de bloques de tierra
PROPAGACIÓN LATERAL		de roca	de detritos	de tierra
FLUJO		de roca	de detritos	de tierra
(arrastre profundo)				
COMPLEJOS: Combinación de 2 ó más de los principales tipos de movimientos				

Cuadro 1. Clasificación resumida de los movimientos de laderas según Varnes (1,978) fuente: deslizamientos (Filho 1,992 en López, 2000)

PROCESOS	CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO, MATERIAL Y GEOMETRÍA
ARRASTRE	<ul style="list-style-type: none"> -varios planos de deslizamiento (internos) -velocidades muy bajas (cm/año) a bajas y decrecientes con la profundidad -movimientos constantes, zonales o intermitentes -suelo, depósitos, roca alterada/fracturada -geometría definida
DESLIZAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> -pocos planos de deslizamiento (externos) -velocidades medias (m/h) a altas (m/s) -pequeños y grandes volúmenes de material -geometría y materiales variables: planares (suelos poco compactos, suelos y rocas con un plano de fragilidad) circulares (suelos poco compactos, suelos y rocas con un plano de fragilidad) circulares (suelos compactos homogéneos y rocas muy fracturadas) en cuña (suelos y rocas con dos planos de fragilidad)
CAÍDAS	<ul style="list-style-type: none"> -sin planos de deslizamiento -movimientos tipo caída libre o en plano inclinado -velocidades muy altas (varios m/s) -material rocoso -pequeños a medianos volúmenes -geometría variable: lascas, placas, bloques, etc.
TORRENTES	<ul style="list-style-type: none"> -muchas superficies de deslizamiento (internas y externas a la masa en movimiento) -movimiento semejante a un líquido viscoso -desarrollo a lo largo de drenajes -velocidades medianas a altas -movilización de suelo, roca, detritos y agua -grandes volúmenes de material -extenso radio de alcance, inclusive en áreas planas

Cuadro 2 Características de los principales movimientos de ladera (Filho, 1,992)
Fuente: Deslizamientos, (Filho 1,992, en López, 2000).

Caída de cenizas volcánicas

En las cercanías del área de estudio se encuentran dos centros eruptivos activos, que son el volcán de Pacaya y el volcán de Fuego, ambos han presentado un estilo eruptivo de tipo Estromboliano, aunque a veces al inicio de cada periodo eruptivo el estilo puede haber sido de tipo Vulcaniano, este estilo de erupción se caracteriza por la emisión de lavas, piroclásticos y gases. Según las erupciones ocurridas recientemente la caída de cenizas en la ciudad de Guatemala proveniente de ambos centros eruptivos provocó, diferentes efectos tales como la sobrecarga de los techos de las casas, obstrucción de las bajadas de agua, dificultades de visibilidad y efecto sobre las vías respiratorias de las personas, el fenómeno volcánico se seguirá presentando en el futuro con cierta frecuencia, pudiéndose dar erupciones paroxísmicas de relativa poca duración pero con la emisión de grandes cantidades de cenizas. En los años noventa el volcán Pacaya hizo una erupción donde emitió gran cantidad de

cenizas, algunas de las cuales incluso cayeron en Honduras y por supuesto en lugares aledaños al volcán, pero en general todo el Valle de Guatemala se vio afectado por la caída de cenizas. La amenaza de caída de ceniza es mayor para el área de Villa Nueva por la cercanía de las fuentes volcánicas.

Hidrometeorológicas

Dentro de las amenazas hidrometeorológicas se consideran las precipitaciones de granizo, las rachas de viento e inundaciones, las cuales se producen por cambios en las condiciones hidrometeorológicas locales, desencadenándose estos fenómenos en forma anómala, sin estar asociados a la época de lluvias o a huracanes y tormentas.

Precipitación de granizo

En zonas tropicales es frecuente la precipitación de granizo en diferentes épocas del año, los fragmentos de granizo pueden alcanzar considerable tamaño provocando daños a los techos de las viviendas, obstrucción de drenajes, vías de comunicación y daños a la vegetación, la ocurrencia de la precipitación de granizo es impredecible y ocurre cuando aire húmedo alcanza niveles de muy baja temperatura en la atmósfera produciéndose la formación de fragmentos de hielo que se precipitan a la superficie de la tierra en lugares muy localizados y en un tiempo relativamente corto.

Rachas de viento

Las rachas de viento constituyen una amenaza no muy común pero que eventualmente se pueden presentar, como ocurrió en los principios de los años ochentas, cuando una corriente de viento tipo chorro con velocidades de hasta 70 kilómetros por hora, causó destrozos en casi todo el territorio nacional, esta corriente afectó el territorio por un periodo aproximado de 24 horas.

CONCEPTO DE AMENAZAS ANTROPONATURALES

A pesar de que el presente estudio es para determinar las amenazas naturales en las áreas seleccionadas, se ha observado a lo largo del estudio que los terrenos han sido alterados provocando un tipo de amenaza antroponatural, por las modificaciones naturales de las laderas y por la tecnología de invasión que utilizan las personas que ocupan los terrenos, por lo anterior también se hace un breve análisis de este tipo de amenazas, con el fin de dar un alertivo y de esta forma evitar que las amenazas naturales sean magnificadas. Se muestra en el cuadro 6.4, los factores de los movimientos de laderas, tomando en cuenta la acción y los fenómenos naturales y antrópicos provocados.

Las amenazas antroponaturales son aquellas situaciones o procesos inducidos por el hombre en el medio geológico (sistemas agua y tierra) que suponen un riesgo para las comunidades.

El hombre, a través del tiempo se ha constituido en un importante agente modificador del medio ambiente, potenciando o acelerando diversos procesos de dinámica superficial. Estas intervenciones adquieren especial importancia en las laderas, debido a la susceptibilidad natural de los movimientos gravitacionales de masa o procesos erosivos, que son los problemas más comunes. A continuación se describen varios procesos que afectan a las laderas y sus causas (Cunha, 1,991 en López, 2000).

- a) **Erosiones.** Las erosiones en laderas ocupadas, inician luego de que la población ha retirado la mayor parte de cobertura vegetal de la misma, exponiendo los suelos a la acción erosiva del agua. La principal evidencia de la erosión es la formación de pequeños surcos paralelos, seguido del crecimiento del declive natural del terreno.

PREDISPONENTES	Complejo geológico, complejo morfológico, complejo climático-hidrológico, gravedad, calor solar, tipo de vegetación natural.
EFFECTIVOS	Preparatorios: pluviosidad, erosión por el agua y el viento, , variación de la temperatura, disolución química, acción de fuentes y manantiales, oscilación de la capa freática, acción de animales y humana, inclusive la deforestación.
	Inmediatos: lluvias intensas, erosión terremotos, olas, viento, acción del hombre, etc.
INTERNAS	Efecto de las oscilaciones térmicas Reducción de los parámetros de resistencia por intemperismo
EXTERNAS	Cambios en la geometría del sistema Efectos de vibraciones Cambios naturales en la inclinación de las capas
INTERMEDIAS	Elevación del nivel piezométrico en masas "homogéneas" Elevación de la columna de agua en discontinuidades Disminución rápida de la capa freática Erosión subterránea degenerativa Disminución del efecto de cohesión aparente

Cuadro: 3 Agentes y causas de los deslizamientos y procesos relacionados (Guidicini y Nieble, 1976).

Como principales causas antrópicas de erosión se deben destacar las siguientes:

- 1) Remoción de vegetación
 - 2) Concentración de aguas pluviales y el aporte de drenajes.
 - 3) Exposición de terrenos susceptibles de erosión
 - 4) Ejecución inadecuada de rellenos
- b) **Flujos.** Son movimientos de masas, más o menos rápidos, característicos de materiales sin cohesión. Se dan en laderas de pendiente baja (15° a 20°). Las evidencias de ocurrencia de este tipo de movimientos son las grietas verificadas a lo largo de la extensión del terreno natural. Estos movimientos pueden afectar desde pequeñas obras (casas, sistemas de drenaje) a grandes obras (puentes, viaductos). La principal causa antrópica es la ejecución de cortes en la parte media de un talud.
- c) **Deslizamientos.** En las laderas ocupadas suelen ocurrir taludes de corte, relleno o taludes naturales, envolviendo masas de suelo de dimensiones variadas. La ocurrencia de deslizamientos está asociada a la acción del agua y de la gravedad. La evidencia de este proceso es la presencia de grietas en el suelo y paredes de las casas. La situación es más crítica cuanto mayores y más extensas sean estas manifestaciones.

Las principales causas antrópicas de los deslizamientos son las siguientes:

- 1) Mala evacuación y concentración de aguas pluviales
- 2) Filtraciones en redes de abastecimiento de agua
- 3) Fosas sanitarias
- 4) Ejecución inadecuada de rellenos
- 5) Botaderos clandestinos de basura
- 6) Remoción indiscriminada de cobertura vegetal
- 7) Aumento del área urbana
- 8) Uso no planificado del terreno
- 9) Rellenos de barrancos no controlados y mal efectuados
- 10) Plataformas en barrancos mal preparadas para soportar estructuras de vivienda

Los deslizamientos que ocurren directamente por la acción de estas causas se les denomina deslizamientos inducidos.

ÁREA DE CHINAUTLA ASENTAMIENTOS SANTA FAZ, SAN JULIAN Y VEINTE DE OCTUBRE

Estratigrafía

La estratigrafía del área de Chinautla, descrita de la base a las capas más recientes es la siguiente: rocas intrusivas de edad Cretácica superior, constituidas por granitos y granodioritas, estas rocas subyacen a las rocas carbonáticas a pesar de considerarse que las calizas son más antiguas (Cretácico Inferior), las rocas carbonáticas son de color gris oscuro, presentan granulometría fina y tienen un aspecto masivo, dentro del área en la parte noreste afloran lavas de edad probablemente Terciaria, de composición andesítica, las rocas descritas anteriormente están parcialmente cubiertas por depósitos volcánicos Cuaternarios subdivididos en flujos piroclásticos, depósitos de caída (tephras) y depósitos fluviales lacustres, finalmente en el fondo de los barrancos se han acumulado aluviones recientes

Fallamientos

Fallamiento principal

En el área de Chinautla el fallamiento tiene predominancia en dos direcciones, una con dirección norte y otra con dirección noroeste, básicamente el área de Chinautla se localiza sobre una meseta, dentro del graben de la ciudad de Guatemala. La meseta se ha formado básicamente por la acumulación piroclastos sobre rocas preexistentes, estos flujos piroclásticos se depositaron en un ambiente predominantemente de tipo lacustre, razón por la cual son bastante planos.

En cuanto a fallamiento el asentamiento más crítico es el denominado 20 de Octubre, el cual se localiza directamente sobre una fractura que se extiende a lo largo de todo el asentamiento y encajonado dentro de una cárcava de erosión.

Fallamiento secundario

El flanco norte de la meseta que forma la población principal de Santa Faz está atravesado por una falla con dirección aproximada este – oeste. Esta falla afecta principalmente las partes bajas de los asentamientos ubicados en ladera al Norte de la colonia Santa Faz.

Deslizamientos

En el área de Chinautla los movimientos de terreno son de tipo de volcamiento, los más abundantes corresponden a deslizamientos de tipo traslacional de pequeñas dimensiones y los mismos ocurren principalmente en laderas de alta pendiente, se tienen de dos tipos:

- Deslizamientos sobre materiales piroclásticos, los cuales predominan en las áreas habitadas.
- Deslizamientos de materiales en calizas, los cuales tienden a ser los más abundantes en la zona, actualmente la mayor parte se ubica en áreas no habitadas.

En la parte más baja del asentamiento del sector 5 del asentamiento Santa Faz, se puede observar un deslizamiento que abarca 50% de la población de dicho sector.

Cárcavas de erosión

la meseta de piroclastos, en la cual se encuentra situada la población principal de Chinautla, se encuentra bordeada por grandes cárcavas de erosión que penetran hacia la planicie. En el flanco oeste de la meseta predominan las cárcavas alineadas a lo largo de fracturas y fallas geológicas, mientras que los flancos norte en que se sitúa la colonia Santa Faz, y al este de la meseta de Chinautla predominan las escarpes semicirculares, las cuales son indicativas de fuerte erosión provocada principalmente por la escorrentía del agua pluvial y por la alta pendiente de los taludes, sobre el material piroclástico.

En cuanto a la erosión sobre los materiales de roca caliza, los cerros tienden a tener estructura de cerros afilados, es decir desgastados más en un flanco (contra pendiente), y se caracterizan por tener cimas muy afiladas, especialmente en todos aquellos cerros donde la vegetación arbórea es escasa.

Taludes de alta pendiente

Parte de la erosión ha provocado taludes de alta pendiente, en especial esto afecta a la mayor parte de los sectores del asentamiento localizado sobre el flanco Norte de Santa Faz. Las pendientes son sumamente elevadas y van desde los 30° hasta los 90° es decir de 67% a mucho mayores del 100%.

- **Asentamiento 20 de Octubre**

En cuanto a taludes de muy alta pendiente el asentamiento 20 de Octubre se encuentra flanqueado por taludes de 90°, de acuerdo a pláticas con los vecinos dichos taludes se han mantenido estables por 7 años, sin embargo, se pudieron observar movimientos del terreno de tipo volcamiento, que han afectado a varias casas. Debido a que el asentamiento se encuentra sobre el cauce de una quebrada, la cual a su vez sigue el alineamiento de una fractura geológica, ha provocado taludes de muy alta pendiente, los cuales representan una alta amenaza de deslizamiento por la caída de rocas y de inundación.

- **Asentamiento Santa Faz, Sector 5**

Una buena parte del asentamiento se encuentra localizado sobre un deslizamiento que ocupa el 50% del asentamiento. Las pendientes son muy elevadas, y han provocado pequeñas zanjas en los callejones, sin embargo, la mayor parte de callejones ya fueron protegidos con concreto y escalones del mismo material.

- **Sector 8 San Julián**

El sector 8 se localiza una parte en terreno y otra en terreno de alta pendiente, cerca de 30° o sea 67%. En el área afloran calizas, lo cual permite que las cimentaciones de las casas sean construidas en terreno muy estable, sin embargo, muchos pobladores construyen sus cimientos sobre el material piroclástico, que generalmente no tiene más de 2 metros de espesor. Este podría provocar un problema de deslizamiento en el futuro. En la parte baja del asentamiento se ha hecho un relleno con material no clasificado, lo cual ha contribuido a formar una planicie de poca pendiente en dirección de la quebrada.

Geología

Básicamente el área de Chinautla corresponde a piroclastos depositados en ambiente de tipo lacustre, pero estos depósitos están subyacidos por rocas calizas en algunos casos y por rocas intrusivas en otros casos, así mismo se observan depósitos de lavas en la parte este del área, en el fondo de los barrancos se encuentran depósitos aluviales depositados por los ríos. En el caso de los depósitos piroclásticos, aunque en el campo pueden interpretarse los diferentes episodios volcánicos, a nivel geotécnico los cambios litológicos no son tan grandes como para hacer necesario diferenciarlos, ya que desde el punto de vista geomecánico los materiales se comportan de forma muy similar.

En el estudio fotogeológico se observan las diferentes texturas que forman los piroclastos y las rocas calizas del área, y rocas de diferente litología. En el área de estudio las zonas con roca caliza aún se encuentran bastante deshabitadas, principalmente por ser de alta pendiente. En los afloramientos observados de calizas especialmente en el asentamiento San Julián se encuentran muy fracturadas, lo cual es evidencia de una zona de fracturación, así mismo se pudo notar ligera recristalización, y fracturas selladas por calcita, lo cual manifiesta que las rocas han sufrido varios episodios tectónicos. Al parecer el área de San Julián fue un frente de cantera de piedra caliza a mediados del siglo XX, sin embargo, fueron abandonados.

ÁREA DE GUATEMALA ASENTAMIENTOS EL CERRITO Y LAS TORRES

Estratigrafía

La estratigrafía del área de Guatemala, puede describirse en una forma sintética constituida por diferentes tipos de rocas volcánicas tobáceas biotíticas de color gris claro de edad terciaria, tephros, pómez gris a blanco y ceniza gris a negra de edad cuaternaria inferior, tephros interestratificadas con diamictones pomáceos, con sedimentos fluviolacustres en la parte superior, también de edad cuaternaria y finalmente los depósitos aluviales acumulados en el fondo de los barrancos.

Fallamientos

Como se especificó en la geología general para el valle de la ciudad de Guatemala, el fallamiento predominante tiene dirección normordeste. En el área del sector norte la ciudad capital el fallamiento tiene predominancia con dirección normordeste, los barrancos y el drenaje fluvial siguen esa misma dirección, lo que es un indicativo que el patrón de drenaje está controlado por la estructura de fallamiento.

El río Barranca cercano a los asentamientos El Cerrito y Las Torres al igual que el río El Naranja en el flanco oeste de la prolongación del valle son fracturas geológicas con dirección normordeste, en ambas fallas no fue posible identificar movimiento lateral del terreno.

- **Asentamiento Las Torres**

La quebrada entre el asentamiento Las Torres y el asentamiento El Esfuerzo corresponde con una fractura geológica, en la que se formó la cárcava de erosión que forma dicha quebrada.

- **Asentamiento El Cerrito**

Luego del terremoto se publicó un mapa de fracturas provocadas por el sismo de 1976, una de las fracturas detectadas pasa por el flanco occidental del asentamiento en mención .

Deslizamientos

En el área cercana al puente El Incienso los deslizamientos son de dos tipos:

- Deslizamientos de tipo volcamiento sobre materiales piroclásticos, los cuales predominan en toda el área, y básicamente son provocados por la erosión provocada en las partes altas de los barrancos con alta pendiente.
- Deslizamientos de tipo rotacional o traslacional en materiales piroclásticos con pendientes medias a altas, y con mayor intervención humana. Este tipo de deslizamiento es más frecuente en el río Barranca, debido a la mayor deforestación del área. Existe un área de antiguo deslizamiento que afecta directamente al terreno ocupado por la gasolinera Esso cercana al asentamiento Las Torres.

- **Asentamiento El Cerrito**

En este asentamiento pudo observarse dos deslizamientos uno en el flanco norte del asentamiento el cual no está habitado debido a la alta pendiente, y otro en el flanco este que se encuentra parcialmente habitado y es el lugar donde recientemente ocurrió un deslizamiento de un lote, el cual no está asociado al deslizamiento mayor observado en la fotografía aérea.

Cárcavas de Erosión

En la meseta que forman los piroclastos, en la cual se encuentra situada la mayor parte de la población de la ciudad capital, está bordeada por grandes cárcavas de erosión que penetran hacia la planicie. Muchas de estas cárcavas siguen la alineación de fracturas geológicas, estas tienden a ser alargadas y muy rectas. Además existen