

IDENTIFICACIÓN DE RIESGO EN LAS ZONAS DE ASENTAMIENTOS IRREGULARES EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO

*Maximino Reyes Umaña
Naú Silverio Niño Gutiérrez*

Introducción

El territorio nacional se encuentra sujeto a gran variedad de fenómenos entre ellos cabe destacar el movimiento de la población interna y externa, lo cual en algunos casos trae consigo el sobrepoblamiento de algunos sitios como la Ciudad de México, en el centro del país, o la ciudad y puerto de Acapulco en el sureño estado de Guerrero. Es ahí donde precisamente, los asentamientos irregulares ubicados en laderas de fuerte pendiente, suelos arcillosos y fácilmente erosionables por la lluvia en la época húmeda del año puede significar un alto riesgo para la vida de inmigrantes indígenas y campesinos provenientes de áreas de menor oportunidad de empleo y servicios básicos municipales.

Justificación

En la actualidad el gobierno municipal cuentan con información poco actualizada que permita diseñar políticas, planes y programas que consideren con mas detalles sobre los riesgos en caso de un desastres natural, es indispensable incorporar el factor riesgo geodinámico e hidrológico en los planes, políticas y proyectos de desarrollo, crecimiento urbano, ordenamiento territorial y manejo ambiental. Sólo un conocimiento previo de los fenómenos potencialmente catastróficos y su vigilancia continua pueden permitir una adecuada prevención. La prevención de desastres es un factor fundamental del desarrollo durable o sostenible. Se hace imperativo iniciar campañas de educación para la población y de sensibilización de autoridades, con miras a crear y desarrollar una mayor conciencia de riesgo y prevención.

El trabajo es importante para la Unidad de Ciencias del Desarrollo Regional de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAG) y el gobierno Municipal a fin de tomar medidas de precaución sobre posibles zonas de riesgo. Detectados a través de sistemas de información geográfica que pretenda prevenir cualquier daño posible causado por desastres porque como se sabe, este sistema nos permite visualizar la región en forma espacial misma que es de gran ayuda para el análisis, esto nos permite identificar lo social, político y lo cultural, ya que es una herramienta para la toma de decisiones para futuros proyectos.

Objetivo General

Aportar un inventario a nivel municipal cuyas bases de datos puedan ser actualizadas a través de un sistema de información geográfica con la finalidad de apoyar la toma de decisiones que tiendan a prevención, controlar y disminuir desastres y riesgos naturales que afectan a los asentamientos irregulares en el municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero.

Objetivos particulares

- Identificar las áreas de afectación ante posibles riesgos de desastres (Sismos, Huracanes, Incendios).
- Implementar técnicas de control y disminución en caso de desastres naturales.

- Demostrar la importancia de la utilización de los Sistemas de Información Geográficos como herramienta para la ayuda en la toma de decisiones, la prevención y el control de los desastres naturales.
- Obtener un inventario de Zonas de Riesgos.

Metodología

- Definir las áreas espaciales homogéneas.
- Investigación de las características geofísicas
- Ocupación y uso actual del territorio.
- Combinación de mapas de riesgo y seguridad.
- Selección de peligros posibles.
- Mapear áreas geográficamente vulnerables.
- Aplicación del método Inductivo combinando diferentes capas temáticas para representar diferentes variables relacionadas con el riesgo.
- Hacer evaluaciones cuantitativas en los lugares de estudio, sobre posibles amenazas utilizando información obtenida con técnicas de sensoramiento remoto (por ejemplo, fotografías aéreas e imágenes de satélite y mapas).

Localización geográfica del área en estudio

La palabra "*Acapulco*" proviene de una voz náhuatl que significa "*lugar de las cañas*". Acapulco de Juárez como se denomina oficialmente hoy día a la Ciudad y Puerto marítimo del estado de Guerrero, junto al Océano Pacífico (**Fig. 1**).

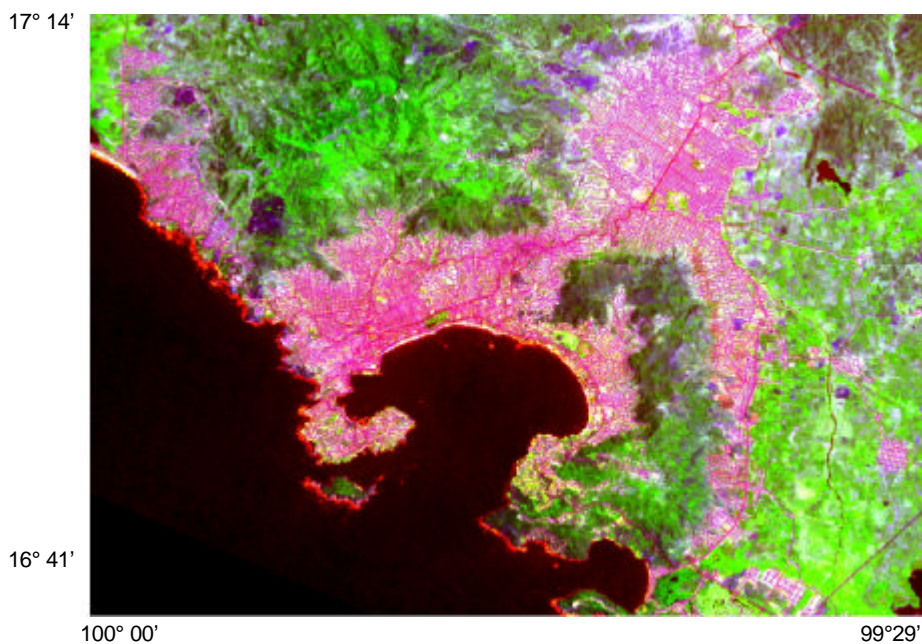


Figura 1. Zona urbana de Acapulco de Juárez, Guerrero.

Acapulco se localiza en las coordenadas 17° 14' a 16° 41' de latitud norte y 99° 29' a 100° 00' de longitud oeste de Greenwich. Al norte colinda con los municipios de Coyuca de Benítez, Chilpancingo y Juan R. Escudero; al este con Juan R. Escudero y San Marcos; al sur con el municipio de San Marcos y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y el Municipio de Coyuca de Benítez. Cuenta con un territorio de 1,882.6 km² que representa el 2.6% de la del estado y su litoral tiene una longitud de 62 km que representa el 12.3% de la costa guerrerense.

La geología del Municipio de Acapulco está constituida por macizos de rocas cristalinas de composición granítica que se elevan flanqueando a la bahía de Acapulco por el interior hasta alturas cercanas a los 1,000 msnm, ejemplo el Cerro del Veladero de 950 msnm.

En las tierras bajas de la planicie costera consiste de sedimentos arenosos cuaternarios, de origen marino o costero y en las planicies interiores yacen depósitos recientes de origen aluvial.

El relieve del Municipio de Acapulco está conformado por elevaciones montañosas cuyas laderas exhiben procesos de disección y socavación por acción de numerosos torrentes, los cuales se desprenden prácticamente desde el parteaguas. En las laderas externas y sobre la porción inferior las vertientes se identifica una zona de piedemonte con depósitos coluviales (de gravedad) y proloviales (de río o torrente). Este esquema no se aplica para el relieve de salientes y/o puntas como Punta Diamante y Punta Grifo. En las laderas inferiores o internas, es decir, las que miran o se enfrentan a la porción continental, los depósitos de piedemonte se encuentran en proceso de disección. Como proceso accesorio se distingue a todos aquellos que corresponden a los desprendimientos o caídas de rocas, a los flujos de escombros y deslizamientos.

La región de estudio se encuentra inserta en la Región Hidrológica No. 19 (Costa Grande). Corresponde a la cuenca del Río La Sabana y a la parte sur de la cuenca del Río Coyuca desde la parte norte de la localidad Aguas Blancas hasta la desembocadura del río Coyuca. Los escurrimientos superficiales se distribuyen en las siguientes subcuencas hidrológicas: ríos Potrerillos y Moyoapa, los cuales se unen al río La Sabana; al este se localiza la Subcuenca Laguna de Tres Palos y parte de la cuenca del río Coyuca.

La Laguna de Tres Palos es un importante cuerpo de agua situado en la Costa Grande de Guerrero, a 25 km. de Acapulco, se comunica al mar mediante un canal meándrico de aproximadamente 10 km de longitud; este canal se origina en la porción oeste de la laguna y termina en la barra (sólo se abre temporalmente una vez al año). En el extremo norte de la laguna desemboca el río de la Sabana que nace en la Sierra Madre del Sur. El uso del río La Sabana es principalmente domestico, industrial y de riego (**Fig. 2**).

El clima predominante en la región de Acapulco es el cálido sub-húmedo, con lluvias en verano y una precipitación pluvial anual de 1,415.0 mm. La temporada de lluvias es del mes de junio al mes de septiembre y la temperatura media anual es de 27.6° C. Las precipitaciones que caen en Acapulco, son del orden de 1403 mm al año; entre los meses de junio y septiembre éstas superan 240 mm y en el último mes alcanzan hasta 389.2 mm, este registro en ocasiones es similar a una precipitación de 24 horas durante el mes de junio (384.4mm), valor que equivale al 27% con respecto a la precipitación total anual, fenómeno que a su vez provoca inundaciones, deslizamientos de tierras, entre otros y que se incrementan durante la presencia de huracanes (**Cuadros 1 y 2**).

De acuerdo a la clasificación de la FAO/UNESCO modificada por INEGI, los suelos de la región corresponden: Litosol, Regosol, Fluvisol, Cambisol, Vertisol, Feozem y Gleysol.

Cuadro 1. Precipitación en la estación meteorológica de Acapulco de Juárez, Gro. 2004.

Precipitación	Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Media	29	12.3	0.5	1.1	4.5	30.2	269.3	240.3	245.5	389.2	154.7	50.7	6	1403.8
Máxima del mes en 24 horas	29	49	5	20	74	105.6	384.4	204.1	198	234.5	137	224.1	50	384.4
Número de lluvias apreciables	29	1.03	.33	.13	.23	2.36	11.72	12.30	13.10	14.86	7.10	2.53	0.71	66.40

Fuente. Servicio Meteorológico Nacional, 2004

Cuadro 2. Temperatura media mensual en la estación de Acapulco, Gro., 2004.

		(Grados centígrados)											
ESTACION CONCEPTO	PERIODO	MES											
		<i>E</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>
Acapulco	2003	28.0	27.6	25.6	27.9	28.4	28.4	29.5	29.3	29.0	28.9	29.0	27.6
Promedio	De 1973 a 2003	26.7	27.0	26.9	27.4	28.4	28.5	28.7	28.7	28.2	28.5	28.2	27.6
Año más frío	1976	21.1	26.0	26.0	27.4	28.4	27.8	28.1	28.6	28.6	27.7	27.5	27.4
Año más caluroso	1994	27.9	28.0	27.8	27.6	29.1	29.8	30.2	30.1	30.0	29.4	29.4	29.2

Fuente. Servicio Meteorológico Nacional, 2004

Litosol (L, LPq); suelos de menos de 10 cm de espesor sobre roca o tepetate no aptos para cultivos.

Regosol (Re, RGe), suelos formados por material suelto que no sea aluvial reciente como dunas, cenizas volcánicas, playas etc. Su productividad es reducida y se restringe a cocoteros y frutales.

Vertisol (VP, Vre), suelos de textura arcillosa y pesada que se agrietan notablemente cuando se secan, tienen dificultades en su labranza pero son adecuados para una gran variedad de cultivos.

Feozem (Hh, Phh), suelos con horizonte A molico, pueden presentar horizonte B cambico, de fertilidad moderada a alta, se encuentran principalmente sobre áreas planas.

Gleysol (Ge, GLe), suelos con horizonte gleyico a menos de 50 cm. Se pueden destinar a actividades agropecuarias con cultivos que toleren excesos de agua por medio de obras de drenaje.

Cambisol, en el área se encuentran el Cambisol eútrico (Be, CMe) y el Cambisol crómico. El primero se puede dedicar a la agricultura. El segundo se asocia a aspectos forestales

Luvisol (L, LV), suelos con horizonte A, Ocrico o Umbrico y B Argílico son ricos en nutrientes (**Fig. 3**).

Fluvisol (J, FI), suelos de origen aluvial reciente que pueden tener un horizonte A Ocrico, son variables en su fertilidad.

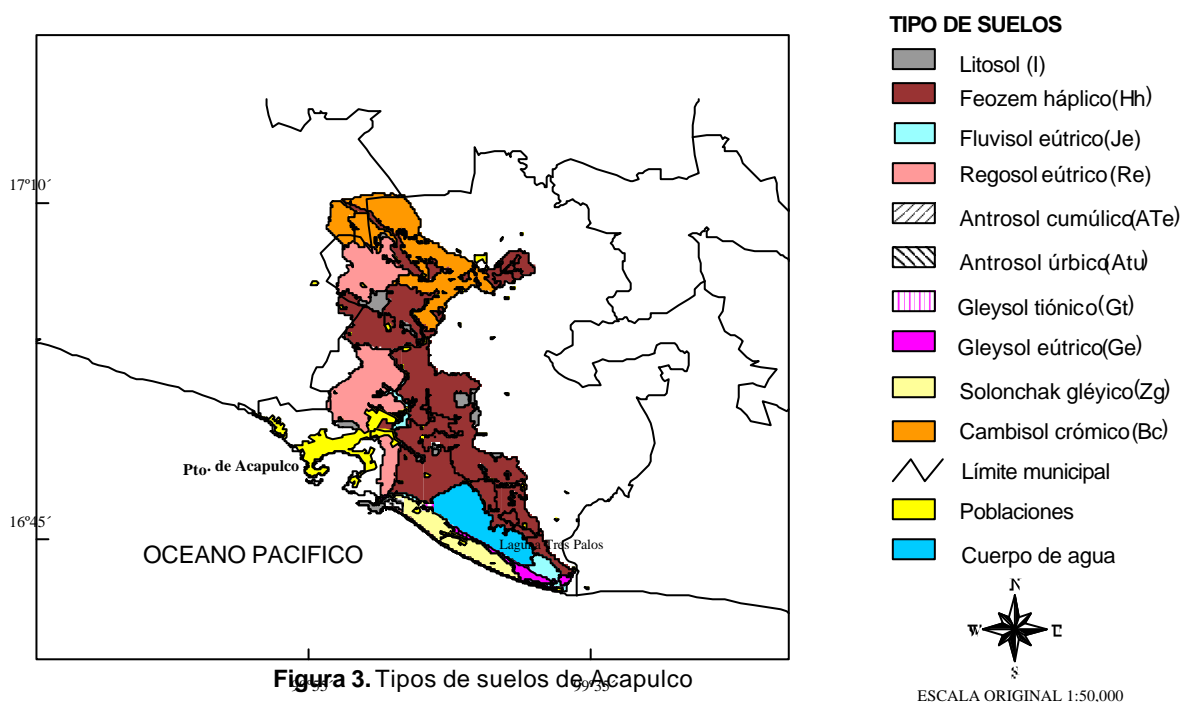


Figura 3. Tipos de suelos de Acapulco

En la unidad de montaña; los suelos que predominan en la zona noroeste son los Cambisoles; hacia la porción centro-norte se identificaron asociaciones de Cambisoles con Feozem, además se observa regosol eútrico en la subunidad de playa arenosa en la línea de costa. y en el sistema de piedemonte, la unidad edáfica predominante es el Regosol eútrico.

Los Feozem se detectaron en la llanura de fluvial, áreas casi planas que no presentan problemas de drenaje. Es el caso de la llanura del Río La Sabana.

La llanura de cordones litorales presenta suelos Solonchak, con suelos poco desarrollados. El tipo de vegetación son pastizales salinos o plantaciones de cocoteros.

Al oeste de la desembocadura del Río La Sabana se ubica la llanura fluvio-palustre, el suelo predominante es Gleysol, suelos sujetos a inundación por periodos más o menos prolongados; con vegetación hidrófita enraizada emergente y flotante.

Población total y densidad

El municipio de Acapulco de Juárez comprende 237 localidades, las cuales se encuentran distribuidas mayoritariamente de 1 a 99 habitantes, (49%), en segundo lugar fue de 100 a 499 habitantes (26.6%), y de 500 a 999 habitantes con 13.5%. La mayor concentración de población fue en el segmento de 500,000 a 999,999 habitantes, que representa el 0.4% de las localidades y el 86.2% de la población que es precisamente en donde se encuentra la cabecera municipal.

Entre las comunidades de mayor importancia se encuentran: Xaltianguis, Kilómetro 30, Tres Palos, Amatillo, San Pedro Las Playas, Lomas de San Juan, Ejido Nuevo, Lomas de Chapultepec y Dos Arroyos.

La tasa de crecimiento de la población, aunque ha venido declinando desde 1970, se ha mantenido elevada, por encima de la del estado de Guerrero y también de la nacional; cerca del 80% del crecimiento es natural.

De acuerdo a los resultados preliminares del Censo de Población y Vivienda 2000 la población del municipio es de 721,011 habitantes, esto sin considerar la población flotante local y turística, habiéndose así multiplicado por 13 veces en los últimos 50 años. El crecimiento poblacional observado en el último quinquenio es del 1%.

La población en el municipio es predominantemente joven -el 65% es menor a 30 años, y cálculos para el año 2015 señalan una población total de un millón cien mil habitantes, en la que se incorpora un segmento del Municipio de Coyuca de Benítez, con lo que se presenta no sólo una conurbación, sino un mercado importante que hace que la ciudad de Acapulco se encuentre dentro de las 10 ciudades más importantes de México.

Actividades económicas de la población

En 1990, la población económicamente activa era de 187,016 trabajadores, en una proporción de un trabajador por cada 3.6 personas del total de la población.

En cuanto a la población económicamente inactiva, se tenían hasta 5,027 trabajadores, lo que equivalía a una tasa del 2.6%. Esta tasa es fluctuante, ya que se dan algunas variaciones periódicas originadas por el empleo eventual principalmente dentro de la actividad turística, la cual en 1996, se incrementó a un 4.7%.

La actividad económica más importante se da en el sector terciario, siendo la rama de servicios la que concentra mayor actividad económica con 71,624 empleados; seguida de la rama comercial con 34,322 empleados y la rama manufacturera con 6,436 empleados. La industria hotelera, restaurantes, transportes y comunicaciones, servicios financieros, seguros, bienes raíces, bancarios, servicios comunales, sociales y personales, se encuentran dentro de la rama de servicios.

La rama turística compuesta por servicios, comercio y algunas otras actividades de la manufactura es el eje motor que impulsa esta rama, ya que tan sólo para 1998 captó un total de 4,931,173 visitantes los cuales generaron una derrama económica de 1,417.9 millones de dólares y generaron 112,382 empleados, lo anterior sin dejar de considerar los empleos indirectos que proporciona.

El sector comercial mercados populares, las tiendas de productos al menudeo, las farmacias, zapaterías, tiendas de ropa, de insumos, supermercados y materiales reciclables, etc. Es también determinante para el desarrollo municipal ya que aporta los insumos necesarios para el funcionamiento de la actividad terciaria, así como aporta y garantiza el abasto de la población con productos necesarios para el bienestar de los habitantes.

La ciudad está comunicada por carretera con el interior de México y cuenta con un amplio servicio aéreo y un puerto para buques de gran calado, entre otras vías de comunicación y transporte. Sus principales exportaciones son de productos agrícolas: algodón, frutas tropicales, caña de azúcar, café, tabaco y semillas de ajonjolí. Está considerado como uno de los mayores centros de distribución y comercio de la región del sur del país. Dotado con un puerto que presenta una gran capacidad para recibir transatlánticos y embarcaciones deportivas y localizado en un sitio de gran belleza natural, Acapulco es conocido como la Riviera de México. Cuenta con lujosos hoteles, instalaciones deportivas, centros de convenciones, balnearios, zonas residenciales y excelentes playas

que le hacen ser un destacado centro turístico. El clima es soleado, húmedo y muy cálido y lluvioso en verano y principios del otoño.

Riesgos naturales actuales en México

Por inundaciones son el tipo más común de desastre en todo el mundo estimándose que constituyen el 40% de estos. Datos publicados por la Cruz Roja Internacional de 1900 a 1976 sobre los daños ocasionados por los principales desastres en el mundo, muestran que las inundaciones producen más damnificados que el resto de los desastres y el número de fallecidos son superados solamente por terremotos (OPS, 1982).

Las inundaciones están dentro de los principales peligros naturales que enfrenta los países, tanto por la magnitud de sus factores destructivos, la frecuencia y territorio de afectación; así como la intensidad con que afectan a la población y la economía (*Ibid*, 1982).

La inundación es la ocupación por parte del agua de las zonas que habitualmente están libres de esta, bien por el desbordamiento de ríos y cauces, subida del nivel por encima de lo habitual o marejadas causadas por tsunamis (GNU, 2005).

La mayoría de las veces las inundaciones son causadas por las crecidas de los cursos del agua. También pueden ser el resultado de una lentitud o incluso de la ausencia de infiltración en espacios sometidos a aguaceros de gran intensidad ya sea que las condiciones "accidentales" de la acumulación, solas o reunidas, sean de tipo hidrológico, topográfico, meteorológico o antrópico. Muchas inundaciones o crecidas "pluviales" en las ciudades o lugares con suelos impermeables son de este tipo. La ascensión de los acuíferos en un medio natural o la elevación del nivel de evacuación en redes de drenaje también pueden provocar inundaciones de un tipo similar. A veces, también, los distintos fenómenos: crecida fluvial, crecida "pluvial" y ascensión del acuífero son concomitantes. Así mismo, algunas ciudades están especialmente amenazadas, como por ejemplo las ciudades litorales cuando se agregan a todas las causas de crecida ya descritas los sobreniveles debidos a mareas de tormenta.

Una inundación se puede describir cuantitativamente por la superficie del área inundada, una altura de agua media y una duración.

Los procesos de orden geológico descritos, se verán acelerados o incrementados con la presencia de precipitaciones pluviales, las cuales al sumarse a las condiciones geológicas provocarán erosión en cárcavas, flujos torrenciales, desbordes, inundaciones, erosión de riberas o avenidas, que de la misma forma mantendrán un estado de peligro a la población asentada en las partes medias y bajas del Anfiteatro.

En México, por ejemplo, presenta alto grado de vulnerabilidad a los huracanes. La razón es su situación geográfica: se encuentra ubicado en cuatro de las seis regiones generadoras de ciclones del mundo; éstas influyen en el territorio de Tehuantepec, en la región oriental del Mar Caribe, la Sonda de Campeche y en la región oriental del Atlántico.

Las inundaciones en México se presentan principalmente en los estados de Veracruz, Tabasco, Guerrero, Chiapas, Oaxaca, Yucatán y Quintana Roo.

Riesgos naturales en Guerrero

En el mes de octubre de 1997, el huracán Paulina impactó las costas del Pacífico mexicano, produjo pérdidas humanas y materiales y alteró el curso normal, previsible, del

orden político-electoral del municipio de Acapulco. Según los datos oficiales, 207 personas murieron, 200 desaparecieron y 52 000 perdieron su vivienda; además se calcularon pérdidas materiales por millones de dólares (Toscana, 2004).

Cuando Pauline localizó Acapulco en las horas tempranas del 9 de octubre, la tormenta había perdido la mayoría de su fuerza en términos de velocidad del viento, altura de ola de mar, y ola de la tormenta. No obstante, produjo lluvia extraordinaria en la Bahía de Acapulco. La precipitación sumó a más de 350 mm (13.65 pulgadas) en cuatro horas--sobre uno-cuarto de la media lluvia anual para la ciudad. La lluvia intensa causó un desbordamiento de agua con flujos de escombros que produjeron el peor desastre natural en Acapulco en los últimos 30 años.

Todo esto fue por la orografía de Acapulco, como menciona (*Ibidem*, 2004) ya que a manera de anfiteatro abierto hacia el mar, impidió que *Paulina* avanzara tierra adentro, por lo cual las precipitaciones ocurrieron sobre la cadena montañosa, del lado de la bahía. El exceso de agua precipitada en un breve lapso produjo el derrumbamiento de grandes bloques de granito (previamente “preparados” para ser transportados). El agua se mezcló con las arenas y produjo densas corrientes de lodo que transportaron los bloques de granito por los cauces naturales y arrasaron con todo lo que encontraban a su paso, hasta zonas de menor nivel topográfico y menor inclinación (**Fig. 5**).



FIGURA 5. Inundaciones en asentamientos irregulares de Acapulco, Guerrero.

Otro problema principal es la población de la ciudad ha estado aumentando a una proporción significativa durante los últimos 40 años y ha estado presentemente más de 700,000. Los asentamientos humanos más pobres se localizan en las elevaciones más altas de la bahía, y muchos de ellos han extendido en las barrancas que se encuentra en los bordes o dentro de estas.

El daño tuvo lugar cuando los arroyos intermitentes empezaron a desarrollar en la parte más alta de la cordillera que rodea Bahía de Acapulco; el flujo corrió hacia abajo con bastante fuerza arrastrando piedras, arena y escombros. Los desbordamientos de agua ocurrieron en varias barrancas donde existían asentamientos humanos. Las piedras grandes, a dos metros de diámetro, se arrastraron de lo alto hacia el medio de las calles y las casas, algunas fueron destruidas. En regiones más bajas, los depósitos de arena cubrieron la planta baja de las casas y las corrientes violentas destrozaron y corroyeron construcciones, esto fue la causa del derrumbamiento de varias casas. Los automóviles, piedras, mobiliario, y otros objetos fueron llevados por desbordamiento a través de los cauces y calles dado a esto setenta y cinco personas murieron porque ellos estuvieron en el flujo de los escombros que se arrastraba (*ibid*, 2004).

Dicho de otra manera: por casi toda la ciudad de Acapulco se pueden observar bloques de roca de diferentes tamaños, desde unos cuantos centímetros hasta varios metros en su dimensión. Todas estas rocas, grandes y pequeñas, provienen de las montañas que rodean la bahía, y han sido arrastradas en diferentes momentos por las corrientes de agua que se forman en la época de lluvias (**Fig. 6**).

Desgraciadamente, la situación permanece crítica para los miles de las personas que viven en las áreas de la barranca muy vulnerables en la parte más alta de la ciudad. Algunos de ellos se han relocalizado, pero muchos de ellos viven en los mismos lugares expuestos a desbordamientos hacia un futuro.

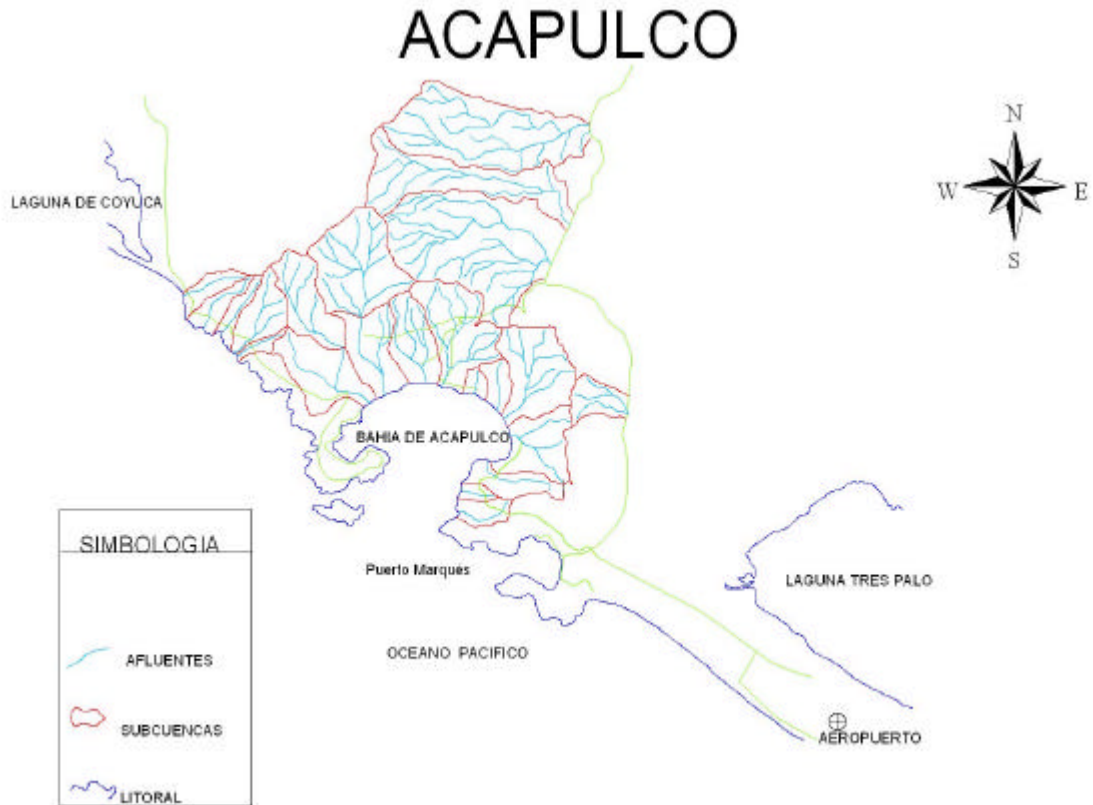


Figura 6. Escurremientos superficiales de Acapulco de Juárez, Gro.

Riesgo natural por terremoto o sismo, es el movimiento brusco de la Tierra (con mayúsculas, ya que nos referimos al planeta), causado por la brusca liberación de energía acumulada durante un largo tiempo. En general se asocia el término terremoto con los movimientos sísmicos de dimensión considerable, aunque rigurosamente su etimología significa "movimiento de la Tierra".

Entre las causas que pueden generar un sismo, se mencionan las siguientes:

- ❖ **Placas:** La corteza de la Tierra está conformada por una docena de placas de aproximadamente 70 km de grosor, cada una con diferentes características físicas y químicas. Estas placas ("tectónicas") se están acomodando en un proceso que lleva millones de años y han ido dando la forma que hoy conocemos a la superficie de nuestro planeta, originando los continentes y los relieves geográficos en un proceso que está lejos de completarse. Habitualmente estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en algunos casos estas placas chocan entre sí como gigantescos témpanos de tierra sobre un océano de magma presente en las

profundidades de la Tierra, impidiendo su desplazamiento. Entonces una placa comienza a desplazarse sobre o bajo la otra originando lentos cambios en la topografía. Pero si el desplazamiento es dificultado, comienza a acumularse una energía de tensión que en algún momento se liberará y una de las placas se moverá bruscamente contra la otra rompiéndola y liberándose entonces una cantidad variable de energía que origina el Terremoto.

- ❖ *Fallas*: Las zonas en que las placas ejercen esta fuerza entre ellas se denominan fallas y son, desde luego, los puntos en que con más probabilidad se originen fenómenos sísmicos. Sólo el 10% de los terremotos ocurren alejados de los límites de estas placas.
- ❖ *Otras Causas de Terremotos*: La actividad subterránea originada por un volcán en proceso de erupción puede originar un fenómeno similar. También se ha estimado que una fuerza extrínseca, provocada por el hombre, podría desencadenar un terremoto, probablemente en un lugar donde ya había una falla geológica. Es así como se ha supuesto que experimentos nucleares, o la fuerza de millones de toneladas de agua acumulada en represas o lagos artificiales podría producir tal fenómeno.

El peligro potencial sísmico, está referido a un lugar determinado de la Tierra, es la probabilidad de que, en algún lugar de su entorno y dentro de un intervalo de tiempo determinado, ocurra un sismo que produzca un efecto determinado en ese lugar (comúnmente, una aceleración dada). Usualmente no se toman en cuenta, para el cálculo del peligro potencial sísmico, los posibles efectos de amplificación local, dirección, etc., que puedan modificar los efectos esperados en un terreno estándar. Así, el peligro potencial sísmico será muy grande en un lugar rodeado de fallas activas, o muy cercano a ellas (como, por ejemplo, Yakutat, en Alaska) y muy pequeño en los lugares lejanos de regiones sismogénicas, independientemente de que éstos se hallen habitados o no.

Son claves esenciales para la evaluación del peligro potencial sísmico la correcta evaluación de la probabilidad de ocurrencia de sismos [la probabilidad de ocurrencia de un sismo de determinada magnitud, en un tiempo dado, se llama *riesgo de sismo* (Lomnitz, 1974); y es distinto del riesgo sísmico definido más adelante] en las posibles fuentes situadas alrededor de un lugar determinado; lo cual requiere, naturalmente, poderlas identificar como tales.

Se llama *riesgo sísmico* a la probabilidad de ocurrencia, dentro de un plazo dado, de un sismo que cause, en un lugar determinado, cierto efecto *definido como pérdidas o daños determinados*. En el riesgo influyen el peligro potencial sísmico, los posibles efectos locales de amplificación, directividad, etc., la vulnerabilidad de las construcciones (e instituciones) y las pérdidas posibles (en vidas y bienes) (Mayer, 1986).

El riesgo sísmico depende fuertemente de la cantidad y tipo de asentamientos humanos localizados en el lugar. Aunque el peligro potencial sísmico es muy alto, el riesgo sísmico es pequeño en una región con relativamente con pocos habitantes; pero la cantidad de personas que viven allí, la cercanía a las fallas (16), y el tipo de construcción, hacen que el riesgo sísmico sea muy grande; esto es claro al comparar el número de víctimas, para uno y otro lugar.

El riesgo sísmico en la ciudad de México varía muchísimo de lugar a lugar; es grande en la zona centro, construida sobre sedimentos lacustres, donde el efecto local de amplificación de ondas de periodos del orden de 2s, derribó gran cantidad de

construcciones durante el sismo del 19 de septiembre de 1985, y es pequeña en zonas como el Pedregal de San Ángel, donde las construcciones, de buena calidad generalmente, están asentadas sobre roca o sedimentos muy bien compactados (UNAM, 1985). Sin embargo, el peligro potencial sísmico de esta ciudad no es muy grande, ya que se encuentra alejada de las regiones donde se producen los grandes terremotos.

El efecto local más común es el de amplificación de las ondas sísmicas; cuando una onda sísmica pasa de un medio a otro con diferentes propiedades elásticas, su energía se divide, en general, en ondas transmitidas y reflejadas, cuya amplitud depende del ángulo con el cual llegó la onda incidente y de la diferencia entre las propiedades elásticas de los medios. Si una onda pasa de cierto medio a otro con menor rigidez, podrá producir, con la misma energía, ondas de mayor amplitud, pues cuesta menos trabajo deformar el nuevo medio; esto es lo que pasa cuando una onda pasa de roca sólida a sedimentos poco consolidados (Kovacs y Yao, 1972),(Tucker y King, 1984).

Otro efecto observado en sedimentos del tipo de arenas o arcillas es el de *licuefacción*, que hace que el terreno fluya como si fuera un líquido (Faccioli y Reséndiz, 1976). Esto es obviamente fatal para las construcciones asentadas sobre este tipo de suelos.

La forma del basamento en los valles puede hacer efecto de lente, enfocando las ondas sísmicas en determinados puntos o líneas llamados *cáusticas*, a donde llegará, por lo tanto, gran cantidad de energía, y pueden presentarse otros efectos de amplificación debidos a la topografía o a una composición compleja del suelo (Brune, 1976), (Munguía, y Brune, 1984).

Finalmente en lugares donde hay sedimentos confinados, como en los valles, si la alimentación de energía sísmica se prolonga durante un tiempo largo (del orden de minutos), con ondas de periodo cercano al de los modos propios de los sedimentos, éstos pueden comenzar a *resonar*, es decir, vibrar en sus modos propios, de manera que el movimiento aumenta cada vez más, como un columpio al que empujamos siguiendo el ritmo de sus oscilaciones (Bard y Bouchon, 1985). Éste es uno de los efectos que causaron grandes daños en la ciudad de México en septiembre de 1985.

Para el cálculo del riesgo es necesario tomar en cuenta no sólo el tamaño de los posibles sismos, sino también sus posibles funciones de fuente, pues los efectos sobre los edificios pueden variar dependiendo de la duración y del contenido de frecuencias de las ondas (Hall y Beck, 1986); ésta es una de las causas por la que otros sismos grandes no han sido tan destructivos para los edificios de la ciudad de México.

El cálculo del riesgo sísmico es un factor importante para la planeación de construcciones, especialmente hospitales, escuelas, plantas nucleares, etc., situadas en regiones sísmicas. Aunque es posible construir edificios que resistan cualquier tipo de sismo, generalmente no es costeable hacerlo, particularmente en países subdesarrollados.

Para ello, es importante la zonificación, que consiste en determinar en un país o una región las zonas de alto y bajo riesgo sísmico según las condiciones locales (cercanía a fallas activas, peligro sísmico en ellas, efectos de la estructura local del suelo, etc.) que afectarían a una construcción tipo (lo que permite definir el riesgo a partir de una aceleración, en general horizontal, llamada *aceleración de diseño*), se llama *zonificación* (Gaus y Sherif, 1972), y es de gran utilidad para la elaboración y aplicación de códigos de construcción.

Cuando la zonificación se hace con gran detalle, como el necesario para describir el riesgo sísmico de las distintas partes de la ciudad, se llama *microzonificación*. Generalmente los valores de peligro potencial y riesgo sísmicos, reflejados en la zonificación, se consideran invariantes en el tiempo; por lo que son apropiados como base para tomar medidas preventivas permanentes, como códigos de construcción (Evison, 1982).

Los eventos sísmicos pueden provocar interrupción y daños en las actividades socioeconómicas e infraestructura de una región en particular. El grado de afectación está en función del grado de vulnerabilidad de las mismas. La experiencia ha demostrado que con una acertada planificación y la aplicación de medidas preventivas y correctivas para reducir la vulnerabilidad se puede minimizar el efecto de la ocurrencia de un evento sísmico. Por lo tanto, el conocer el nivel de exposición sísmica y la vulnerabilidad de las edificaciones en la ciudad, permitirá a las instituciones y gobierno correspondientes utilizar dicha información para la preparación de planes relacionados con el uso del suelo, planificación urbana e implementación del uso de normativas de diseño y construcción que aseguren un comportamiento adecuado de las estructuras cuando ocurra un evento sísmico severo en la región sur del país (**Fig. 7**)



Figura 7. Casa Habitacional Irregular.

Sismicidad en Acapulco

El Municipio de Acapulco, al igual que los municipios vecinos Coyuca de Benítez y San Marcos, se encuentran muy cercanos a la zona de subducción clasificada como la de mayor peligro sísmico en nuestro país, por lo que está sujeto a un nivel alto de peligro, no sólo por la frecuencia de ocurrencia de los temblores sino por las grandes magnitudes que éstos alcanzan y la relativa poca profundidad de sus hipocentros (15 a 20 Kilómetros).

Existe la posibilidad de que la energía acumulada para producir un temblor de tal magnitud, sea liberada por varios movimientos de magnitud menor, por ejemplo 2 de magnitud 8 ó 4 de magnitud 7.8, lo cual no deja de representar una amenaza importante si se considera la posibilidad de que esto suceda en un lapso de pocos años, como a principios de este siglo.

Incendios forestales

En las últimas décadas el incremento del número de incendios forestales ha sido tal que hoy podemos catalogar este fenómeno de auténtica 'plaga' moderna. En algunas zonas del planeta el clima de preocupación y alarma social que se genera es superior al provocado por otras catástrofes naturales, aunque alguna de ellas, como las riadas, estén directamente relacionadas con la pérdida de vegetación originada por los incendios. Al igual que la cura de cualquier enfermedad pasa necesariamente por identificar el agente causante de la misma, para combatir los incendios forestales es preciso actuar sobre las causas que los originan, poniendo todos los medios necesarios para que las circunstancias que propiciaron su aparición no se repitan de nuevo (Porrero, 2001).

En los últimos tiempos, el comportamiento de los incendios y la extensión de la superficie dañada se han convertido en un tema de debate y preocupación en México, sobre todo por su determinante significado en el acelerado proceso de deforestación que sufre el territorio nacional, esto es la quema de bosques y selvas, a partir de incendios identificados y reconocidos oficialmente como tales, alcanza dimensiones considerables y además se localizan con claridad o resultan evidentes para la opinión pública. La mayor parte de estas conflagraciones son consecuencia de quemaduras llevadas a cabo con fines agrícolas o de pastoreo, que salen fuera de control y están por lo tanto relacionadas con los ritmos estacionales y su incidencia regional.

Existe otro tipo de incendios que no se registran en la información oficial, ya que son numerosos, muchas veces contiguos, y se llevan a cabo de manera regular en la época de estío como herramienta de desmonte de la tierra sin rebasar los límites previstos por quienes los provocan.

La totalidad de los incendios forestales registrados son provocados por la acción humana y la vegetación más afectada son praderas y matorrales naturales, concentrando más de la mitad de la superficie afectada, seguida por el arbolado nativo y en menor magnitud las plantaciones comerciales (*Programa de Medio Ambiente Libertad y Desarrollo, 2003*).

Los incendios se clasifican tradicionalmente en subterráneos superficiales y de copas. Todos se inician como superficiales, salvo en el caso de iniciarse por un rayo.

Los subterráneos: son peligrosos pues son difíciles de detectar y destruyen las raíces, muriendo luego el árbol por completo. Como el oxígeno es limitante, se desarrollan sin llama, avanzando muy lentamente.

Los superficiales: queman las plantas del sotobosque (éstas no necesariamente mueren) y queman parte del perímetro del tronco de los árboles. Dependiendo de la intensidad (calorías liberadas) y la velocidad del viento y de la especie y edad de los individuos del bosque, estos sufrirán más o menos el incendio.

Los de copas: son los más graves ya que se queman las hojas y las ramas finas, y los árboles mueren. Se constituyen cuando las llamas de un fuego superficial alcanzan las primeras ramas de la copa, y de esto se deduce lo siguiente:

* La intensidad del incendio debe ser importante para que esto ocurra, es decir debe haber mucho material leñoso seco (20% ya es riesgoso) y de dimensiones adecuadas sobre el suelo.

* Las ramas de la copa deben estar bajas. (Alfa Literario, 1993).

A continuación se describen las causas más frecuentes de los incendios forestales: Actividades agropecuarias, intencional, fogatas, fumadores, actividades silvícolas, derechos de vía, otras actividades productivas y otras causas.

Las causas naturales son: Rayos, volcanes; accidentales: accidentes automovilísticos, ferroviarios y aéreos, ruptura de líneas eléctricas; negligencias: quemas agropecuarias, fogatas de excursionistas, fumadores, quema de basura, uso del fuego en otras actividades productivas dentro de las áreas forestales; Intencionales: Conflictos entre personas o comunidades, tala ilegal, litigios; desconocidas: Aquellas que no pueden clasificarse dentro de las anteriores; época: Temporada de peligro de incendios en función de los factores meteorológicos y uso del fuego por parte de las actividades humanas: mes; día de la semana; hora del día; lugar: Que define la zona de peligro en una región por las vías de transporte; centros de población y por mayor acceso de la población a las áreas forestales.

En Acapulco el problema que podemos encontrar con relaciona los incendios forestales es el zona que corresponde al Parque Nacional El Veladero, ya que este es el lugar mas propicio para este tipo de riesgo (**Fig. 8**).

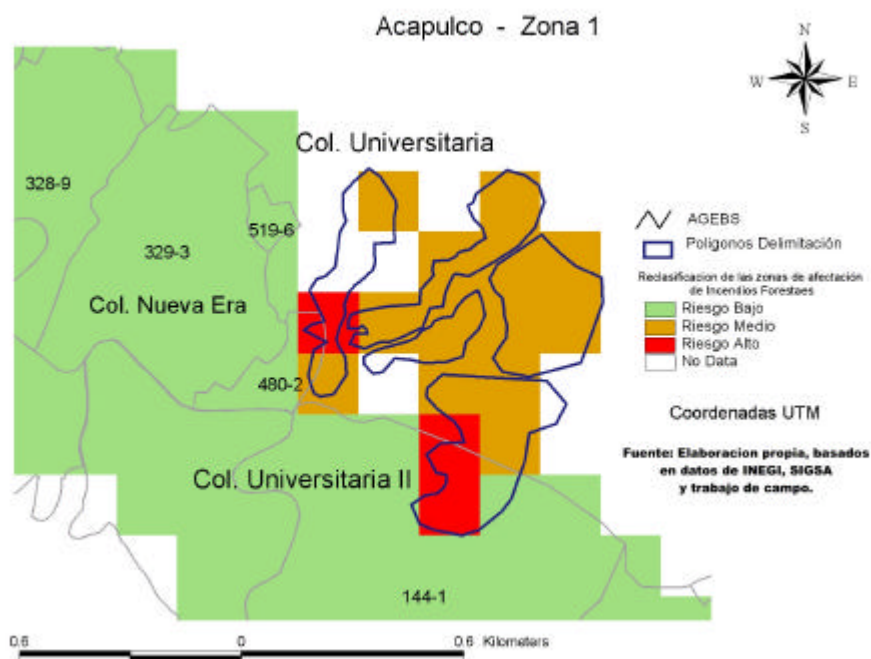


Figura 8. Zonificación del Riesgo en el corazón de Acapulco.

Conclusiones

Debido a la accidentada topografía del terreno se dificulta el suministro de servicios públicos así como la infraestructura urbana indispensable para atender las necesidades de comunicación de estos asentamientos, todo esto es debido a la incapacidad o complicidad de autoridades en sus tres niveles de gobierno, quienes han tolerado las

invasiones de terrenos aun en zonas de alto riesgo para vivir, mas que nada para obtener apoyo y votos de la personas, cuando se necesitan en cuestiones políticas.

Los habitantes de las colonias descubren su vulnerabilidad ante los fenómenos naturales, estos aceptan el riesgo de mantenerse en el lugar al igual que las autoridades quienes han permitido el asentamiento de personas en lugares de alto riesgo, por lo que ambos están concientes del peligro que estas representan.

Bibliografía

Bard, P., y M. Bouchon (1985), "*The two dimensional resonance of sediment filled valleys*". *Bull. Seism. Soc. Amér.*, vol. 75, pp. 519-541.

Brune, J. (1976), "The physics of earthquake strong motion", *Seismic Risk and Engineering Decisions*, C. Lomnitz y E. Rosenblueth (comps.), Elsevier Scientific Publishing Corporation, Países Bajos, pp. 141-177.

Alfa Literario (1993), *El Gran Libro de la Provincia de Santa Cruz*. Centro. Milenio Ediciones.

Evison, E (1982), "Earthquake forecasting and countermeasures planning". *Earthquake. Pred. Res.*, Vol. 1, pp. 115-124.

Gaus, M., y M. Sherif (1972), "Zonation and microzonation", en *Proceeds. Int. Conf. Microzonation*, Seattle, EUA, Oct.-Nov. 1972, pp. 3-11.

GNU (2005), *Free Documentation License*, en red: <http://www.gnu.org/copyleft/#TOC1>/13/11/2005.

Hall, J., y J. Beck (1986), "Structural damage in Mexico City". *Geoph. Res. Lett.*, vol. 13, pp. 589-592.

Lomnitz, C. (1974), *Global Tectonics and Earthquake Risk*. Elsevier Publishing Corporation.

Kovacs, W., y J. Yao (1972), "Microzonation in design of seismic structures", en *Proceeds. Int. Conf. Microzonation*, Seattle, EUA, Oct.-Nov. 1972, pp. 665-670.

Mayer-Rosa, D. (1986), *Tremblements de terre. Origine, risque et aide*. Comisión Nacional Suiza de la UNESCO y Comisión Nacional Suiza de Geofísica.

Munguía, L., y J. Brune (1984), "Local magnitude and sediment amplification observations from earthquakes in Northern Baja California-Southern California region". *Bull. Seism. Soc. Amer.*, Vol. 74, pp. 107-119.

OPS (1982), *Salud Ambiental con posterioridad a los desastres naturales. Guía de Saneamiento en Desastres Naturales*. México

Porrero M. A. (2001), *“Incendios Forestales. Investigación de Causas “*. Mundi Prensa, España.

Programa de Medio Ambiente Libertad y Desarrollo, N° 76 – Diciembre 2003. En www.lyd.com/16/01/2006.

Toscana A., *Paulina*. (2003), *La configuración de un desastre. (Tesis de Maestría)*. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México,

UNAM (1985), *El temblor del 19 de septiembre de 1985 y sus efectos en las construcciones de la ciudad de México*. Informe preliminar, Instituto de Ingeniería, UNAM, México.