

# Determinación de la población en riesgo por deslizamiento de laderas en la ciudad de Tepic

Determination of the population at risk of sliding slopes in the city of Tepic

Por María Gabriela Beas-Medina<sup>1</sup>, Javier López-Solis<sup>1</sup>, Erika Imelda García-Ramírez<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Tepic, <sup>2</sup>Instituto Tecnológico del Sur de Nayarit

Dirección electrónica del autor de correspondencia: arteydiseno.1993@gmail.com

Recibido: Julio 8 de 2014  
 Aceptado: Noviembre 14 de 2014

**RESUMEN:** Los deslizamientos de laderas son eventos catastróficos que amenazan a la población mundial donde las lluvias y la infraestructura son factores detonadores de la tragedia. Tepic no es ajeno a estos desastres, en mayo de 2012 las autoridades decidieron reubicar 80 viviendas de la colonia Las Conchas por estar en peligro. Se sabe de muchas otras zonas urbanas al pie de laderas que han sufrido alguna calamidad, sin embargo no se tiene información registrada. El presente estudio se realizó con la finalidad de identificar y cuantificar a la población en riesgo por deslizamiento de laderas de los cerros que rodean a la ciudad de Tepic. Se utilizó la metodología del Sistema Nacional de Protección Civil. Como resultado se localizaron 4 zonas con 33 colonias vulnerables y 13,474.13 habitantes en riesgo. Se concluye que sí existe riesgo por deslizamiento en laderas, esta información ayudará a prever, evitar o mitigar el daño a través de la regulación y la planificación adecuada del uso del suelo y de la toma oportuna de decisiones.

**PALABRAS CLAVE:** Riesgo, deslizamientos, laderas, población, vulnerabilidad, superficie.

**ABSTRACT:** The landslides are catastrophic events that threaten the world's population where rainfall and infrastructure are factors triggers the tragedy. Tepic is no stranger to these disasters, in may 2012 the authorities decided to relocate 80 homes in the neighborhood "Las Conchas" as being in danger, we know of many other urban areas at the foot of slopes that have suffered some calamity, however, not have recorded information. The present study was realised in order to identify and quantify the population at risk of the sliding of the hillsides surrounding the city of Tepic. The methodology of the National Civil Protection System was used. As a result 4 zones with 33 colonies and 13474.13 vulnerable population at risk is located. We conclude that there exists hillside landslide risk, this information helps to predict, prevent or mitigate damage through adequate regulation and land use planning and timely decision making.

**Key words:** Risk, slips, slopes, population, surface.

## Introducción

La ocurrencia de los desastres naturales está definida por las carencias económicas, sociales, políticas e institucionales que establecen altas exposiciones y vulnerabilidades, devienen luego, trágicamente, en altas pérdidas humanas y materiales (Bohórquez, 2012). Las estadísticas a nivel mundial demuestran que los desastres naturales van en aumento, lo que genera pérdidas humanas, desequilibrios sociales, y económicos (OSSO, 2005). Tan sólo en América Latina se estima que durante el siglo XX las víctimas de desastres naturales fueron aproximadamente 5,000 por año (Montiel *et al.*, 2008)

La inestabilidad de laderas, también llamado deslizamiento, es un desastre natural que ha estado presente a lo largo de la historia de la Tierra, y para poder conocer su impacto potencial presente y futuro, es esencial entender la huella que ha dejado en el pasado (Alcántara, 2000).

Existen eventos históricos ocurridos en el siglo XX, de los cuales destacan los siguientes: 9 de octubre de 1963 en Belluno, Italia: 3,700 muertos por un flujo de tierras; el 18 de julio de 1964 en Nigata, Japón: 108 muertos y 50 mil damnificados; 19 de

marzo de 1971 en Chugar, Perú: 600 muertos por un deslizamiento de rocas (Frausto, 1999). En el presente siglo el caso más impactante a nivel mundial el deslizamiento de laderas ocurrido en Afganistán el pasado 2 de mayo de 2014 con más de 2,500 personas muertas o desaparecidas, 1,000 casas sepultadas bajo toneladas de lodo a 30 m de profundidad.

En México, el terremoto del 29 de octubre de 1959 provocó derrumbes de rocas, deslizamientos y flujos de tierra en las localidades de Minatitlán, Oaxaca (800 muertos) y en Zacoapan, Colima (1,000 muertos) (Frauto, 1999). Del 01 de enero de 1970 al 31 de diciembre de 2013 se registraron como "deslizamientos" 1,491 eventos con 2,408 muertos, 1,322 desaparecidos, 11,384 viviendas destruidas y 332,732 damnificados; en Nayarit fueron 13 eventos con 5 muertos, un desaparecido y no existen datos registrados de viviendas destruidas. (OSSO, 2005). Por lo que es necesario realizar investigaciones relacionadas con este tema para prever un futuro desastre en las zonas urbanas asentadas en laderas.

López y López (2004) consideran que las zonas urbanas o ciudades son un ecosistema urbano, donde la planificación urbana juega un papel fun-

damental e insustituible como instrumento para la conservación de un balance entre el entorno natural y el asentamiento humano. En la mayoría de los países del mundo la protección civil va encaminada al tratamiento de los desastres desde un punto de vista integral, de forma interdisciplinaria (Cisero, 1995). El planteamiento urbanístico se convierte en factor inductor del riesgo al clasificar como urbanizables y urbanos suelos que, por su ubicación en pie de ladera deberían excluirse de cualquier proceso de urbanización (Gómez *et al.*, 2009).

El crecimiento anárquico en Tepic (Vázquez *et al.*, 2011) y los desequilibrios que se generan en su entorno; ponen de manifiesto la necesidad de realizar estudios con bases científicas de riesgos en zonas urbanas, desde el punto de vista interdisciplinario. Los asentamientos urbanos en las laderas de la ciudad de Tepic nos muestran el vacío de información y la inadecuada toma de decisiones, al no tener identificadas las zonas de riesgo, para prevenir daños en la población, o buscar formas de mitigación que reduzcan pérdidas ya sea de vidas, viviendas, equipamiento o infraestructura.

El objetivo de este estudio fue determinar, identificar y cuantificar la población en riesgo por deslizamiento de laderas que envuelven a la ciudad de Tepic, Nayarit. Se espera que esta información sea la base para la elaboración de planes de desarrollo y otros programas que puedan mitigar tanto las probabilidades como las consecuencias de un desastre.

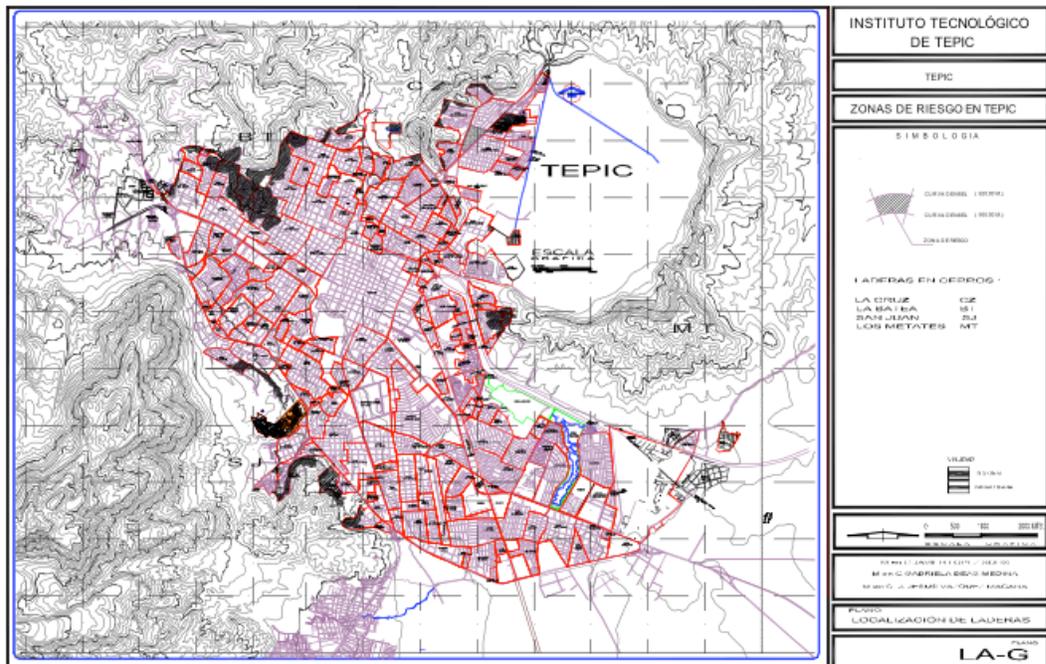
### Materiales y métodos

La metodología empleada en este estudio fue basada en el procedimiento que el Sistema Nacional de Protección Civil utiliza para la identificación de Zonas de Riesgo en Centros de Población.

**1.- Trabajo de campo.** Se realizaron salidas de reconocimiento y verificación de datos topográficos del INEGI dentro del área en estudio, se recabaron datos que fueron registrados en copias de planos base, memorias descriptivas y fotografías digitales para su manejo posterior.

**2.- Ubicación del área de deslizamientos.** Se utili-

zó la metodología de Jan S. Bazant (2003), entre los meses de mayo y junio del 2014, en temporada de lluvias, mediante la utilización de planos digitalizados del Plan de Desarrollo Urbano de Tepic, y con la información recabada en las 14 salidas de campo y 33 puntos de verificación que corresponden a cada una de las colonias, con ayuda del software AutoCad versión 2014 se calculó la superficie total de cada una de las colonias, con la sobre posición de la capa de curvas de nivel se determinó el área vulnerable así como la pendiente máxima de cada una de las colonias vulnerables. Se ubicaron puntualmente en los planos digitalizados las zonas de laderas, se marcó una zona de influencia en las áreas con una pendiente mayor al 30%, se identificaron así a las colonias vulnerables con sus claves referenciales de INEGI. Por último se elaboró el plano correspondiente para el Sistema Geológico: LA-G (fig. 1).



**Figura 1.** Zonas de riesgo por deslizamiento de laderas en Tepic. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI y Plan de Desarrollo Municipal de Tepic, 2010.

**3.- Cálculo de las densidades de población de las colonias.** Se elaboraron las tablas de Densidades de Población de las colonias vulnerables por laderas, con datos de la población y viviendas habitadas que fueron obtenidos del Inventario Nacional de Viviendas, derivado del Censo 2010 del INEGI. Se determinó la superficie por medio del análisis de planos digitalizados del Plan de Desarrollo Urbano de Tepic 2000-2020, así como la densidad de población.

**4.- Análisis de datos.** Ya conocida el área de deslizamiento se determinaron los porcentajes de superficies vulnerables por deslizamiento de laderas de cada una de las colonias, se multiplicó por su densidad de po-

blación para obtener la población vulnerable total de cada una de las colonias. Se construyeron tablas de población y superficie vulnerable

### Resultados

Se atendieron las recomendaciones del Sistema de Protección Civil para identificar zonas propensas a inestabilidad de laderas naturales y del Plan de Desarrollo Urbano de Tepic 2000-2020 en su capítulo II Nivel Normativo, se encontraron 4 zonas dentro del área en estudio que tienen superficies con una pendiente mayor al 30%: ladera en el cerro San Juan, ladera en el cerro La Batea, ladera en el cerro de La Cruz y ladera en el cerro Los Metates.

Ladera en cerro San Juan. Se localiza al suroeste de la ciudad, afecta a 8 colonias, tiene una densidad de población que va de 0.06 a 8.40 hab/ha; con una superficie vulnerable de 24.05 ha y una población vulnerable de 374.41 habitantes. Las colonias más significativas en cuanto a su población que se ven afectadas, son las colonias Insurgentes con 308.30 habitantes con un 82.34%, El Pedregal con 15.28 habitantes con un 4.08% y Gardenias con 11.73 habitantes, con un 3.13% (Tabla 1). La colonia que tiene mayor pendiente es la colonia Minerva con un 67.61%.

**Tabla 1.- Población y colonias vulnerables Ladera en cerro de San Juan**

Clave	Colonia	Población total	Población vulnerable	Colonia %	Ladera %
		( b )	( j )	(n)=j / b*100	( p )=j / o=sumaj*100
070-D	Insurgentes	985	308.30	31.30	82.34
122-C	El Pedregal	794	15.28	1.92	4.08
058-C	Gardenias	95	11.73	12.35	3.13
045-F	Felix Peña	285	10.46	3.67	2.79
110-L	Nueva Alemania	900	10.10	1.12	2.70
194-H	Minerva	60	8.62	14.37	2.30
197-K	S/N	51	6.31	12.37	1.69
026-C	Colinas Del Rey	18	3.61	20.06	0.96
	Total	3188	374.41	11.74	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2010.

Ladera en cerro la Batea. Se ubica al noroeste de la ciudad, afecta a 16 colonias, con una densidad de población que va de 3.49 a 15.06 hab/ha; con una superficie vulnerable de 121.08 ha y una población vulnerable de 10,059.71 habitantes. Las colonias más afectadas en cuanto a su población son las colonias Lomas Altas con 2,157.54

habitantes, Luis Echeverría con 1,964.48 habitantes, y América Manríquez con 1,619.12 habitantes (Tabla 2). La colonia que tiene mayor pendiente es la colonia 1° de Mayo con un 46.14%.

**Tabla 2.- Población y colonias vulnerables Ladera en cerro La Batea**

Clave	Colonia	Población total	Población vulnerable	Colonia %	Ladera %
		( b )	( j )	(n)=j / b*100	( p )=j / o=sumaj*100
088-D	Lomas Altas	2280	2157.54	94.63	21.45
097-C	Luis Echeverría	2210	1964.48	88.89	19.53
006-F	América Manríquez	1729	1619.12	93.64	16.10
095-D	López Mateos	4098	1181.82	28.84	11.75
115-C	Ojo de Agua	3946	715.14	18.12	7.11
039-L	Emiliano Zapata	5101	634.75	12.44	6.31
166-F	Unidad Obrera	2330	520.51	22.34	5.17
089-I	Lomas Bonitas	2037	410.32	20.14	4.08
187-H	S/N	1149	349.44	30.41	3.47
207-G	1° de Mayo	569	214.48	37.69	2.13
148-H	Santa Fe	1706	105.29	6.17	1.05
063-D	La Huerta	1053	59.54	5.65	0.59
094-J	Lomas del Valle	1293	46.38	3.59	0.46
183-J	Ampliacion Ojo de Agua	199	46.26	23.25	0.46
117-B	El Palomar	281	23.74	8.45	0.24
131-B	El Punto	367	10.9	2.97	0.11
	Total	30348	10059.71	33.15	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2010.

Ladera en cerro de la Cruz. Se encuentra al noreste de la ciudad en el sector Estadios, afecta a 5 colonias, con una densidad de población que va de 2.57 al 16.27 hab/ha; con una superficie vulnerable de 11.91 ha y una población vulnerable de 1,429.61 habitantes. Las colonias más significativas en cuanto a su población que se ven afectadas, son las colonias Las Conchas con 540.22 habitantes, Emilio Manuel González con 472.94, y La Reforma con 214.95 habitantes (Tabla 3). La colonia que tiene mayor pendiente es la colonia Loma Hermosa con un 39.84%.

**Tabla 3.- Población y colonias vulnerables Ladera en cerro de La Cruz**

Clave	Colonia	Población total	Población vulnerable	Colonia %	Ladera %
		( b )	( j )	(n)=j / b*100	( p )=j / o=sumaj*100
030-J	Las Conchas	1876	540.22	28.80	37.79
040-C	Emilio M. González	2939	472.94	0.00	33.08
132-G	Reforma	2238	214.95	9.60	15.04
052-F	Francisco Villa	1679	176.16	10.49	12.32
185-I	Loma Hermosa	1274	25.34	1.99	1.77
	Total	10006	1429.61	14.29	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2010.

Ladera en cerro Los Metates. Localizada al sureste de la ciudad en el sector Tecnológico, afecta a 4 colonias, con una densidad de población que va de 5.38 al 15.50 hab/ha; con un superficie vulnerable de 12.24 ha y una población vulnerable de 1,610.40 habitantes. Las colonias más significativas en cuanto a su población que se ven afectadas, son las colonias Prieto Crispín con 1,279.02 habitantes, Zitacua con 235.28, y Genaro Vázquez con 66.76 habitantes (Tabla 4). La colonia que tiene mayor pendiente es la colonia Zitacua de 38.68%.

**Tabla 4.- Población y colonias vulnerables Ladera en cerro de Los Metates**

Clave	Colonia	Población total	Población vulnerable	Colonia %	Ladera %
		( b )	( j )	(n)=j / b*100	( p )=j / o=sumaj*100
127-F	Prieto Crispín	2944	1279.02	43.44	79.42
178-I	Zitacua	500	235.26	47.05	14.61
170-B	Genaro Vazquez	479	66.76	13.94	4.15
048-J	Flores Magon	552	29.36	5.32	1.82
	Total	4475	1610.4	35.99	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2010

La ladera más significativa en cuanto a la población afectada es la ladera en el cerro La Batea con 10,059.71 habitantes. La colonia con mayor pendiente es la colonia Minerva con 67.61% ubicada en el cerro San Juan. En total se ven afectadas 33 colonias, con una población vulnerable de 13,474.13 habitantes.

**Tabla 5.- Laderas con población en riesgo**

Sistema	Nombre	No. de Colonias vulnerables	Zonas vulnerables	
			Superficie	Población
			Ha	Hab.
Geológico	La Cruz	5	11.91	1429.61
	La Batea	16	121.08	10059.71
	San Juan	8	24.05	374.41
	Los Metates	4	12.24	1610.40
	Total	33	169.28	13474.13

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2010

### Conclusiones

Se puede concluir que sí existe población en riesgo por deslizamiento de laderas en la ciudad de Tepic. Con una población total de 322,863 habitantes el 4.17% está en riesgo por deslizamiento de laderas. Con el uso de esta información y la toma adecuada de decisiones es factible prever un desastre al realizar programas de reubicación, de mitigación, de revisión de normas y prácticas de usos de suelo, de reforzamiento de sitios y construcciones identificadas como vulnerables. Es importante la concientización y participación del todos los actores de la comunidad, involucrando a las autoridades con compromisos y planes a largo plazo, con una visión sustentada en el conocimiento científico interdisciplinario e interinstitucional.

### Referencias

- Alcantara Ayala, I. (2000). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. *Investigaciones Geográficas*(41), 7-25.
- Bezant, J. (2003). *Manual de Diseño Urbano*. México D.F: Trillas.
- Bohórquez, J. E. (Septiembre de 2012). Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. (UNAM, Ed.) *Investigaciones Geográficas* (81), 79-93.
- Cisero, R. (1995). *La prevención de desastres en México* (Vol. 2). México D.F.: Secretaria de Gobernacion.
- Briones Gamboa, F. (2010). Inundados, reubicados y olvidados: traslado del riesgo de desastres en Motozintla, Chiapas. *Revista de Ingeniería* (31), 132-144.
- Frausto Martínez, O. (1999). Derrumbes, deslizamientos y expansión natural del suelo provocados por la sismicidad en el graben de Cuauhtepic: región sur de la Sierra de Guadalupe en la Ciudad de México. *Investigaciones Geográficas* (38), 15-29.
- Gómez Moreno, M. D., y Granell Pérez, M. D. (2009). Movimientos de ladera y planeamiento urbanístico: Conflicto del Cerro del Ope, Archena (Murcia). *Papeles de Geografía* (49-50), 83-99.
- Gómez Moreno, M. D., y Granell Pérez, M. C. (2009). Movimientos de ladera y planeamiento urbanístico: conflicto del Cerro del Ope, Archena (Murcia). *Papeles de Geografía* (49-50), 83-99.
- Hernández Gómez Castro, C., y Castiblanco Rey, D. J. (Enero- Junio de 2010). Aproximación integral a la evaluación y manejo de riesgos sobre la infraestructura urbana. *Revista de Ingeniería* (31), 84-96.
- López Solís, J. (s.f.).
- Lopez, J. J., y López, C. A. (2004). El Urbanismo de Ladera: Un reto ambiental, tecnológico y del ordenamiento territorial. *Bitacora urbana territorial*, I(8), 94-102.
- López, J. J., y López, C. A. (2004). El Urbanismo de Ladera: Un reto ambiental, tecnológico y del ordenamiento territorial. *Bitacora urbana territorial*, I(8), 94-102.
- Montiel, K., González Bravo, Y., Loaiza Arellano, C., y Gouveia Muñeton, E. (2008). Inestabilidad de laderas en el barrio cerros de Marin, Maracibo, estado Zulia, Venezuela. *Terra nueva etapa*, 13-53.
- OSSO, C. (2005). La Red. Obtenido [www.desinventar.org](http://www.desinventar.org)
- Rodríguez Esteves, J. M. (2002). Los desastres naturales en Mexicali, B.C.: Diagnostico sobre el riesgo y la vulnerabilidad urbana. *Frontera Norte*, 14(27), 0.
- Schjetman, M., Calvillo, J., y Peniche, M. (2010). *Principios de Diseño Urbano Ambiental*. México D.F.: México: Árbol Editorial.
- Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y urbano. (2013). *Programas Nacionales de Desarrollo Urbano y de Vivienda 2013-2018*. México D.F.
- Vázquez Magaña, J. J., Beas Medina, M. G., y Contreras Espericueta, M. (2011). *Comportamiento hidráulico del Río Mololoa en Tepic, Nayarit, México*. Factor de riesgo en el subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento.