

# GOBIERNO DE MÉXICO



# Factores y actividades humanas que propician la inestabilidad de laderas y taludes

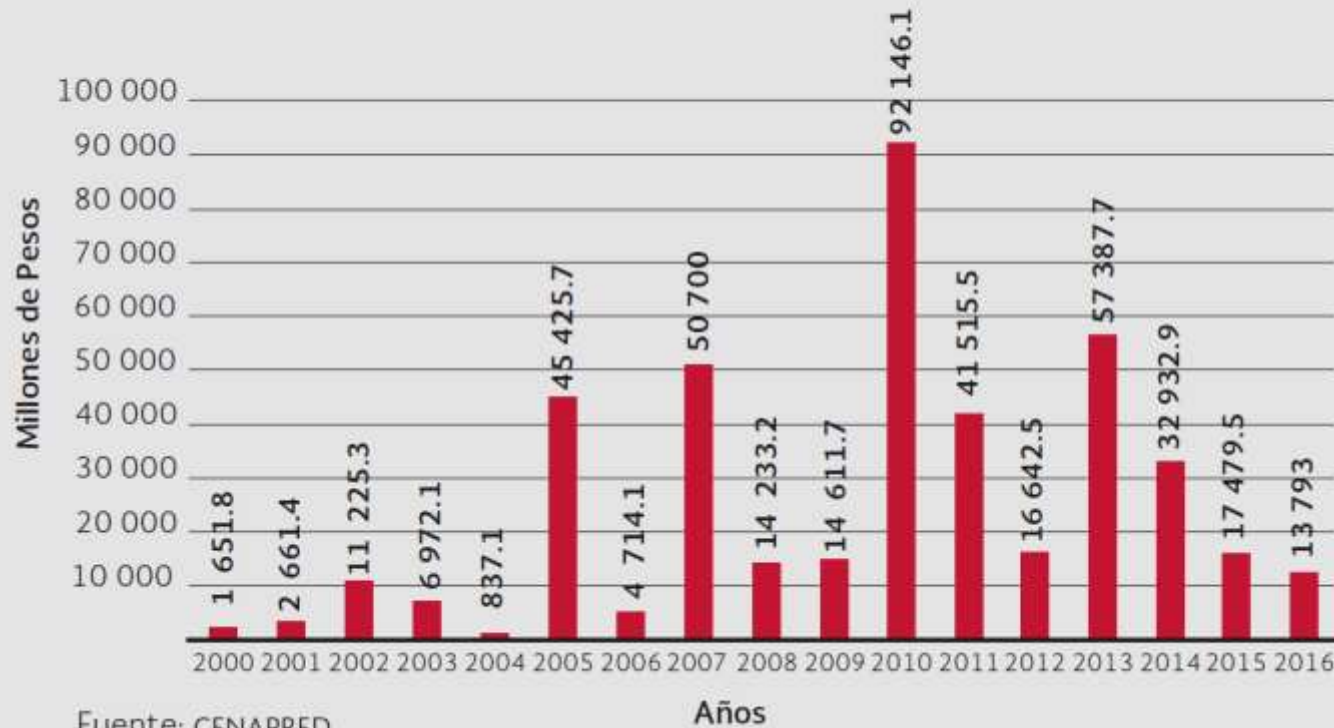
---

Subdirección de Dinámica de Suelos y  
Procesos Gravitacionales

CIUDAD DE MÉXICO A 28 DE MARZO 2019

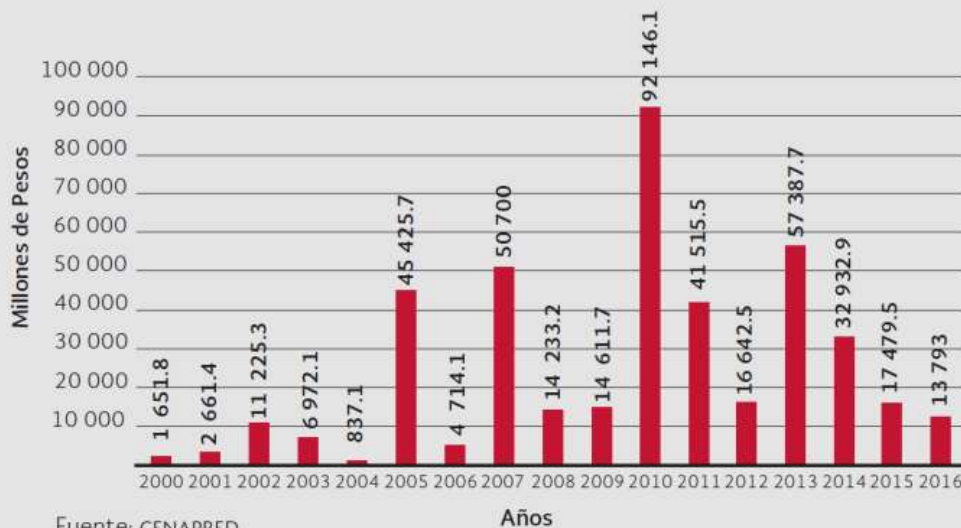
1. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA INESTABILIDAD DE LADERAS
2. DEFINICIONES
3. FUERZAS DE EQUILIBRIO Y FACTOR DE SEGURIDAD
4. EL AGUA COMO FACTOR DETONANTE DE INESTABILIDAD DE LADERAS
5. FACTORES ANTROPOGÉNICOS

**Gráfica 1. Impactos económicos anuales de los desastres 2000-2016 en millones de pesos (precios corrientes)**



**Costo económico por desastres naturales 2000-2016 (Millones de Pesos) : \$ 424, 929**

Gráfica 1. Impactos económicos anuales de los desastres 2000-2016 en millones de pesos (precios corrientes)



Fuente: CENAPRED

Año **2005**: Huracán **Wilma**

Año **2007**: Inundaciones en Tabasco

Año **2010**:

Huracán **Alex**

Huracán **Karl**

Huracán **Mathew**

Año **2013**:

Ciclones Tropicales

**Ingrid y Manuel**

De este Costo Global y del 2000 a 2015:

**2, 460 Millones de Pesos** corresponden a Deslizamientos de Laderas

Fuente: CENAPRED



**L7 Metrobús**



**Hospital General Regional en la  
Delegación Sur de la Ciudad de  
México (Tláhuac)**



Y a su vez han ocasionado:

**244** pérdidas de vida

Fuente: CENAPRED



**La Pintada, 2013**



Por ello, **cada año en las zonas montañosas de México ocurren numerosos casos de inestabilidad de laderas, principalmente durante la época de lluvias**, que en ocasiones llegan a afectar severamente poblaciones y vías de comunicación





# FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA INESTABILIDAD DE LADERAS



**SEGURIDAD**  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**CENAPRED**  
CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Los procesos que ocasionan la inestabilidad de las laderas están determinados por dos tipos de factores:

## **FACTORES INTERNOS O CONDICIONANTES**

Reducen la resistencia de los materiales, en otras palabras, disminuyen la concentración de Fuerzas Resistentes.

## **FACTORES EXTERNOS O DESENCADENANTES**

Producen un incremento en las Fuerzas Actuantes.



## FACTORES INTERNOS O CONDICIONANTES

Son aquellos que dependen de **la propia naturaleza, estructura y forma del terreno**, tales como:

### Pendiente



### Geomorfología



### Hidrologología



## Uso de suelo





## Tipo de roca y suelos



### Fracturas



## Intemperismo



### Estratificación



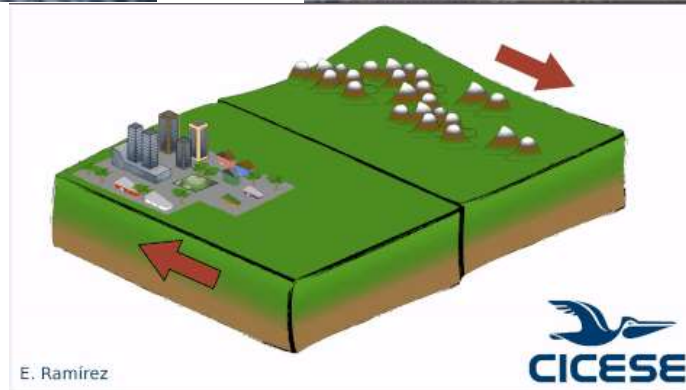
## FACTORES EXTERNOS O DESENCADENANTES

Son factores **externos que provocan o desencadenan la inestabilidad de laderas**, estos pueden ser:

### Lluvias



### Actividad volcánica



E. Ramírez

### Sismos



## Cortes



## Fugas de agua



## Sobrecargas





## En resumen:

### **FACTORES INTERNOS/CONDICIONANTES**

- Pendiente
- Geomorfología
- Hidrología
- Uso de suelo
- Tipo de roca y suelos
- Estratificación
- Fracturas
- Intemperismo

### **FACTORES EXTERNOS/DESENCADENANTES**

- Lluvias
- Actividad volcánica
- Sismos
- Cortes
- Sobre cargas
- Fugas de agua

**Una ladera se encontrará en condiciones estables mientras los FACTORES CONDICIONANTES SEAN FAVORABLES y los FACTORES DESENCADENANTES SEAN MINIMIZADOS O SUS EFECTOS MITIGADOS.**

## SUSCEPTIBILIDAD

“Es una propiedad del terreno que indica que tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, para que pueda ocurrir inestabilidad, y **se refiere solamente a factores intrínsecos de los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes**”.

Por lo tanto la **SUSCEPTIBILIDAD depende de los FACTORES INTERNOS/CONDICIONANTES.**



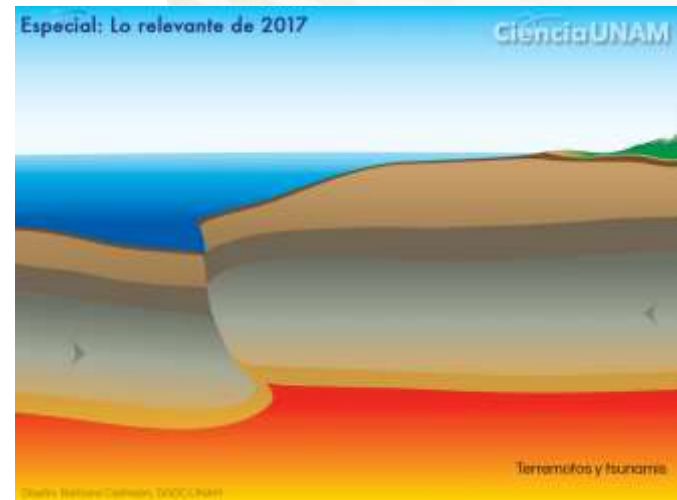




## **PELIGRO**

“Probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado.”

Por lo tanto el **PELIGRO depende de los FACTORES EXTERNOS/DESENCADENANTES.**



# FUERZAS DE EQUILIBRIO Y FACTOR DE SEGURIDAD

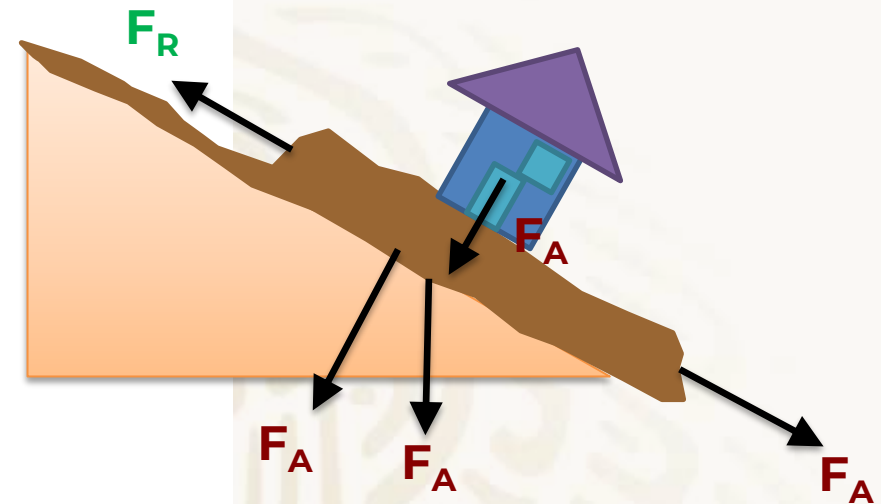
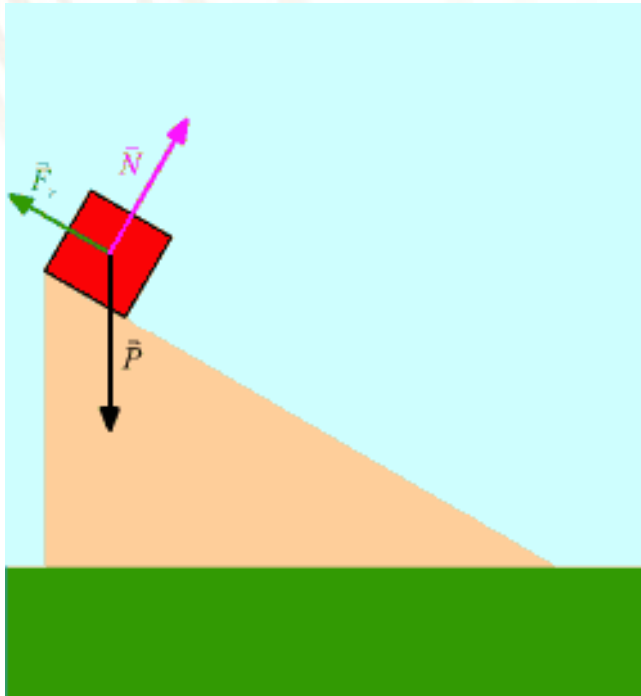


SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED  
CONSEJO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTROS

**INESTABILIDAD DE LADERAS = PÉRDIDA DE EQUILIBRIO + ACCIÓN DE LA GRAVEDAD**



La pérdida de equilibrio se da cuando:

las **FUERZAS ACTUANTES ( $F_A$ )** son mayores que las **FUERZAS RESISTENTES ( $F_R$ )**



Las Fuerzas Actuantes y Resistentes establecen una relación denominada **FACTOR DE SEGURIDAD (FS):**

$$FS = \frac{\text{FUERZAS RESISTENTES}}{\text{FUERZAS ACTUANTES}}$$

Por ello, **si las fuerzas resistentes son mayores que las fuerzas actuantes, se tendrán valores de FS mayores a 1.** Por lo tanto si:

$$FS > 1$$

**Existen condiciones de seguridad**

# EL AGUA COMO FACTOR DETONANTE DE INESTABILIDAD DE LADERAS

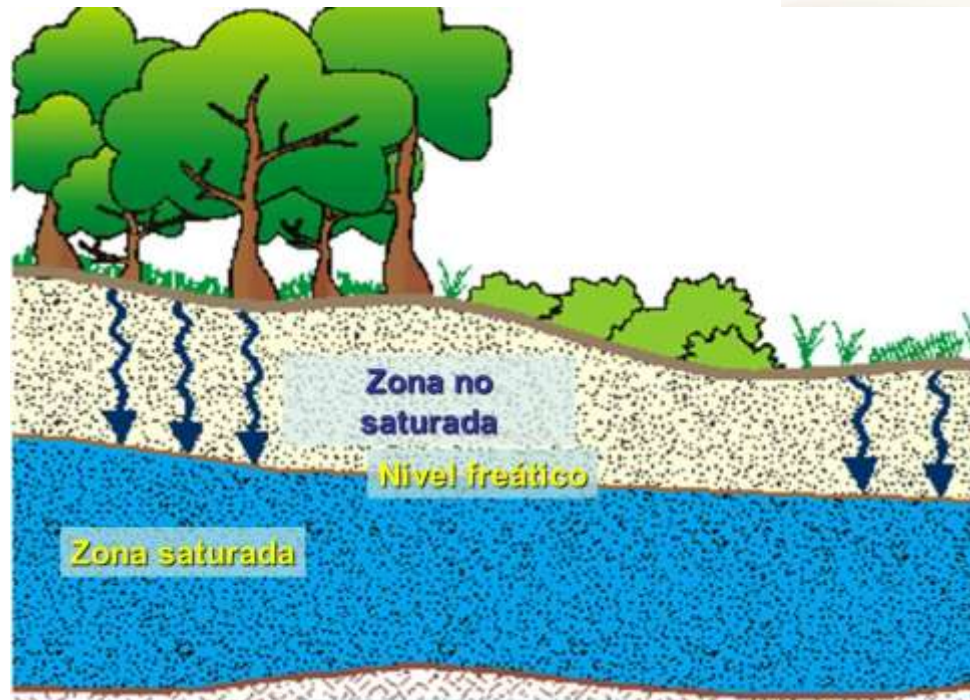


**SEGURIDAD**  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**CENAPRED**  
CONSEJO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTROS

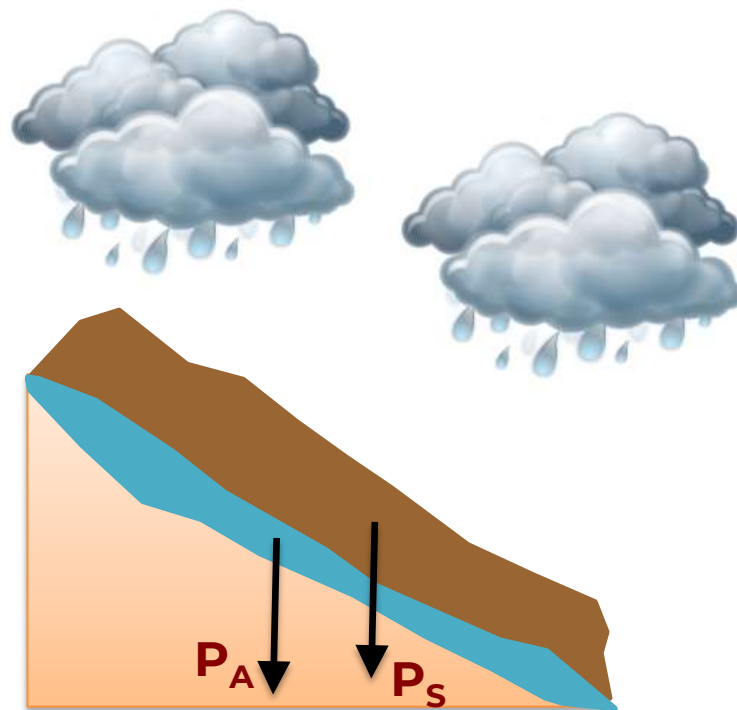
**Probablemente el factor más importante de todos** los que pueden provocar un problema de inestabilidad de laderas naturales, **sea el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo.**





Se puede decir que la presencia de agua en el subsuelo tiene tres efectos principales:

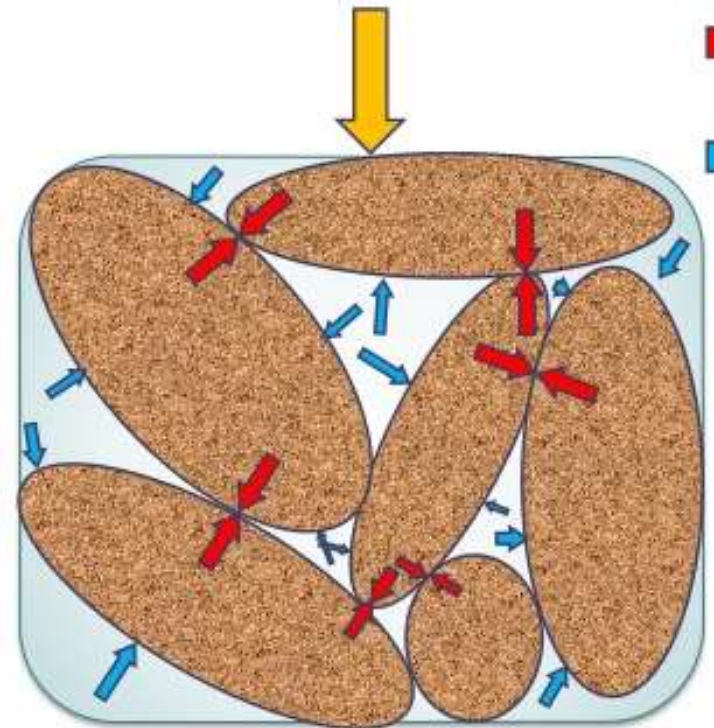
1) Incrementa el peso efectivo del material que satura.





2) Crea una presión en el agua que se localiza dentro del suelo.

3) Este incremento de presión interna tiene una tendencia a expandir la estructura formada por partículas sólidas de estos materiales, con lo que a su vez reduce la resistencia del suelo.





**Fenómeno Antropogénico (LGPC):** Agente perturbador producido por la actividad humana.

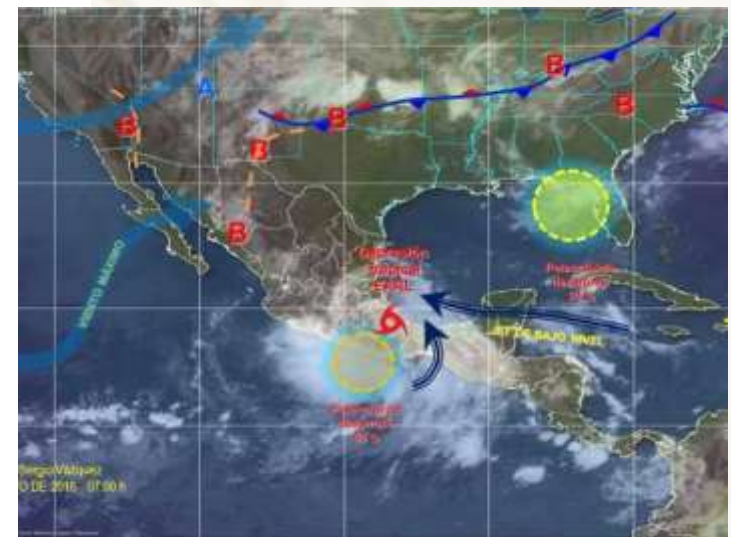
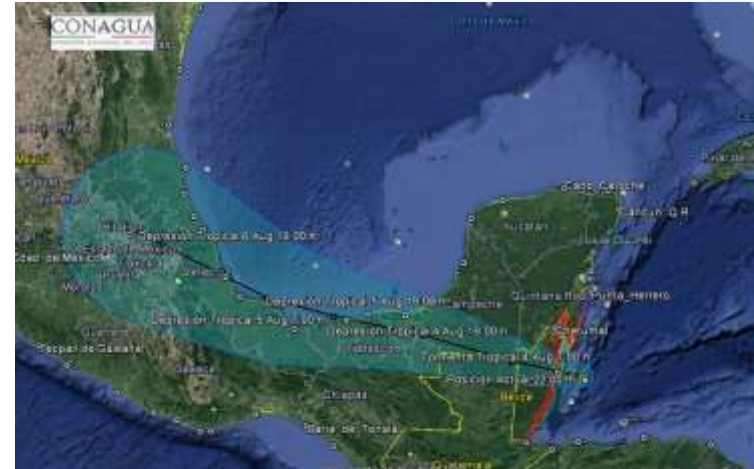
Entre las actividades humanas que pueden desencadenar problemas de inestabilidad de laderas se pueden contar:

- **Actividades de construcción que involucran cambios en la pendiente natural del terreno y que alteran el régimen natural de escurrimiento del agua superficial y subterránea.**
- **Cambios en la pendiente natural del terreno, resultantes de la construcción de terrazas para uso agrícola.**
- **Deforestación**
- **Actividad minera**



## Depresión Tropical *Earl*, agosto 2016

- Entre el 2 y el 6 de agosto de 2016.
- Lluvias muy intensas entre el 5 y el 7 de agosto en zonas montañosas de Veracruz, Puebla e Hidalgo.
- En la estación meteorológica de Huauchinango se registraron 276 mm de lámina de lluvia entre el 4 y el 7 de agosto.
- El umbral que detona deslizamientos para la región Golfo de México es de 348 mm.
- 55 fallecidos, 41 en la Sierra de Puebla, 13 en Veracruz y uno en Hidalgo.







**Xaltepec, municipio de Huauchinango**



## Camino a Cuacuila, municipio de Huauchinango



**Cuacuila, municipio de Huauchinango**



**Desarrollo habitacional Vista del Campo, Santa Fe**



**Desarrollo habitacional Vista del Campo, Santa Fe**



## Casos documentados por el CENAPRED

- 16 de septiembre de 2013
- Escarpe principal de 14 metros
- Volumen de 125 mil m<sup>3</sup>
- 42 metros de ancho
- 71 personas perdieron la vida
- Zona cafetalera.





**Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, 2018**



# ¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!





# CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES



---

MAYOR INFORMACIÓN:

Ing. Víctor Daniel Castillo Ramírez

[vcastillo@cenapred.unam.mx](mailto:vcastillo@cenapred.unam.mx)

Subdirección de Dinámica de Suelos y  
Procesos Gravitacionales

 @LaderasBusters