

## Movimientos en Masa - Mitigación

### Procesos que típicamente provocan movimientos en masa

- inestabilidad preexistente
- lluvias
- terremotos
- derretimiento de suelo congelado
- construcción humana (carreteras, casas, grading)
- irrigación
- rompimiento de infraestructura (acueductos, tuberías, etc.)

### Tectónica de Placas

- causa levantamiento, generando topografía
- causa fallas y fracturas que debilitan la corteza
- causa vulcanismo, weathering y erosión
- causa terremotos que pueden provocar deslizamientos y derrumbes

### El caso de Bogotá

- Bogotá se encuentra en una zona activa tectónicamente
- substrato blando como parte de depósitos cuaternarios. Zonas montañosas conformadas por rocas consolidadas del cretácico.
- fallamiento durante los pasados 15 millones de años (fracturas son planos de debilidad, acantilados pendientes)
- compresión y levantamiento de cordillera oriental (generando faldas). Fallas inversas y de rumbo en el piedemonte y valle del Magdalena
- los terremotos pueden ocasionar movimientos de masa

## Efectos ambientales en Bogotá

- weathering química y física en fallas
- erisión de los ríos puede incrementar erosión de la base de acantilados
- clima y lluvias constantes pueden ser provocadores

## Efectos Humanos en Bogotá

- irrigación en pendientes inestables
- siembra de plantas no nativas
- desarrollo en suelos no estables
- alteración del paisaje por desarrollo agresivo (aumento de pendientes, sobrepeso en las cabezas)
- cambios en nivel freático
  - extracción excesiva puede causar subsidencia (p.e., Valle de San Joaquin, 8.5m desde 1925; Las Vegas, 3m desde 1935)
  - irrigación puede subir nivel freático y lubricar el horizonte de deslizamiento
  - OK: nivel freático debajo del horizonte de deslizamiento
  - NO OK: nivel freático por encima del horizonte de deslizamiento
- da nos en infraestructura (p.e. drenaje de tormentas, tubos de agua, tanques sépticos, alcantarillado)

## Algunos Ejemplos

### Protección contra Movimientos en Masa

- algunas áreas están sujetas a amenazas de manera repetida
- para evitar, no construir en zonas de riesgo
- los geólogos buscan movimientos en el pasado (escarpes en la cabeza, franjas con árboles caídos o inclinados, montones de material suelto en la faldas de montañas geologists look for movements in the past (slump head scarps, swaths of flattened or tilted trees, piles of loose debris at base pf hills, monticulos o chichones de la superficie) para evaluar el riesgo de deslizamientos.
- Identificación de riesgos regionales

- carreteras, edificios, tuberías rotas
  - líneas de energía muy tensas o sueltas
  - grietas en el suelo (potencial cabeza de deslizamiento)
  - montículo en el suelo (pie del deslizamiento)
  - anomalías en la vegetación (cambios repentinos en contenido de agua por ejemplo)
  - troncos de árboles torcidos
  - investigación con instrumentos (tiltmeter, distancias entre puntos)
- Puntos para mapas de riesgos de deslizamientos
    - pendiente de laderas
    - fuerza y cohesión del substrato
    - grado de saturación de agua
    - buzamiento de las capas, fracturas, foliación con respecto a la pendiente
    - cobertura vegetal
    - clima
    - erosión en la base
    - sismicidad
- Prevención de movimientos en masa
    - revegetación
    - regrading
    - reducción de aguas subterráneas (mejorar drenaje, reducir irrigación, reparar piscinas con fugas)
    - prevenir erosión basal (poner barreras en las costas o los ríos)
    - construcción de estructuras de seguridad (estabilizar pendientes, muros de contención, regar los cortes de las carreteras con concreto, proteger carreteras con mallas para contener avalanchas)

## Movimientos en Masa submarinos

- deslizamientos rotacionales en deltas de los ríos
- masas de roca distorsionadas en zonas de subducción
- volcanes submarinos

Hawaii: mas grande movimiento en masa en la Tierra; deslizamientos y avalancha de escombros; algunas avalanchas de hasta 200 km de longitud; volúmenes de  $\approx 5,000\text{km}^3$  (10,000 grandes flujos subaéreos). colapso catastrófico del flanco del volcán, 70 en los últimos 20 Millones de años, gigante riesgo de tsunami. Algunos corales y conchas se han encontrado a 365 msnm en Lanai y a 60 msnm y 2 km tierra adentro en Molokai. Molokai ya no tiene cráteres así que se ha estado hundiendo en el mar poco a poco.

El próximo evento muy probablemente ocurra al sureste de Hawaii donde una zona de rift debilita la estructura de la isla. Hoy en día el movimiento es de 25 cm/año; en Nov 2000 fue de hasta 6 cm/año (terremoto silencioso). 10,000 personas viven sobre él, pero más personas amenazadas por el Tsunami, hay aprox 1 colapso del flanco cada 10,000 años en el mundo.