

Capítulo IV

ANEXOS

ANEXO 1.

CONSTRUCCION Y COMPORTAMIENTO DE RELLENOS

Ingeniero Gastón Laporte

A. INTRODUCCION

Los sismos ocurridos en los años 90-92, han puesto en evidencia la vulnerabilidad de las construcciones en rellenos sobre laderas y la amplificación de la onda sísmica en rellenos mal contruídos. El presente documento, comenta en forma resumida, los usos, comportamientos y construcción de rellenos, tal como son concebidos en nuestro medio.

Ante los múltiples problemas ocurridos en el comportamiento de los rellenos, con relación a diferentes tipos de obras civiles, tales como viviendas, edificios, bodegas, diques, carreteras, etc. se hace necesario establecer una serie de criterios que normalicen el uso y la construcción de rellenos. En un país de alta sismicidad como el nuestro, el comportamiento de un relleno mal contruído, puede ser la causa de la destrucción total de una vivienda o un edificio.

B. USO DE RELLENOS

Son múltiples y variables los usos que se dan a los rellenos. La disponibilidad de nuevos materiales para su construcción, propicia su uso en muchas zonas del país. Los materiales popularmente llamados "lastres", abundantes en el Valle Central, Guanacaste

y en muchas otras zonas, son muy adecuados para compactarse y construir rellenos de buena calidad.

El uso de rellenos está principalmente asociado a la sustitución de suelos suaves, nivelación de topografías escarpadas y conformación de terrazas apoyadas en laderas. Dependiendo de la sismicidad de la zona y de la función del relleno, el riesgo puede ser muy alto para las obras, que de alguna forma interactúan con él.

C. COMPORTAMIENTO DE LOS RELLENOS

Se debe tener claro que el comportamiento de un relleno no depende solo de la calidad misma del cuerpo del relleno (*terraplén* o *pedraplén*). En muchos casos la inestabilidad de la ladera donde se apoya, la presencia de suelos muy suaves subyacentes, la falta de subdrenajes, pueden ser algunas de las causas de una falla.

Ahora bien, el relleno al considerarlo como parte importante de una obra, debe proyectarse como tal. Un diseño y una construcción de un relleno, adecuado a las condiciones del sitio, pueden garantizar la seguridad necesaria para que puedan utilizarse sin peligro.

D. PROYECTO Y CONSTRUCCION DE RELLENOS

El diseño y construcción de un relleno debe considerar dos aspectos independientes entre sí; el cuerpo propiamente y el sitio en donde se coloca.

En cuanto al cuerpo del relleno, se puede construir con suelos, rocas o cualquier material que posea características adecuadas y pueda compactarse adecuadamente usando los métodos de compactación disponibles (*vibradores manuales, rodillos neumáticos, pata de cabro, etc.*). La calidad de el material que se compacta — en el caso de los suelos—, es importante verificar que no sean suelos orgánicos de alta expansividad, caracterizados por tonos oscuros y fuerte agrietamiento cuando se secan. Si se trata de materiales rocosos, éstos deben tener una buena graduación o sea una mezcla de grasa y arena, preferiblemente con un poco de arcilla que proporcione amarre a los bloques y evite erosión de la superficie en caso de taludes. Al margen de estos aspectos , a continuación se resumen los cuidados y los procedimientos a seguir para realizar correctamente un relleno sobre una ladera.

- Cerca de los bordes de taludes hay un efecto de amplificación de las ondas sísmicas, por lo tanto, cualquier construcción debe retirarse lo necesario, de acuerdo con el tipo de material que constituye el talud y a la pendiente del adyacente.
- Antes de construir el relleno se debe eliminar la capa vegetal de la ladera natural,

procurando efectuar tenazas (banqueo) que interrumpan un posible plano de falla. Este banqueo es indispensable en taludes mayores a 26.6° (2.OH.;OV.).

- El material para afectar el relleno preferiblemente debe ser granular o tener suficiente cantidad de bloques, que es más fácil de compactar y permite inclinaciones mayores. Si el relleno fuera de suelo arcilloso, debe ser compactado es capas delgadas (10-20 cm.), con energía adecuada y verificando que las humedades de compactación garanticen la mayor densidad.
- Se debe evitar la colocación de alcantarillados dentro de rellenos comprensibles que puedan producir su falla. Si esto no se pudiera evitar, se deben usar camas de lastre para colocar los tubos y hacer muy bien las juntas y protegerlos con cabezales de entrada y salida.
- Si fuera necesario el uso de muros de contención, se debe verificar la calidad de su cimentación, usar una cuña de relleno detras del muro, de tipo granular y construir un subdrenaje que corte la presión derl agua.
- Generalmente cuando se realiza un relleno en una ladera, simultáneamente se hace un corte. Los niveles de agua subterránea tienden a buscar su condición original produciendo saturación y disminución de resistencia del relleno, por lo tanto es recomendable realizar subdrenajes en la transición de corte a relleno, que definan los niveles de agua.

DIBUJOS DE ANEXO 1

Figura N° 1

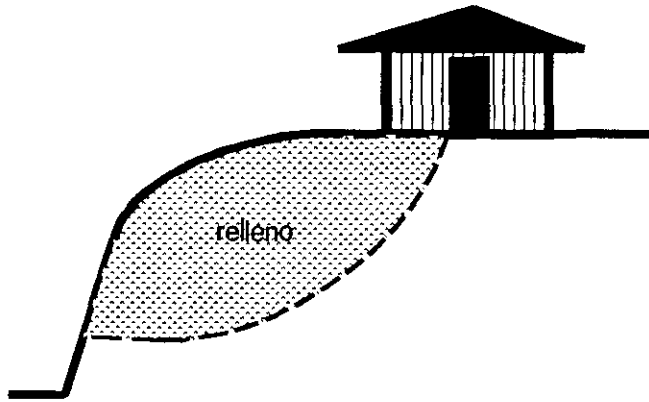
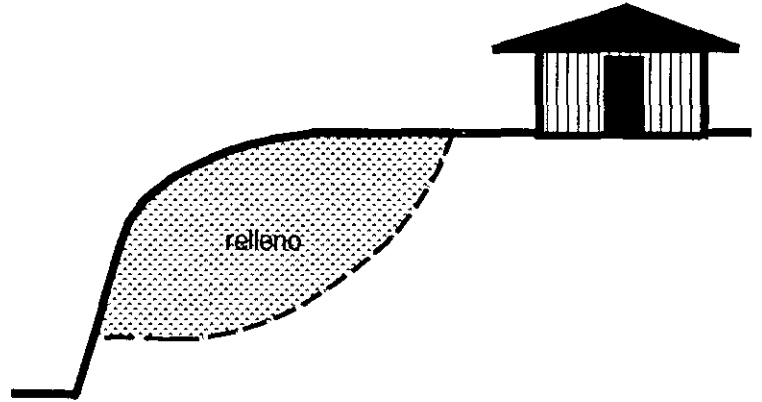


Figura N° 2



La vivienda debe construirse lo más alejada posible del borde del talud.

Figura N° 3

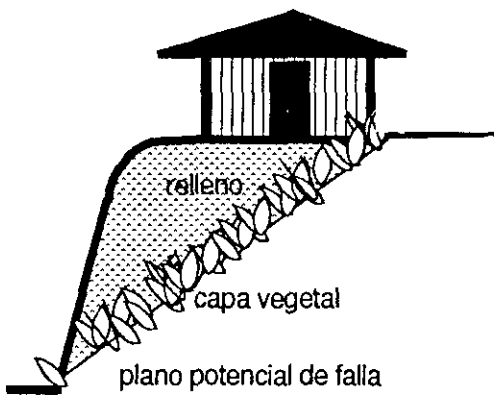
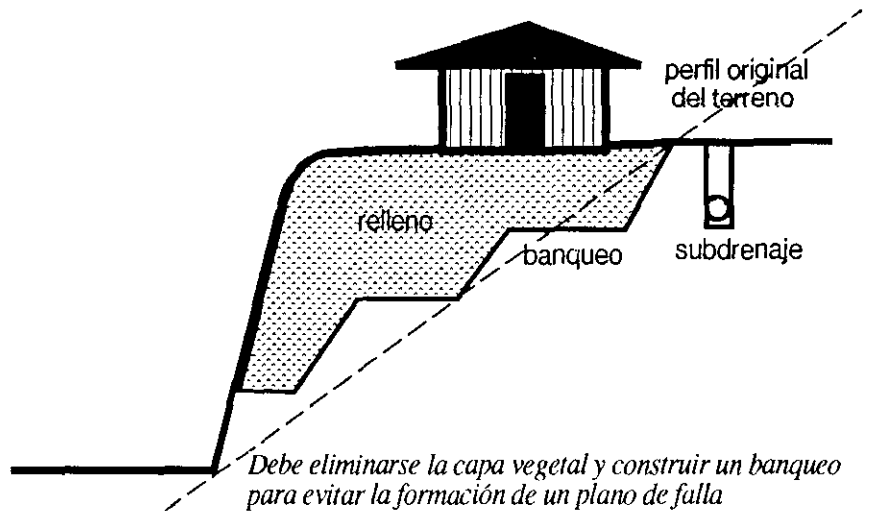
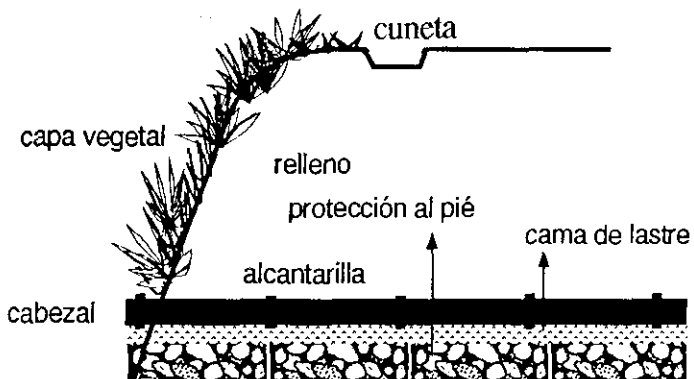


Figura N° 4



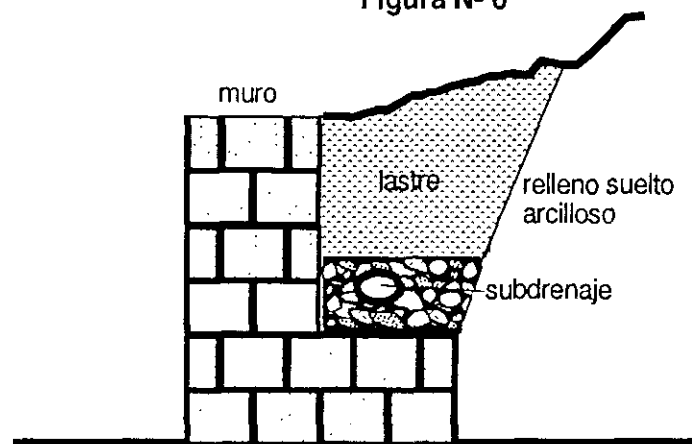
Debe eliminarse la capa vegetal y construir un banco para evitar la formación de un plano de falla

Figura N° 5



Es recomendable colocar una alcantarilla y las protecciones que requiere un relleno.

Figura N° 6



A veces es necesario construir un muro de contención y los respectivos subdrenajes propios de un relleno.

ANEXO 2

MATRIZ DE COMBINACION DE FENOMENOS NATURALES, EN CASO DE LOS QUE PUEDAN PRESENTARSE SIMULTANEAMENTE

	T O R M E N T A S	I N U N D A C I O N E S	E R O S I O N	D E S L I Z A M I E N T O	S I S M I C I D A D	V O L C A N I S M O	R E L I E V E F U E R T E	R E L I E V E S U A V E	P L A N I C I E S
SEQUIAS	1	1	1	2	2	3	6	6	6
TORMENTAS		4	5	7	8	9	10	11	12
INUNDACIONES			13	14	15	2	16	17	18
EROSION				19	19	20	21	22	23
DESLIZAMIENTOS					24	25	26	27	28
SISMICIDAD						29	29-30	30	31
VOLCANISMO							32	32	32

Fuente: Mapa preliminar de amenazas geológicas de Costa Rica (Mora, Alvarado y Morales)

ANEXO 2

MATRIZ DE COMBINACION DE FENOMENOS NATURALES, EN CASO DE LOS QUE PUEDAN PRESENTARSE SIMULTANEAMENTE

Claves

- 1- Erosión intensa al entrar el invierno.
- 2- No hay conflicto.
- 3- Debilitamiento de la biosfera, (en particular de la vegetación) y del suelo (lluvias ácidas, caída de cenizas, etc.)
- 4- Alta frecuencia de avenidas, erosión, sedimentación.
- 5- Erosión muy intensa, generación de sedimentos.
- 6- Susceptibilidad a la erosión eólica.
- 7- Alta susceptibilidad.
- 8- Deslizamientos y erosión al ocurrir un sismo en período lluvioso.
- 9- Lahares, deslizamientos, erosión.
- 10- Deslizamientos, erosión intensa y avalanchas de detritos.
- 11- Erosión laminar y concentrada.
- 12- Inundaciones.
- 13- Socavación de bancos aluviales.
- 14- No necesariamente hay conflicto.
- 15- Licuefacción.
- 16- Avalanchas.
- 17- Desbordamientos, erosión.
- 18- Gran susceptibilidad.
- 19- Luego del deslizamiento, gran erosión.
- 20- En fumarolas, áreas de alteración hidrotermal, superficies desprovistas de vegetación a causa de la lluvia ácida, luego de caída de cenizas; generación de flujos de lodo.
- 21- Tierras malas, barrancas, cañadas, zarcos.
- 22- Cárcavas, zarcos, canales, erosión laminar.
- 23- Erosión laminar, en microcanales y canales.
- 24- Sobre todo durante la época lluviosa y en áreas de relieve fuerte.
- 25- Durante períodos de actividad y de alta pluviosidad.
- 26- Alta susceptibilidad en rocas y regolitos.
- 27- Suelos profundos y someros, reptación.
- 28- Someros, reptación.
- 29- Deslizamientos.
- 30- Licuefacción.
- 31- Licuefacción, amplificación en el espectro.
- 32- Deslizamientos, lahares, coladas de alta tasa de emisión y alcance, lluvias ácidas, gases, transporte a larga distancia de piroclastos según la dirección del viento.

LITERATURA CONSULTADA

Alfaro Rodríguez, Dionisio, comp.
Código Urbano.
San José, C.R.: Porvenir, 1992.

Arroyo González, Luis Nelson; Patterson Casanova, Ora.

Tipos y distribución de algunos peligros naturales en Costa Rica. —Sismicidad y vulcanismo, deslizamientos, sequías e inundaciones—
Heredia, C.R.: Universidad Nacional, 1988.

Costa Rica. — Constitución 1949.—
Nuestra Constitución Política —Constitución Política de la República de Costa Rica, 7 noviembre de 1949—.
San José, C.R.: Lehman Editores, 1988.

Instituto Costarricense de Electricidad. Estimación de daños por el Huracán Joan.
San José, C.R.: I.C.E., 1990.

Manso, Paulo; Ramírez, Patricia.
Informe sobre la evolución del fenómeno de EL NIÑO, 86-87 y perspectivas para 1988
Boletín Meteorológico Mensual. N° 1, 1987.

Mora Castro, Sergio.
Las laderas inestables de Costa Rica.
Revista Geológica de América Central, Vol. 3, 1985.

Mora Castro, Sergio; Valverde, Ronald
La geología y sus procesos
Cartago, C.R.: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1990.

Mora Castro, Sergio; Alvarado Induni, Guillermo y Morales Matamoros, Luis Diego
Mapa preliminar de amenazas geológicas de Costa Rica
—s.n.t.—

Morales Matamoros, Luis Diego
Las zonas sísmicas de Costa Rica y alrededores
Revista Geológica de América Central, N° 3, 1985.

Morales Matamoros, Luis Diego y Montero Pholy, Walter

Los temblores sentidos en Costa Rica durante: 1973-1983 y su relación con la sismicidad del país
Revista Geológica de América Central, Vol. 1, 1984.

Naciones Unidas. Oficina del Coordinador para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO)
Aspectos hidrológicos
Nueva York: Naciones Unidas, 1977.

Naciones Unidas. Oficina del Coordinador para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO)
Aspectos meteorológicos
Nueva York: Naciones Unidas, 1979.

Naciones Unidas. Oficina del Coordinador para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO)
Aspectos relativos al aprovechamiento de la tierra
Nueva York: Naciones Unidas, 1977.

Naciones Unidas. Oficina del Coordinador para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO)
Aspectos sísmológicos
Nueva York: Naciones Unidas, 1978.

Naciones Unidas. Oficina del Coordinador para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO) Aspectos vulcanológicos
Ginebra: Naciones Unidas, 1976.

Paniagua Pérez, Sergio y Soto Bonilla, Gerardo
Reconocimiento de los riesgos volcánicos potenciales de la Cordillera Central de Costa Rica. Revista Ciencia y Tecnología, 10 (2), 1986.

Paniagua Pérez, Sergio y Morales Matamoros, Luis Diego
Peligro sísmico y volcánico en Costa Rica: Consideraciones para su prevención
Geotismo, N° 2, 1987.

Ramírez, Patricia

Descripción de situaciones que pueden producir
desastres en Costa Rica
San José, C.R.: s.n; s.f.

Quirós A., Guillermo

Amenaza del océano a causa del Huracán Joan.
Heredia, C.R.: Universidad Nacional, 1988.

Romero, Gilberto

Protección y reforzamiento de casas en áreas
inundables: Manual de capacitación N° 2
Lima: Centro de Estudios y Prevención de Desastres
(PREDES), 1984.

Salazar, Roxana

El derecho a un ambiente sano
San José, C.R.: Asociación Libro Libre, 1993.

Umaña G., Federico

Caracterización de precipitaciones extremas en el
área metropolitana
San José, C.R.: s.n. 1990.

Zeledón, Ricardo, comp.

Código Ecológico.
San José, C.R.: Porvenir, 1992.