

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Este estudio nos permite concluir lo siguiente:
- 1.- Existe la tendencia a la urbanización de laderas en las montañas y cerros como consecuencia del aumento de población y el atractivo que representan su vegetación y sus vistas panorámicas hacia el valle del Área Metropolitana de Monterrey.
 - 2.- Las condiciones geológicas, topográficas e hidrológicas del frente de la Sierra Madre Oriental generan el más alto riesgo por urbanización en la zona Valle a la que le siguen, en orden descendente, las zonas Cumbres, Silla, San Jerónimo, Mitras, Topo Chico y Loma Larga.
 - 3.- En la zona Valle los principales problemas se deben al estado suelto de los materiales granulares que cubren a las rocas consolidadas, en donde se producen importantes fenómenos erosivos por el escurrimiento del agua en los arroyos y el depósito de los materiales transportados en áreas bajas lo que ocasiona daños en zonas residenciales tanto en construcciones como en obras de drenaje pluvial.
 - 4.- La urbanización ha llegado a invadir cauces de arroyos tanto en la zona Valle como la de Mitras, Cumbres, San Jerónimo y Silla, lo que representa un alto riesgo de los habitantes ante fenómenos extraordinarios como el huracán Gilberto.
 - 5.- Hasta ahora no se han hecho mayores esfuerzos, por parte de las autoridades competentes como de los propietarios, para cuantificar la magnitud del problema que enfrenta la zona Valle en cuanto al comportamiento del suelo del área y su distribución a profundidad.
 - 6.- En la mayoría de los casos, en los edificios de apartamentos y las construcciones importantes de la zona Valle tienen cimentaciones someras cuyo comportamiento esta supeditado a las variaciones de capacidad de carga del suelo y sus deformaciones cuya estabilidad se modifica constantemente por las nuevas construcciones y la apertura de calles en los nuevos fraccionamientos.
 - 7.- La zona metropolitana de Monterrey es una región meteorológicamente heterogénea.
 - 8.- La urbanización ha alterado en forma alarmante las áreas hidráulicas naturales de los cauces entorpeciendo el drenaje natural de estas.
 - 9.- La zonas analizadas se pueden clasificar en forma descendente de acuerdo a su riesgo hidrológico de la siguiente manera:
 - ✓ Zona Valle
 - ✓ Zona Silla
 - ✓ Zona Cumbres - San Jerónimo
 - ✓ Zona Mitras
 - 10.- Las estructuras de drenaje en las zonas de estudio son insuficientes para drenar tormentas extraordinarias, y en algunas zonas, ni siquiera existen.

Este estudio nos permite concluir lo siguiente:

1.- Existe la tendencia a la urbanización de las zonas de las sierras y cañones como consecuencia del aumento de población y el atractivo que representan su vegetación y sus vistas panorámicas hacia el valle del Área Metropolitana de Monterrey.

2.- Las condiciones geológicas, topográficas e hidrologicas del frente de la Sierra Madre Oriental generan el más alto riesgo por urbanización en la zona Valle a la que le siguen, en orden descendente, las zonas Cumbres, Sierrita, San Jerónimo, Miras, Topo Chico y Loma Larga.

3.- En la zona Valle los principales problemas se deben al estado actual de los materiales granulares que cubren a las zonas consolidadas, en donde se producen importantes fenómenos erosivos por el escurrimiento del agua en los arroyos y el depósito de los materiales transportados en áreas bajas lo que ocasiona daños en zonas residenciales tanto en construcciones como en obras de drenaje pluvial.

4.- La urbanización ha llegado a invadir cauces de arroyos tanto en la zona Valle como la de Miras, Cumbres, San Jerónimo y Sierrita, lo que representa un alto riesgo de las habitaciones ante fenómenos extraordinarios como el huracán Gilberto.

5.- Hasta ahora no se han hecho mayores esfuerzos, por parte de las autoridades competentes como de los propietarios, para cuantificar la magnitud del problema que enfrenta la zona Valle en cuanto al comportamiento del suelo del área y en distribución a profundidades.

6.- En la mayoría de los casos, en los edificios de departamentos y las construcciones importantes de la zona Valle tienen cimentaciones someras cuyo comportamiento está sujeta a las variaciones de capacidad de carga del suelo y sus deformaciones cuyas estabilidad se modifica constantemente por las nuevas construcciones y la apertura de calles en los nuevos fraccionamientos.

7.- La zona metropolitana de Monterrey es una región meteorológicamente heterogénea.

8.- La urbanización ha alterado en forma permanente las áreas hidrologicas naturales de los cauces entorpeciendo el drenaje natural de estas.

9.- Las zonas analizadas se pueden clasificar en forma descendente de acuerdo a su riesgo hidrologico de la siguiente manera:

- ✓ Zona Valle
- ✓ Zona Sierrita
- ✓ Zona Cumbres - San Jerónimo
- ✓ Zona Miras

10.- Las estructuras de drenaje en las zonas de estudio son insuficientes para crear tormentas extraordinarias, y en algunas zonas, ni siquiera existen.

Lo anterior nos lleva a proponer las siguientes recomendaciones:

1.- Que las dependencias oficiales adopten la zonificación hidrológica propuesta en este trabajo y sus curvas Hp-D-Tr para el cálculo y diseño de las obras de drenaje pluvial en el área metropolitana de Monterrey.

2.- Que las autoridades encargadas de aprobar los proyectos de urbanización, revisen los cálculos hidrológicos del diseño de obras de drenaje pluvial para el área metropolitana de Monterrey, bajo el criterio propuesto.

3.- Que el plan de desarrollo urbano de Monterrey, contemple, entre otras cosas, el respeto absoluto a los cauces de arroyos y ríos declarándolos zona de veda para fines de edificación.

4.- Que le Gobierno del Estado promueva ante la Comisión Nacional del Agua, la instalación de nuevas estaciones meteorológicas automáticas, equipadas con sistema de telecomunicación para prevenir a la población ante el riesgo de inundación.

5.- Que las autoridades competentes promuevan la realización de estudios geológicos a detalle, en las sierras que bordean el área metropolitana de Monterrey, con objeto de detectar posibles riesgos.

6.- Antes de autorizar la urbanización de nuevas áreas, el Gobierno del Estado deberá exigir al fraccionador, entre otros requisitos, la realización de estudios geológicos, Hidrológicos y de Mecánica de Suelos, cuyos resultados deberán ser validados por autoridades competentes.

7.- Proponer ante propietarios de fraccionamientos ya existentes detectados como de alto riesgo, la realización de estudios a detalle que conduzca a cuantificar dicho riesgo para prevenir y evitar desastres.

8.- Vigilar el comportamiento de cortes y terraplenes en la zona Valle mediante la instrumentación de sitios de observación, con objeto de prevenir deslizamientos en los mismos, además de colapsos en construcciones existentes. En el caso de terraplenes, evitar la sobre-carga que disminuya su estabilidad y construir obras de protección tales como muros de contención escalonados que evite la erosión y socavación.

9.- Exigir las memorias de calculo y supervisar la construcción de muros de contención y edificaciones, a los dueños de predios urbanizados en las áreas de mayor riesgo.

10.- En el proyecto y construcción de edificios, en la Zona Valle se recomienda que las cimentaciones sean adecuadas a las condiciones geológicas del sitio, definido esto por un concienzudo estudio geotécnico que lleve a definir, entre otras cosas, la profundidad de la roca consolidada y la estratigrafía de los suelos, su continuidad y sus propiedades mecánicas. Lo anterior puede dar lugar a la construcción de cimentaciones especiales tales como pilotes, pilas, cilindros, losas o cualquier otro sistema que garantice la seguridad de la construcción.

Lo anterior nos lleva a proponer las siguientes recomendaciones:

1. - Que las dependencias oficiales adopten la zonificación hidrológica propuesta en este trabajo y sus curvas H-Q-T para el cálculo y diseño de las obras de drenaje pluvial en el área metropolitana de Monterrey.
2. - Que las autoridades encargadas de aprobar los proyectos de urbanización, revisen los cálculos hidrológicos del diseño de obras de drenaje pluvial para el área metropolitana de Monterrey, bajo el criterio propuesto.
3. - Que el plan de desarrollo urbano de Monterrey, contemple, entre otras cosas, el riesgo absoluto a las cauces de arroyos y los declarados zona de vedas para fines de edificación.
4. - Que el Gobierno del Estado promueva ante la Comisión Nacional del Agua, la instalación de nuevas estaciones meteorológicas automáticas, equipadas con sistema de telecomunicación para prevenir a la población ante el riesgo de inundación.
5. - Que las autoridades competentes promuevan la realización de estudios geológicos a detalle, en las sierras que bordean el área metropolitana de Monterrey, con objeto de detectar posibles riesgos.
6. - Antes de autorizar la urbanización de nuevas áreas, el Gobierno del Estado deberá exigir al tractorador, entre otros requisitos, la realización de estudios geológicos, Hidrológicos y de Mecánica de Suelos, cuyos resultados deberán ser validados por autoridades competentes.
7. - Proponer ante propietarios de fraccionamientos ya existentes detectados como de alto riesgo, la realización de estudios a detalle que conduzca a cuantificar dicho riesgo para prevenir y evitar desastres.
8. - Vigilar el comportamiento de cortes y talambenes en la zona Valle mediante la instrumentación de sitios de observación, con objeto de prevenir deslizamientos en los mismos, además de colocar en condiciones existentes. En el caso de talambenes, evitar la sobre-carga que disminuya su estabilidad y construir obras de protección tales como muros de contención escalonados que evite la erosión y socavación.
9. - Exigir las memorias de cálculo y supervisar la construcción de muros de contención y edificaciones, a los cuernos de predios urbanizados en las áreas de mayor riesgo.
10. - En el proyecto y construcción de edificios, en la Zona Valle se recomienda que las cimentaciones sean adecuadas a las condiciones geológicas del sitio, definido esto por un concreto estudio geotécnico que lleve a definir, entre otras cosas, la profundidad de la roca consolidada y la estratigrafía de los suelos, su continuidad y sus propiedades mecánicas. Lo anterior puede dar lugar a la construcción de cimentaciones especiales tales como pilotes, pilas, columnas, foras o cualquier otro sistema que garantice la seguridad de la construcción.

12. REFERENCIAS.

11. AGRADECIMIENTOS.

Aparicio, M., F.J., Fundamentos de Hidrología de Superficie, Ed. Limusa, pp. 23-25, 1983.
 La realización de este trabajo fue posible gracias a la colaboración entusiasta y desinteresada de las autoridades y personal de la U.A.N.L. y de su Facultad de Ingeniería Civil.

En especial a los Ingenieros:

- Campos, A., D.F., Manual para Estimación de Avenidas de Diseño en Cuencas menores de 15 Km², a una hora y 24 horas para períodos de retorno de dos y 100 años, Ed. S.A.R.H., Hidráulica e Ing. Agrícola para el Desarrollo Rural, S.A.R.H., 1983.
- Gregorio Farías Longoria
- David Fernández Camargo
- Juan Francisco Garza Taméz
- José Román Villa Bárcenas

A quienes estamos profundamente agradecidos por su tiempo y apoyo moral y financiero, pues sin su ayuda no hubiera sido posible este proyecto.

López, R.E. (1972) "Bosquejo Geológico del Estado de Nuevo León", Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros.

López, R.E. (1972) "Geología de México", Edición Particular.

Montemayor, H.A. (1971) "Historia de Monterrey", Primera Edición Asociación de Editores y Libreros de Monterrey.

Mullerried, F.K.G. (1944 y 1945) "Geología del Estado de Nuevo León", Instituto de Investigaciones, U.N.L.

Saldaña, J.P. (1988) "Atlas del Agua de Monterrey", Producciones al Volco-El Troquel, S.A., Monterrey, N.L. México.

S.A.R.H. "Atlas del Agua de Monterrey", 1983.

Secretaría de Recursos Hidráulicos (ed.); Boletín de tormentas máximas observadas y probables en México en 24 horas (hasta 1974), Dirección General de Estudios, Subsecretaría de Planeación, México, D.F. 1976.

Torres, L.E. y Santoscoy, M.A. (1985) "La Historia del Agua en Monterrey", Ediciones Castillo.

Varios (1984) "Geología de la República Mexicana", Fac. Ing. U.N.A.M. - INEGI.

U.S. Weather Bureau, Rainfall Frequency Atlas of United States, Technical paper, num. 40, Washington, D.C., E.U.A. 1961.

Proyecto Realizado con Apoyo
 de la Secretaría de Educación Pública
D. G. I. C. S. A.
 Convenio No. 088-01-0178