

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

GEOLOGIA AMBIENTAL

Del 2 al 4 de mayo de 1994.

DIRECTORIO DE PROFESORES

- 1.- ING. JUAN SANCHEZ PEREZ
SUPERVISOR DE ESTUDIOS
C.F.E.
OKLAHOMA No. 85-1er. PISO
COL. NAPOLES
TEL. 687 06 99 ext. 230

DR. JAIME RUEDA GAXIOLA
INVESTIGADOR
SUBDIRECCION GENERAL
EJE LAZARO CARDENAS No. 152
GUSTAVO A. MADERO
07730
TEL. 368 59 11 y 368 93 33
fax: 587 23 01

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
GEOLOGIA AMBIENTAL

Del 2 al 4 de mayo de 1994.

DIRECTORIO DE ASISTENTES.

- 1.- AGUILAR CASTRO JOSE ANGEL
SUBGERENTE
GEOMAR INGENIERIA SA DE CV
ARIZONA No. 20
COL. NAPOLES
C.P. 38100
TEL. 543 11 96
MEXICO, D.F.
- 2.- AGUILAR UGARTE JORGE
CATEDRA IMPACTO AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA
MEXICO, D.F.
- 3.- AYALA ORTIZ JOSE LUIS
INGENIERO EXP. TECNICO "B"
PEMEX
MARINA NACIONAL No. 327
EDIFICIO "A" 7mo. PISO
COL. ANAHUAC
TEL. 531 61 57
MEXICO, D.F.
- 4.- BERMUDEZ VILLEGAS OSCAR JAVIER
RESIDENTE
C.F.E.
TREBOL No. 12 ESQ. OCAMPO
COL. ENRIQUE RODRIGUEZ CANO
TUXPAN, VER.
TEL. 408 83
VERACRUZ, VER.
- 5.- CASIGUE VAZQUEZ JORGE
RESIDENTE DE ESTUDIOS
COMISION NACIONAL DE ELECTRICIDAD
CALLE QUINTERO No. 18 OTE.
ENTRE MATAMOROS Y TAMAULIPAS
ZONA CENTRO
ALTAMIRANO, TAM.
TEL. 64 03 42
- 6.- FRANCO MORALES ALFREDO
ESPECIALISTA EN HIDRAULICA
COMISION NACIONAL DEL AGUA
RIO CHURUBUSCO No. 650
ESQ. TEZONTLE
- 7.- GOMEZ SASO JESUS EFRAIN
ENC. DE EST. GEOLOGIA PARA PH
COMISION NACIONAL DE ELECTRICIDAD
OKLAHOMA No. 84
- 8.- HERNANDEZ LOPEZ RENE
TECNICO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
CIRCUITO ESCOLAR
COYOACAN
TEL. 622 08 51 al 51
- 9.- MERCADO PEREZ MAURICIO G.
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN ING.
INVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ
AV. DEL CHARRO No. 610 NTE.
CD. JUAREZ, CHIH.
TEL. 17 57 58
- 10.- REYES TABLEROS GILBERTO EMILIO
PROFESOR ASIGNADO "A"
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
CALZADA DE LA VIGA NO. 54
COL. MERCED BALBUENA
DELEG. VENUSTIANO CARRANZA
TEL. 683 86 88
- 11.- RODRIGUEZ DIAZ BEATRIZ
PROFESOR HORAS DE CLASES
COLEGIO DE BACHILLERES No. 1
AV. DE LAS CULTURAS
COL. EL ROSARIO
ATZCAPOTZALCO
- 12.- ROMAN VILLALOBOS JAIME
CATEDRATICO
INSTITUTO TECNOLOGICO DE CHILPANCIGO
KM 274 CARRETERA MEXICO-ACAPULCO
CHILPANCINGO, GRO.
TEL. 271 52

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
GEOLOGIA AMBIENTAL
Del 2 al 4 de mayo de 1994.
DIRECTORIO DE ASISTENTES.

13.- VARGAS BADILLO JOSE
ENCARGADO DE PROYECTO
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
CALLE CENTRAL ESQ. CON DEDREDA S/N.
COL. VISTA ALEGRE
BOCA DE RIO, VER.
TEL. 22 13 97

14.- VAZQUEZ JAIMES MARIAELENA
AYUDANTE DE PROFESOR "B"
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA
TIERRA
CIUDAD UNVERSITARIA

15.- VICTOR PAZ ALFONSO
DIRECTOR DE OPERACION
ASESORES DEL MEDIO AMBIENTE, SA DE CV
MARTI NO. 296-4to. PISO
COL. ESCANDON
DELEG. MIGUEL HIDALGO
C.P. 11800
TEL. 273 69 63
MEXICO, D.F.

DIVISION DE EL A CIACION CONTINUA
 CURSOS ABIERTOS
GEOLOGIA AMBIENTAL
 Del 2 al 4 de mayo de 1994.

| FECHA | HORA | TEMA | PROFESOR |
|---------------------|--------------------|---|--|
| Lunes 2 de mayo | 9:00 a 18:00 hrs. | I. INTRODUCCION I.1 Las bases culturales y la crisis ambiental. y otros. | ING. JUAN SANCHEZ P. |
| | | II. PRINCIPALES RECURSOS GEOLOGICOS II.1 Conceptos de recursos geológicos. y otros. | |
| | | III. INTERACCION DEL HOMBRE CON EL - MEDIO AMBIENTE III.1 Contaminación y capacidad de regeneración de la Tierra. y otros. | |
| Martes 3 de mayo | 9:00 a 18 :00 hrs. | IV. PROCESOS TERRESTRES PELIGROSOS IV.1 Inundaciones. y otros. | DR. JAIME RUEDA G. |
| Miércoles 4 de mayo | 9:00 a 18:00 hrs. | V. CARTOGRAFIA GEOLOGICO-AMBIENTAL V. 1 Análisis geomorfológico (cartografía) y otros. | ING. JUAN SANCHEZ P. |
| | | VI. GEOLOGIA AMBIENTAL E INGENIERIA - CIVIL VI.1 Canalización de rios e inundaciones. y otros. | DR. JAIME RUEDA G. ING. JUAN SANCHEZ P. |
| | | VII. EL USO DEL SUELO Y LA TOMA DE DE CISIONES | ING. JUAN SANCHEZ P. |

CURSO: **GEOLOGIA AMBIENTAL**

FECHA: **DEL 2 AL 4 DE MAYO DE 1994.**

| | | DOMINIO DEL TEMA | EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIO VISUALES | MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION). | PUNTUALIDAD | |
|------------------------------|----------------------|------------------|---|---|-------------|--|
| CONFERENCISTA | | | | | | |
| | ING. JUAN SANCHEZ P. | | | | | |
| | DR. JAIME RUEDA G. | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10 | | | | | | |

EVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

CURSO: GEOLOGIA AMBIENTAL

DEL 2 AL 4 DE MAYO DE 1994.

| T E M A | ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA. | GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA | GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA | UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA | |
|--|-------------------------------------|---|---|----------------------------|--|
| INTRODUCCION | | | | | |
| PRINCIPALES RECURSOS GEOLOGICOS | | | | | |
| INTERACCION DEL HOMBRE CON EL MEDIO AMBIENTE | | | | | |
| PROCESOS TERRESTRES PELIGROSOS | | | | | |
| CARTOGRAFIA GEOLOGICO-AMBIENTAL | | | | | |
| GEOLOGIA AMBIENTAL E INGENIERIA CIVIL | | | | | |
| EL USO DEL SUELO Y LA TOMA DE DECISIONES | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10 | | | | | |

EVALUACION DEL CURSO

| C O N C E P T O | | |
|------------------|---|--|
| 1. | APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS | |
| 2. | CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS | |
| 3. | GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL CURSO | |
| 4. | CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO | |
| 5. | CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO | |
| 6. | CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO | |
| 7. | GRADO DE MOTIVACION LOGRADO EN EL CURSO | |
| EVALUACION TOTAL | | |

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

1.- ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE

AGRADABLE

DESAGRADABLE

2.- Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR
ANUNCIO TITULADO DE
VISION DE EDUCACION
CONTINUA

PERIODICO NOVEDADES
ANUNCIO TITULADO DE
VISION DE EDUCACION
CONTINUA

FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL

RADIO UNIVERSIDAD

COMUNICACION CARTA,
TELEFONO, VERBAL,
ETC.

REVISTAS TECNICAS

FOLLETO ANUAL

CARTELERA UNAM "LOS
UNIVERSITARIOS HOY"

GACETA
UNAM

3.- Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL
PARTICULAR

METRO

OTRO MEDIO

4.- ¿Qué cambios haría en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

5.- ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI

NO

5.a. ¿Qué periódico lee con mayor frecuencia?

6.- ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

7.- La coordinación académica fué:

EXCELENTE

BUENA

REGULAR

MALA

8.- Si está interesado en tomar algún curso INTENSIVO ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES
DE 9 a 13 H. Y
DE 14 A 18 H.
(CON COMIDAD)

LUNES A
VIERNES DE
17 a 21 H.

LUNES A MIERCOLES
Y VIERNES DE
18 A 21 H.

MARTES Y JUEVES
DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H.
SABADOS DE 9 A 14 H.

VIERNES DE 17 A 21 H.
SABADOS DE 9 A 13 H.
DE 14 A 18 H.

OTRO

9.- ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

10.- Otras sugerencias:



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

C U R S O S A B I E R T O S

GEOLOGIA AMBIENTAL

*DR. JAIME RUEDA GAXIOLA
ING. JUAN SANCHEZ PEREZ*

PROGRAMA PARA EL CURSO DE GEOLOGIA AMBIENTAL

**DEPARTAMENTO DE EDUCACION CONTINUA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Palacio de Minería - Ciudad de México**

Profesor: Juan Sánchez P.

Fecha: Mayo de 1994

CAPITULO

- I** **INTRODUCCION**
 - I.1 Las bases culturales y la crisis ambiental
 - I.2 Conceptos fundamentales de la Geología Ambiental
 - I.3 Ecosistemas humanos y el ambiente

 - II** **PRINCIPALES RECURSOS GEOLOGICOS**
 - II.1 Concepto de recursos geológicos
 - II.2 Energía
 - II.3 Minerales
 - II.4 Combustibles fósiles
 - II.5 Agua

 - III** **INTERACCION DEL HOMBRE CON EL MEDIO AMBIENTE**
 - III.1 Contaminación y capacidad de regeneración de la Tierra
 - III.2 Desperdicios sólidos y el medio ambiente
 - III.3 Contaminación del agua
 - III.4 La salud y el medio ambiente

 - IV** **PROCESOS TERRESTRES PELIGROSOS**
 - IV.1 Inundaciones
 - IV.2 Deslizamientos y hundimientos
 - IV.3 Terremotos y fenómenos asociados
 - IV.4 Actividad y riesgo volcánico
 - IV.5 Riesgos costeros

 - V** **CARTOGRAFIA GEOLOGICO-AMBIENTAL**
 - V.1 Análisis geomorfológico (cartografía)
 - V.2 Cartas geológico-ambientales
 - V.3 Aplicación de las cartas geológico-ambientales

 - VI** **GEOLOGIA AMBIENTAL E INGENIERIA CIVIL**
 - VI.1 Canalización de rios e inundaciones
 - VI.2 Control y prevención de deslizamientos
 - VI.3 Selección de sitios para depósitos sanitarios para basura

 - VII** **EL USO DEL SUELO Y LA TOMA DE DECISIONES**
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- BIBLIOGRAFIA SELECTA**

INTRODUCCIÓN

Los estudios de Geología Ambiental han adquirido gran relevancia en los últimos años, debido a la preocupación actual que existe por prevenir riesgos geológicos y para evitar o reducir los problemas de contaminación.

Para abordar adecuadamente este tipo de estudios se requiere conocer los principios fundamentales de la Geología Ambiental y a partir de ellos iniciar un proceso de análisis e investigación aplicada, que permita obtener soluciones prácticas.

Este curso comprende aspectos teóricos y prácticos que tienen como fin orientar al estudiante para futuras aplicaciones.

La información proporcionada incluye trabajos realizados por organizaciones mexicanas y algunos ejemplos del extranjero, así como bibliografía selecta para cada tema.

OBJETIVOS

Proporcionar al estudiante las bases teóricas y prácticas que le permitan familiarizarse con los estudios de Geología Ambiental.

A QUIEN SE DIRIGE

A los profesionistas relacionados con las Ciencias de la Tierra y personal técnico interesado en el tema.

PROFESORES

DR. JAIME RUEDA GAXIOLA

- Investigador Instituto Mexicano del Petróleo
- Profesor IPN, UNAM

ING. JUAN SANCHEZ PEREZ

- Supervisor de Estudios, Depto. de Geología, C.F.E.
- Profesor de Módulo de Geología Ambiental, Div. de Educación Continua, 1993
- Profesor de Geomorfología Univ. Autónoma de Guerrero, 1984

TEMARIO

I. INTRODUCCION

II. RECURSOS GEOLOGICOS

III. EL HOMBRE Y EL MEDIO AMBIENTE

IV. PROCESOS TERRESTRES PELIGROSOS

Inundaciones
Deslizamientos
Hundimientos
Terremotos
Riesgo Volcánico
Riesgos Costeros

V. CARTOGRAFIA GEOLOGICO AMBIENTAL

VI. GEOLOGIA AMBIENTAL E INGENIERIA CIVIL

VII. USO DEL SUELO Y TOMA DE DECISIONES

BIBLIOGRAFIA SELECTA

* * * * *

DOCUMENTOS SOPORTE PARA EL CURSO DE
GEOLOGIA AMBIENTAL, 1994

Coordinador: Ing. Juan Sánchez P.

Profesores : Dr. Jaime Rueda Gaxiola y J. Sánchez P.

1. Programa
2. Introducción
3. Los siete conceptos fundamentales de la Geología Ambiental
4. La evolución de la ética (figura)
5. Modelos que muestran los posibles caminos que condujeron a la degradación ambiental
6. El agujero de Ozono (artículo, 5p.)
7. El Desierto de Sahara y la crisis ambiental (artículo, 2 p.)
8. Flooding in San Diego County (artículo, 5 p.)
9. Deslizamientos en el km 20+415 de la Carretera Tijuana-Ensenada (Apéndice 7, 2 p.)
10. Environmental hazards in the coastal area of Bangladesh: Geologic approach, summary (artículo, 6 p.)
11. Escala de Intensidades de Mercalli, modificada (Tabla)
12. Sísmos en la Cd. de México y el terremoto del 19 de Septiembre de 1985 (Tablas, 2 p.)
13. Rischio Vulcanico. Documento histórico, respecto al Etna, Italia (1 p.)
14. Sintesi delle considerazioni globali sul rischio vulcanico (1 p.)
15. Aplicaciones de la Geomorfología (4 hojas = 8 p.)
16. La basura nos invade (artículo, 8 p.)
17. Contaminación por residuos sólidos (3 p.)
18. Waste disposal sites (2 p.)
19. Scientific and engineering parameters in planning and developing of a landfill site in Pennsylvania
20. Remote sensing methods for waste site subsurface investigations and monitoring (11 p.)

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

GEOLOGIA AMBIENTAL

INTRODUCCION

El significado original de la palabra AMBIENTAL se refería a los componentes naturales - físicos, químicos y biológicos - de un área determinada, lo cual incluía las condiciones geológicas, del suelo, la vida vegetal y animal, los elementos del clima, así como la naturaleza y ocurrencia del agua superficial y del subsuelo.

El ambiente natural tiene un profundo impacto en la vida de las personas y todas sus actividades. En los últimos 100 años, la concentración de gran cantidad de gente en las áreas metropolitanas y el constante incremento de tiempo en muchas de las actividades humanas (mayor producción de bienes materiales) ha ocasionado un efecto notorio en el ambiente. De manera que el HOMO SAPIENS se ha convertido en un factor determinante respecto a la calidad del medio ambiente.

La interacción de los seres humanos con el ambiente, se puede ver de dos maneras:

- 1) El ambiente ejerce su impacto sobre los seres humanos, y
- 2) Los seres humanos ejercen influencia sobre el medio ambiente.

La Geología Ambiental considera ambos aspectos. Por ejemplo, cuando los seres humanos decargan sus desechos - en sitios construidos expresamente para ello, o por accidente - en la tierra, en el mar y en la atmósfera; tales desechos alteran en mayor o menor grado las condiciones ambientales del lugar donde son depositados y en los alrededores. Por otra parte, los eventos geológicos de acción catastrófica tales como inundaciones, erupciones volcánicas, terremotos, deslizamientos y erosión costera, etc., tienen un fuerte impacto en los seres humanos o en las estructuras construídas por ellos.

Debido a lo amplio del tema, en este curso no se estudiarán todos los aspectos que se involucran con la Geología Ambiental; sin embargo, se tratará de orientar al estudiante hacia los temas de su interés o predilección. Además se analizarán algunos ejemplos y se proporcionará una bibliografía básica para documentarse respecto a la geología y los procesos geológicos que son necesarios para entender y solucionar algunos problemas ambientales.

Traducción libre de JSP.

Referencia: ZUMBERGE, J.H. & RUTFORD, R.H. (1979) Laboratory Manual for Physical Geology, WCB, Wm. C. Brown Publishers. Dubuque, Iowa, U.S.A., p. 177-185.

INTRODUCCION

La GEOLOGIA AMBIENTAL es parte de la Geología Aplicada y como tal considera todos los aspectos posibles entre la gente y el ambiente físico.

El estudio de la Geología Ambiental esta muy relacionado con los estudios de Geología Física o con los de Geografía y por lo tanto las personas que tengan entrenamiento previo en estas ramas de la ciencia, pueden sacar un mayor provecho de este tipo de cursos; sin embargo, los temas que comprende pueden ser transmitidos a otro tipo de profesionistas, aunque estos hayan recibido pocos cursos relacionados con las ciencias de la tierra o en particular de Geología.

En este curso se expondrán casos históricos y temas de importancia general para profesionistas y/o estudiantes de diversas ramas, tales como ingenieros civiles, arquitectos, ingenieros en planeación, economistas, estudiantes y profesores de Geografía Física y Humana, químicos, biólogos y por supuesto geólogos.

En el CAPITULO I se mencionarán los aspectos filosóficos y los principios fundamentales de la Geología Ambiental y al hacerlo, se involucrarán los ambientes físicos y culturales, mientras que se intruducen conceptos geológicos importantes, así como la terminología necesaria para manejar el lenguaje más comun dentro de esta rama de las ciencias de la tierra. Se mencionan además los ciclos biogeoquímicos y su importante relación con los ecosistemas humanos.

El CAPITULO II contiene información referente a los principales recursos geológicos y de la importancia que tiene el hacer un uso racional de ellos.

En el CAPITULO III se aborda el tema de la interacción del hombre con el medio ambiente, poniendo énfasis en la contaminación del suelo y del agua, así como sus implicaciones para la salud pública. En particular se menciona lo relacionado con la Hidrogeología y el uso del agua, los depósitos de desechos sólidos y líquidos y los aspectos geológicos de la salud ambiental. La última sección de este capítulo se comentará el problema de los desperdicios químicos peligrosos, así como la importancia de elegir los sitios más apropiados desde un punto de vista geológico.

Se discute además, la relación entre los minerales, la energía y el medio ambiente, así como las fuentes alternas de energía (sol, biomasa, etc.); aunque estas fuentes de energía renovables no son estrictamente geológicas, se considera que tendrán un papel muy importante en las futuras estrategias energéticas.

En el CAPITULO IV se comentarán los riesgos geológicos más comunes para el ser humano, tales como: inundaciones, deslizamientos, hundimientos, terremotos, erupciones volcánicas y procesos costeros. Las manifestaciones volcánicas recientes a nivel mundial y nacional (volcanes: Santa Helena, E.U.A.; Etna, Italia; Chichonal y Colima, México; Mayon, Filipinas; Negro, Nicaragua; etc.), han permitido enriquecer el conocimiento respecto al riesgo volcánico y al riesgo sísmico inducido por este tipo de actividad. En relación a los temas de inundaciones, deslizamientos y erosión costera se utilizarán varios ejemplos observados en la Península de Baja California. Se incluyen además, algunos casos históricos que han dado pauta al desarrollo de los estudios geológicos aplicados a los asentamientos humanos.

En el CAPITULO V se menciona, en forma general, la elaboración y el tipo de cartas geológico-ambientales que se pueden elaborar, así como sus aplicaciones más directas.

El CAPITULO VI contiene información referente a la estrecha relación que existe entre la Geología Ambiental y la Ingeniería Civil; así como de algunos aspectos básicos de impacto ambiental, que pueden ser reducidos por la construcción de grandes obras de ingeniería, mediante la realización de trabajos

geológicos realizados con oportunidad.

El último capítulo contiene una síntesis de los principales aspectos que pueden ser considerados mediante trabajos geológico ambientales para la toma de decisiones en la programación del uso del suelo.

Al final del curso se discutirán en forma general los diferentes temas estudiados y se emitirán las conclusiones y recomendaciones que se consideren más apropiadas para los diferentes profesionistas involucrados.

La bibliografía selecta proporcionada como soporte, constituye una parte importante de este curso, ya que permitirá al estudiante profundizar en los temas de su interés particular.

continua en la siguiente hoja

CAPITULO I - FILOSOFIA Y PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

Las categorías funcionales de la sociedad que son importantes en los estudios ambientales y que constituyen las bases culturales para la degradación ambiental son: éticas, económicas, políticas, estéticas y, tal vez, religiosas.

Nuestro marco ético parece que se está expandiendo lentamente y eventualmente incluirá todo el medio ambiente dentro de una tierra ética. Esta ética confirma el derecho de todos los recursos, tales como plantas, animales e inclusive los recursos materiales, de continuar existiendo, y por lo menos en ciertos lugares se mantendrán en su estado natural (2).

Las causas inmediata de la degradación ambiental es la sobrepoblación, la urbanización y la industrialización, combinadas con la poca consideración ética por nuestra tierra y con instituciones inadecuadas para manejar la "tensión ambiental". Estos problemas no son exclusivos de un sistema político en particular y en consecuencia, podemos concluir que la salvación de las comunidades, en las diferentes regiones del planeta, necesita por fuerza, un cambio social, económico y ético, que trascienda los diferentes sistemas políticos nacionales y mundiales.

Actualmente, en algunos países, los factores estéticos están siendo considerados al planear el uso del suelo tanto a nivel local (municipal), regional (estatal) y nacional, y el panorama se considera como un recurso natural. El problema central que aún existe es que no se tiene todavía un método apropiado para este tipo de evaluaciones, que a la vez sea fácil de entender y que sea relativamente cuantitativo, creíble y predecible. De manera que hasta que no contemos con una metodología satisfactoria, será difícil realizar un balance apropiado entre lo estético, los costos económicos y los beneficios.

El papel de la religión, causando, perpetuando o condenando la degradación ambiental sigue siendo algo muy discutido aún. Algunos autores argumentan que la herencia Judeo-Cristiana es responsable de la actitud actual del hombre Occidental en su comportamiento respecto al medio ambiente. El argumento principal se basa en que las enseñanzas y prácticas Judeo-Cristianas destruyeron el "animismo pagano" (pagan animism) que anteriormente tendía a unir la humanidad con la naturaleza, y en consecuencia ocasionaron que los seres humanos degradaran el medio ambiente con gran indiferencia. Este punto de vista no puede ser defendido rigurosamente. Tanto el hombre prehistórico como el actual que cree en religiones Orientales u Occidentales han explotado y alterado la tierra en que viven, en mayor o menor grado. En consecuencia se puede concluir que las instituciones religiosas han sido responsables de algunos problemas ambientales, pero que la tendencia general hacia la degradación del medio ambiente es un problema más universal, que trasciende las enseñanzas religiosas.

CAPITULO I

1.2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA GEOLOGIA AMBIENTAL

OBJETIVO: Introducir al estudiante con algunos conceptos básicos para el estudio y la comprensión de la GEOLOGIA AMBIENTAL

| CONCEPTO | DEFINICION |
|----------|------------|
|----------|------------|

- 1 La Tierra es esencialmente un Sistema Cerrado.
- 2 La Tierra es el Unico Habitat apropiado que tenemos y sus recursos son limitados.
- 3 Los procesos físicos actuales continuan modificando el relieve (nuestro panorama) y esto lo han realizado durante gran parte del tiempo geológico; sin embargo, la magnitud y frecuencia de estos procesos estan sujetas a cambios naturales o artificiales (inducidos por el hombre).
- 4 Siempre han existido procesos terrestres que son peligrosos para el ser humano. Estos riesgos naturales deben ser reconocidos, evitados cuando sea posible y sus efectos sobre las vidas humanas o sus propiedades, deben ser reducidos al máximo.
- 5 La planeación del uso del suelo y del agua, deben buscar obtener siempre un balance entre las consideraciones económicas y las variables menos tangibles, como las estéticas.
- 6 El efecto del uso del suelo tiende a ser acumulativo y en consecuencia tenemos obligaciones con las personas que vivirán después en la región donde nosotros habitamos actualmente.
- 7 El componente fundamental del del ambiente de cada persona es el factor geológico y para poderlo entender, se requiere de una comprensión amplia y de la apreciación de las Ciencias de la Tierra, asi como de otras disciplinas relacionadas.

=====

NOTA: Aunque los conceptos indicados en esta tabla no constituyen una lista completa para poder investigar y discutir todos los aspectos de la Geología Ambiental, se pretende con ellos, proporcionar al estudiante un marco filosófico básico para el entendimiento y manejo apropiado de este apasionante tema.

RECURSOS MATERIALES DE LA TIERRA

EL CICLO GEOLÓGICO, ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

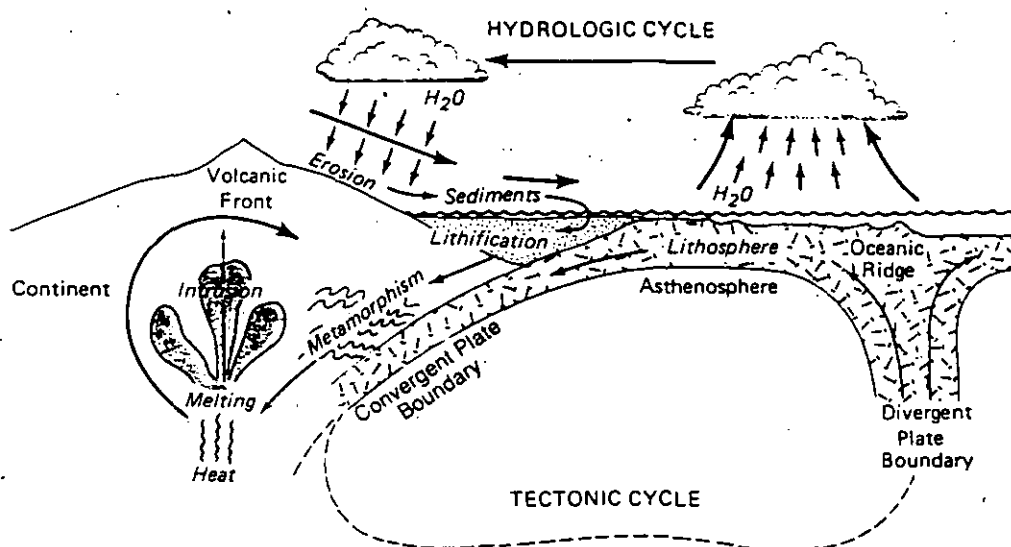
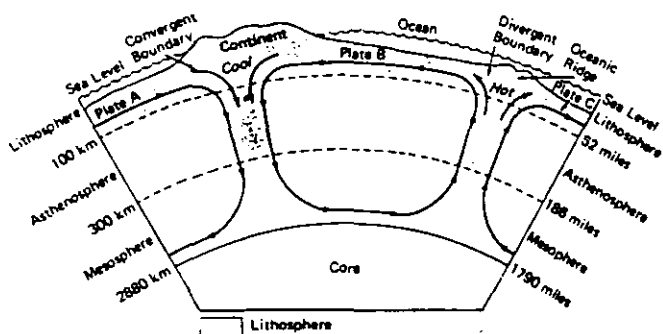


Figura .1 - EL CICLO GEOLÓGICO, compuesto de los Subciclos : HIDROLOGICO, DE LAS ROCAS, TECTONICO Y GEOQUIMICO.



EXPANSION DEL FONDO MARINO

Native elements such as gold, silver, copper, and diamonds have long been sought as valuable minerals.

FIGURE 3.3 Idealized diagram showing the model of seafloor spreading which is thought to drive the movement of the lithospheric plates. New lithosphere is being produced at the oceanic ridge (divergent plate boundary). The lithosphere then moves laterally and eventually returns down to the interior of the earth at a convergent plate boundary (subduction zone). This process produces ocean basins and provides a mechanism that moves continents.

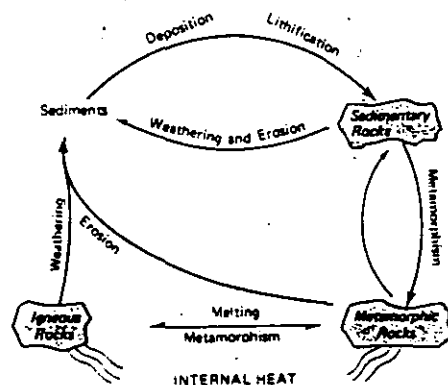


FIGURE 3.4 - CICLO DE LAS ROCAS. Idealized diagram showing the rock cycle.

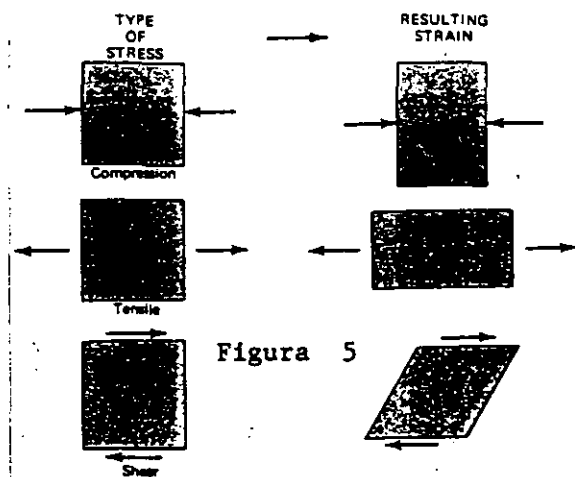


Figura 5

TIPOS DE ESFUERZO Y DEFORMACION R.

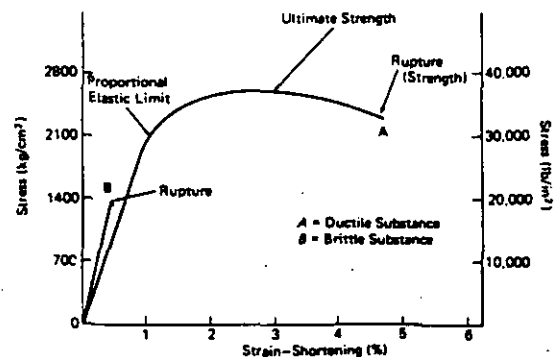


Figura 6 - DIAGRAMA DE ESFUERZO DEFORMACION (Billings, S.G., 1954).

LOS RECURSOS MINERALES Y EL MEDIO AMBIENTE

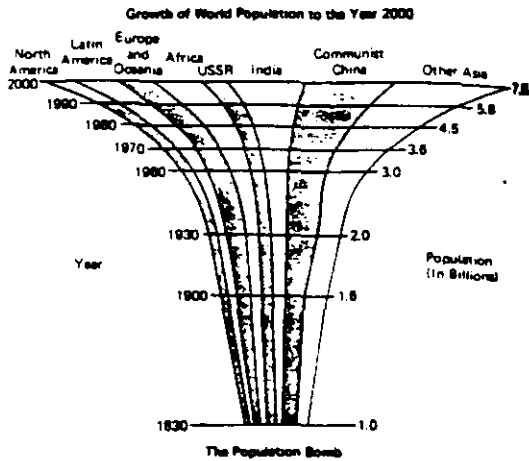


FIGURE 12.1
The population bomb.
(From U.S. Department of State.)

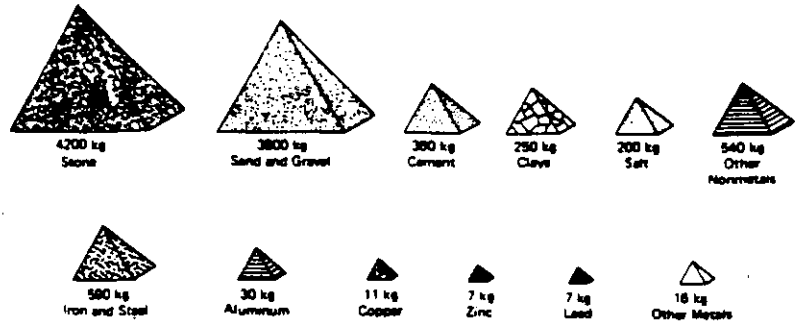


FIGURE 12.2
Amount of new mineral materials required annually by each U.S. citizen. (After U.S. Bureau of Mines, *Mining and Mineral Policy*, 1975.)

TABLE 12.1
Comparison of the use of selected metals in 1967 and the predicted use by the year 2000.

| Metal | Year 1967 | | | | Year 2000 | |
|--------|--------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|--|
| | United States per Capita | World per Capita | World Production (millions) | Bring World to U.S. Standard | Double Population as Today | Double Population World to U.S. Standard |
| Iron | 0.9 ton | 0.15 ton | 495.0 tons | x 6 | x 2 | x 12 |
| Copper | 8.1 kg | 1.4 kg | 4.7 tons | x 5.5 | x 2 | x 11 |
| Lead | 5.4 kg | 0.7 kg | 2.2 tons | x 8 | x 2 | x 16 |

Source: Data from C. F. Park, Jr., *Affluence in Jeopardy* (San Francisco: Freeman, Cooper & Company, 1966).

TABLE 12.2

A few of the mineral products in a typical American home.

- Building materials:** sand, gravel, stone, brick (clay), cement, steel, aluminum, asphalt, glass.
- Plumbing and wiring materials:** iron and steel, copper, brass, lead, cement, asbestos, glass, tile, plastic.
- Insulating materials:** rock wool, fiberglass, gypsum (plaster and wallboard).
- Paint and wallpaper:** mineral pigments (such as iron, zinc, and titanium) and fillers (such as talc and asbestos).
- Plastic floor tiles, other plastics:** mineral fillers and pigments, petroleum products.
- Appliances:** iron, copper, and many rare metals.
- Furniture:** synthetic fibers made from minerals (principally coal and petroleum products); steel springs; wood finished with rotten-stone polish and mineral varnish.
- Clothing:** natural fibers grown with mineral fertilizers; synthetic fibers made from minerals (principally coal and petroleum products).
- Food:** grown with mineral fertilizers; processed and packaged by machines made of metals.
- Drug and cosmetics:** mineral chemicals.
- Other items,** such as windows, screens, light bulbs, porcelain fixtures, china, utensils, jewelry: all made from mineral products.

Source: U.S. Geological Survey Professional Paper 940, 1975.

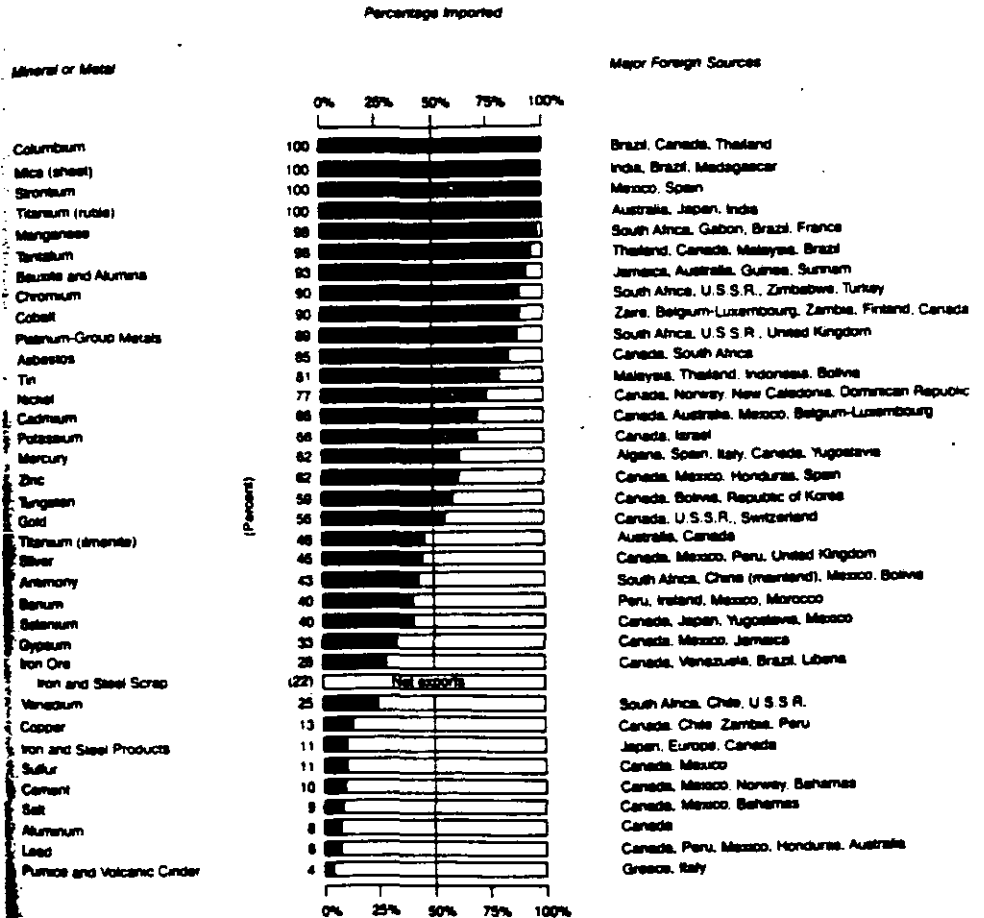


FIGURE 12.4
Imports supplied a significant percentage of total U.S. demand for minerals and metals in 1979. (From U.S. Bureau of Mines, *Minerals and Materials*, 1980.)

LOS RECURSOS MINERALES Y EL MEDIO AMBIENTE

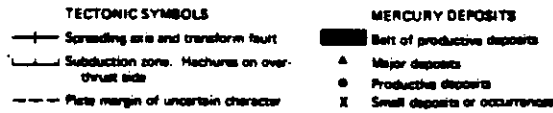
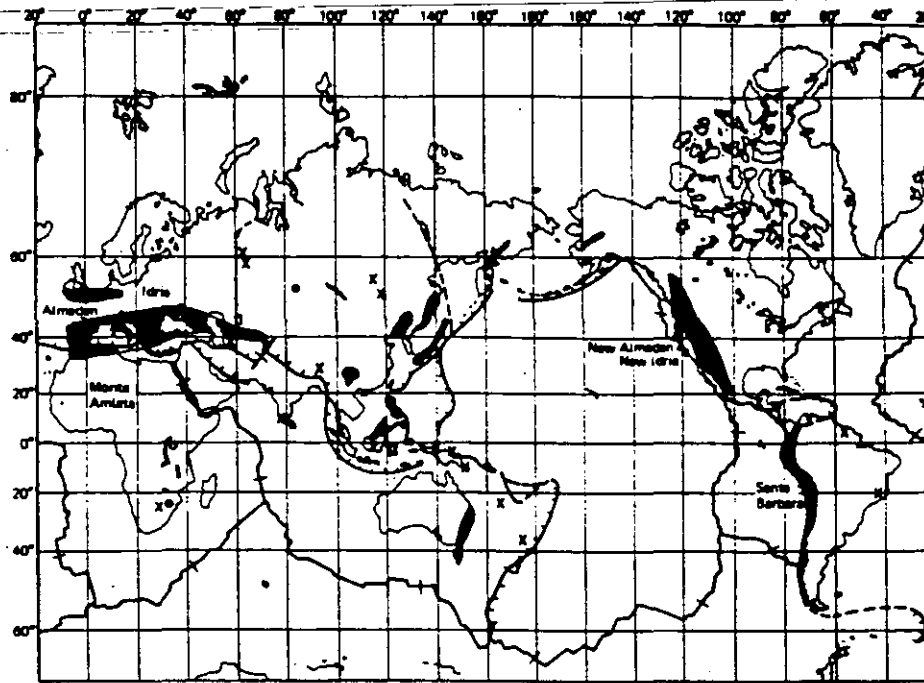


FIGURE 12.8
Relation between mercury deposits and recently active subduction zones. (From D. A. Brobst and W. P. Pratt, eds., U.S. Geological Survey Professional Paper 820, 1973.)

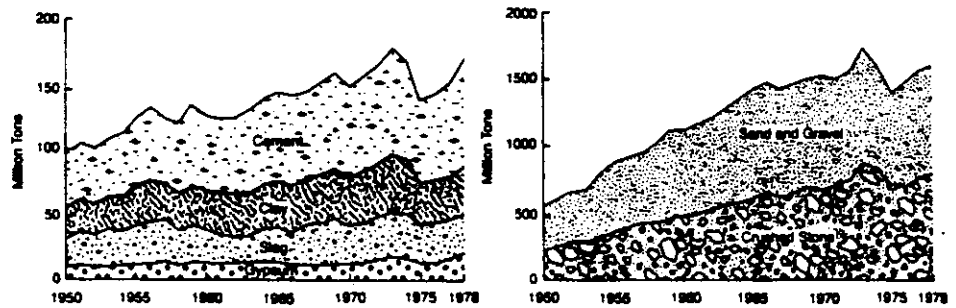
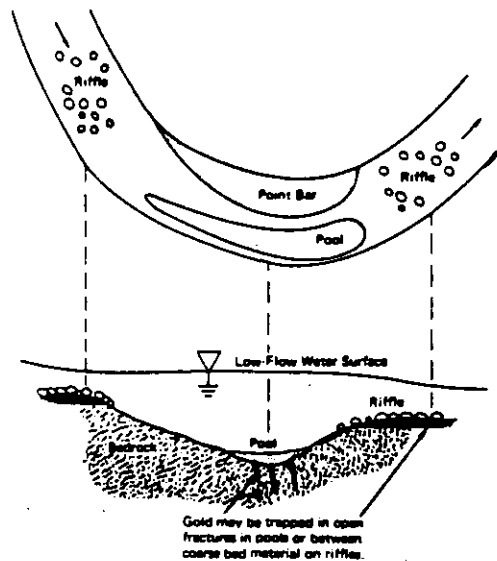


FIGURE 12.15
Supplies of major construction materials in the United States from 1950 to 1978. (From U.S. Bureau of Mines, Mining and Mineral Policy, 1979.)

FIGURE 12.16
Idealized diagram of a stream channel and bottom profile showing areas where placer deposits of gold are likely to occur.



LOS RECURSOS MINERALES Y EL MEDIO AMBIENTE



FIGURE 12.24
The Bingham Canyon copper mine, one of the largest artificial excavations in the world. (Photo courtesy of Kennecott Copper Corporation.)

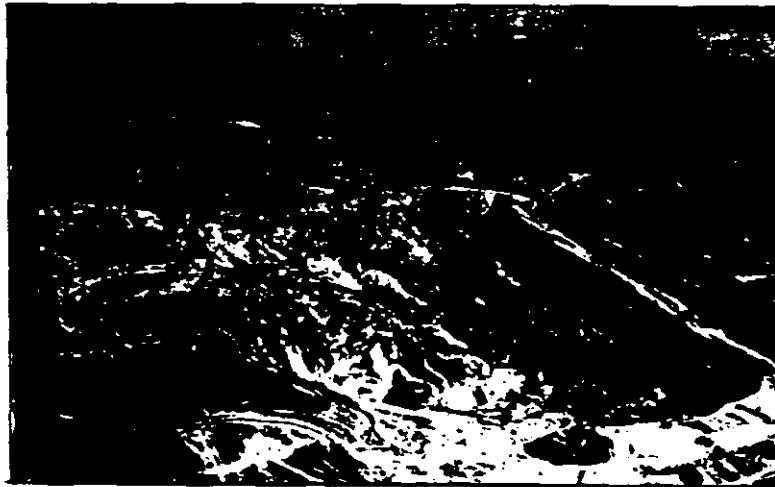


FIGURE 12.25
The Liberty Pit surface mine near Ruth, Nevada. (Photo courtesy of Kennecott Copper Corporation.)

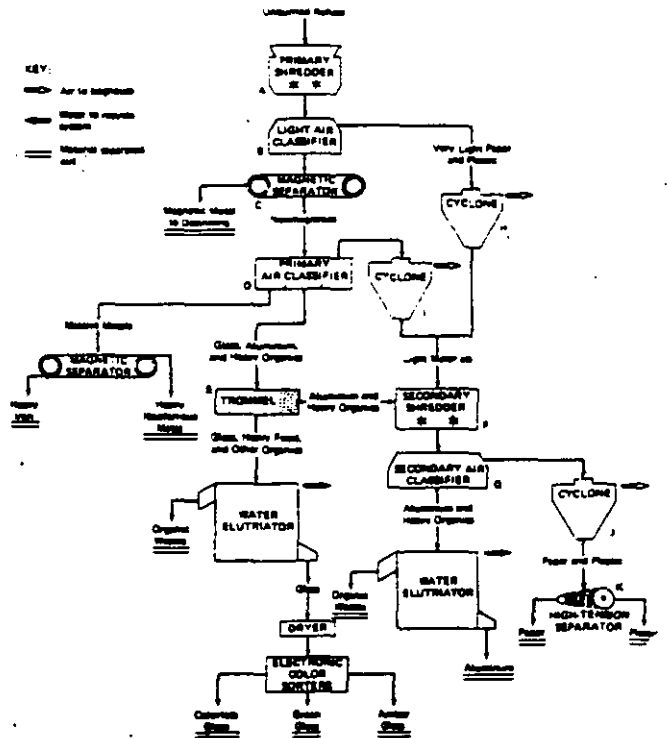
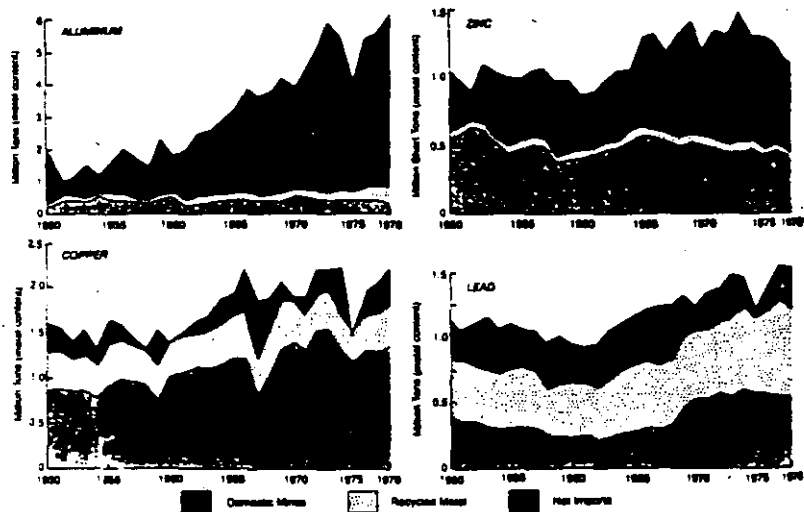


FIGURE 12.29
Flow chart showing how raw refuse may be separated for recycling of resources. (From P. M. Sullivan, et al., U.S. Bureau of Mines, R.I. 7760, 1973.)

GRANDES ESCURRIMIENTOS DE LOS RIOS

R E S U M E N

LOS GRANDES ESCURRIMIENTOS EN LOS RIOS SON EL PELIGRO NATURAL QUE MÁS HA SIDO EXPERIMENTADO EN MUCHAS REGIONES DE LA TIERRA. LA PÉRDIDA DE VIDAS DEBIDO A ELLO ES RELATIVAMENTE BAJA EN LOS PAÍSES DESARROLLADOS GRACIAS AL MONITOREO ADECUADO Y LOS SISTEMAS DE ALERTA CON LOS QUE SE CUENTAN, LOS CUALES SON MUY SUPERIORES A LOS QUE SE TIENEN EN LAS SOCIEDADES PREINDUSTRIALES; SIN EMBARGO, EL DAÑO QUE SE LLEGA A PRODUCIR EN CONSTRUCCIONES (EDIFICIOS Y FÁBRICAS) ES MUCHO MAYOR EN LAS SOCIEDADES INDUSTRIALES DONDE SE UTILIZAN LAS TERRAZAS DE INUNDACIÓN COMO ZONAS DE DESARROLLO, LAS CUALES, EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, HAN SIDO UTILIZADAS EN FORMA EXTENSA.

LA MAGNITUD Y LA FRECUENCIA DE LAS INUNDACIONES SON UNA FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD Y LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN, Í COMO DEL RANGO DE INFILTRACIÓN DE AGUA EN LOS SUELOS, LA ROCA O LA TOPOGRAFÍA. EL USO HUMANO DE LA TIERRA, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIUDADES, HA INCREMENTADO EL RIESGO DE FLUJOS EN LAS PEQUEÑAS CUENCAS, YA QUE GRAN PARTE DE ESTAS SON CUBIERTAS CON EDIFICIOS, CARRETERAS, ESTACIONAMIENTOS, ETC., LOS CUALES OCASIONAN QUE EL AGUA DE LAS TORMENTAS ESCURRA SUPERFICIALMENTE, EN LUGAR DE INFILTRARSE.

EN GENERAL SE RECONOCEN DOS TIPOS DE FLUJOS; 1) FLUJOS AGUAS ARRIBA (UPSTREAM), QUE SE FORMAN DEBIDO A LLUVIAS INTENSAS (DE POCA DURACIÓN), SOBRE UNA ÁREA RELATIVAMENTE PEQUEÑA; Y 2) FLUJOS AGUAS ABAJO (DOWN STREAM) PRODUCIDOS POR TORMENTAS DE LARGA DURACIÓN SOBRE UN ÁREA GRANDE EN LA CUAL SE ALCANZA A SATURAR EL SUELO, INDUCIENDO GRANDES ESCURRIMIENTOS DEBIDO A LA GRAN CANTIDAD DE CUENCAS TRIBUTARIAS QUE SE UNEN, TRAYENDO COMO RESULTADO GRANDES FLUJOS EN LOS RIOS MÁS CAUDALOSOS.

ENTRE LOS FACTORES QUE CONTROLAN LOS DAÑOS CAUSADOS POR LOS GRANDES FLUJOS SE TIENE; 1) EL USO DE LA TIERRA EN LAS PLANICIES DE INUNDACIÓN; 2) LA MAGNITUD Y FRECUENCIA DE LOS FLUJOS; 3) LA CANTIDAD DE SEDIMENTOS DEPOSITADOS; Y 4) LA EFECTIVIDAD DE LOS PRONÓSTICOS Y LOS SISTEMAS DE ALERTA Y EMERGENCIA EN CASO DE DESASTRES.

DESDE UN PUNTO DE VISTA AMBIENTAL, LA MEJOR SOLUCIÓN PARA REDUCIR LOS DAÑOS DEBIDOS A GRANDES FLUJOS, ES CONTROLAR O REGULAR EL USO DE LAS PLANICIES DE INUNDACIÓN, SIN EMBARGO, EN ÁREAS URBANAS GRANDES SERÁ NECESARIO, ADEMÁS DE LO ANTERIOR, UTILIZAR BARRERAS FÍSICAS, ALMACENES PARA AGUA Y CONSTRUIR CANALES, PARA PROTEGER LAS CONSTRUCCIONES EXISTENTES. LAS SOLUCIONES REALES, PARA MINIMIZAR LOS DAÑOS, DE LOS GRANDES FLUJOS, INVOLUCRAN UNA COMBINACIÓN DE LA REGULACIÓN DEL USO DE LAS PLANICIES DE INUNDACIÓN Y LAS TÉCNICAS INGENIERILES DE CONTROL DE ESCURRIMIENTOS.

A NIVEL INSTITUCIONAL EXISTE UNA CONCIENCIA APROPIADA RESPECTO A LOS PROBLEMAS QUE PUEDEN CAUSAR LOS FLUJOS; SIN EMBARGO, DESDE UN PUNTO DE VISTA INDIVIDUAL NO ES ASÍ Y SE REQUIEREN (GRAN CANTIDAD DE) PROGRAMAS PARA CONCIENTIZAR AL PÚBLICO Y CON ELLO AYUDARLES A COMPRENDER EL PELIGRO DE VIVIR EN ÁREAS SUSCEPTIBLES DE SER INUNDADAS.

DESLIZAMIENTOS (DE TIERRA Y/O ROCA) Y FENOMENOS ASOCIADOS

R E S U M E N

LAS GEOFORMAS MÁS COMUNES SON LAS LADERAS, QUE SON SISTEMAS DINÁMICOS ENVOLVENTES, EN LAS CUALES EL MATERIAL SUPERFICIAL SE ESTA MOVIENDO CONSTANTEMENTE LADERA ABAJO CON RANGOS QUE VARÍAN DESDE LOS MOVIMIENTOS MUY PEQUEÑOS (CREEP), HASTA GRANDES AVALANCHAS. ENTRE LOS ASPECTOS IMPORTANTES DE LOS DESLIZAMIENTOS SE ENCUENTRAN: 1) TIPO DE MATERIALES QUE SE TIENE EN LA PENDIENTE; 2) TOPOGRAFÍA 3) CLIMA, 4) VEGETACIÓN; 5) AGUA, Y 6) TIEMPO. LA PRINCIPAL CAUSA DE LA MAYORÍA DE LAS AVALANCHAS SE PUEDE DETERMINAR EXAMINANDO LA RELACIÓN ENTRE LAS FUERZAS QUE INDUCEN EL DESLIZAMIENTO DE LOS MATERIALES (FUERZAS ACTIVADORAS = DRIVING FORCES), Y LAS FUERZAS QUE SE Oponen al movimiento (FUERZAS DE RESISTENCIA = RESISTING FORCES). LA PRINCIPAL FUERZA ACTIVADORA ES EL PESO DE LOS MATERIALES QUE SE ENCUENTRAN EN LA LADERA, Y LA FUERZA DE RESISTENCIA MÁS COMÚN ES EL ESFUERZO CORTANTE (SHEAR STRENGHT) DE LOS MATERIALES.

EL PAPEL QUE JUEGA EL AGUA PARA QUE SE PRODUZCAN LOS DESLIZAMIENTOS ES PARTICULARMENTE IMPORTANTE Y ÉSTA CASI SIEMPRE INVOLUCRA DO, YA SEA EN FORMA DIRECTA O INDIRECTA PARA QUE SE PRODUZCAN. POR EJEMPLO: 1) EL AGUA (DE ARROYOS, LAGOS, U OCEANOS) EROSIONA LA PARTE INFERIOR DE LAS LADERAS, AUMENTANDO LAS FUERZAS ACTIVADORAS. 2) EL EXCESO DE AGUA AUMENTA EL PESO DE LOS MATERIALES QUE SE ENCUENTRAN EN LA LADERA ASI COMO LA PRESIÓN DEL AGUA, LO CUAL HACE DECRECER LAS FUERZAS DE RESISTENCIA. UN AUMENTO EN LA PRESIÓN DEL AGUA SE PRESENTA ANTES DE QUE OCURRAN LA MAYOR PARTE DE LOS DESLIZAMIENTOS, Y DE HECHO, LA MAYORÍA DE ÉSTOS SON EL RESULTADO DE UN AUMENTO ANORMAL EN LA PRESIÓN DEL AGUA, DENTRO DE LOS MATERIALES QUE FORMAN LAS PENDIENTES.

LOS EFECTOS QUE PRODUCE EL USO HUMANO DEL SUELO VARIA DE INSIGNIFICANTE A MUY SIGNIFICATIVO. EN LOS LUGARES DONDE HAY POCA ACTIVIDAD HUMANA QUE AFECTE LAS LADERAS INDUCIENDO DESLIZAMIENTOS, NECESITAMOS APRENDER TANTO COMO SEA POSIBLE, ACERCA DE DONDE; CUANDO Y

COMO SE PRESENTAN LOS DESLIZAMIENTOS, DE MANERA QUE PODEMOS EVITAR LOS DESARROLLOS URBANOS EN ÁREAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS Y DE SER NECESARIO, DEBEMOS TOMAR MEDIDAS PREVENTIVAS. EN LOS CASOS EN QUE LA ACTIVIDAD HUMANA HA AUMENTADO EL NÚMERO Y EL EFECTO DE LOS DESLIZAMIENTOS, SERÁ NECESARIO APRENDER COMO RECONOCER, CONTROLAR Y MINIMIZAR ESTAS OCURRENCIAS.

LA EXTRACCIÓN DE FLUÍDOS (COMO PETROLEO Y AGUA) O DE MINERALES (SAL, CARBÓN, ETC.) HAN INCREMENTADO EL RIESGO DE QUE SE PRESENTEN SUBSIDENCIAS. EN EL CASO DE LA EXTRACCIÓN DE FLUÍDOS, LA CAUSA DE LA SUBSIDENCIA ES LA REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN DE LOS FLUÍDOS QUE SOPORTABÁN LAS CAPAS DE MATERIAL SOBROYACIENTES. EN EL CASO DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES SOLIDOS, LA SUBSIDENCIA PUEDE DEBERSE A LA PÉRDIDA DE SOPORTE DEL MATERIAL SOBROYACIENTE.

PARA REDUCIR EL PELIGRO DE LOS DESLIZAMIENTOS, ES NECESARIO, TENER IDENTIFICADAS LAS ZONAS DONDE PROBABLEMENTE SE PRODUZCAN, PREVENIRLOS Y REALIZAR PROCEDIMIENTOS CORRECTIVOS. EL MONITOREO Y LAS TÉCNICAS DE MAPEO FACILITAN LA IDENTIFICACIÓN. LA PREVENCIÓN DE GRANDES DESLIZAMIENTOS NATURALES, ES CASI IMPOSIBLE, PERO CON BUENOS TRABAJOS INGENIERILES SE PUEDE HACER MUCHO PARA REDUCIR EL PELIGRO QUE REPRESENTAN. PARA CORREGIR EL PELIGRO CREADO AL INDUCIR LA FORMACIÓN DE UN DESLIZAMIENTO, SE DEBE PLANEAR COMO CONTRARRESTAR O REDUCIR EL PROCESO QUE LO GENERARÁ.

PARA LA MAYOR PARTE DE LA GENTE ES POCO FACIL INFERIR LA FUTURA FORMACIÓN DE UNA AVALANCHA, A MENOS QUE TENGAN EXPERIENCIAS PREVIAS; SIN EMBARGO, SE HA OBSERVADO QUE LAS PERSONAS QUE HABITAN EN ZONAS ALEDAÑAS A LAS COLINAS, O EN LAS PLANICIES DE INUNDACIÓN, NO SON FÁCILMENTE IMPRESIONADOS CON LA INFORMACIÓN TÉCNICA QUE SE LES DE A CONOCER, RESPECTO AL PELIGRO POTENCIAL EN QUE SE ENCUENTRAN, DE MANERA QUE EL ESTUDIOSO DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA DEBE DE REALIZAR, TAMBIÉN, CAMPAÑAS INTENSAS DE CONCIENTIZACIÓN.

LAS ERUPCIONES DEL VOLCÁN ST. HELENS (SANTA HELENA), DE 1980

FIGURA 7.15 - Croquis de localización del Volcán (a); Flujos de lodo generados en la erupción de Mayo 18(b); Distribución de la nube de ceniza (c); arboles dañados y deslizamientos.

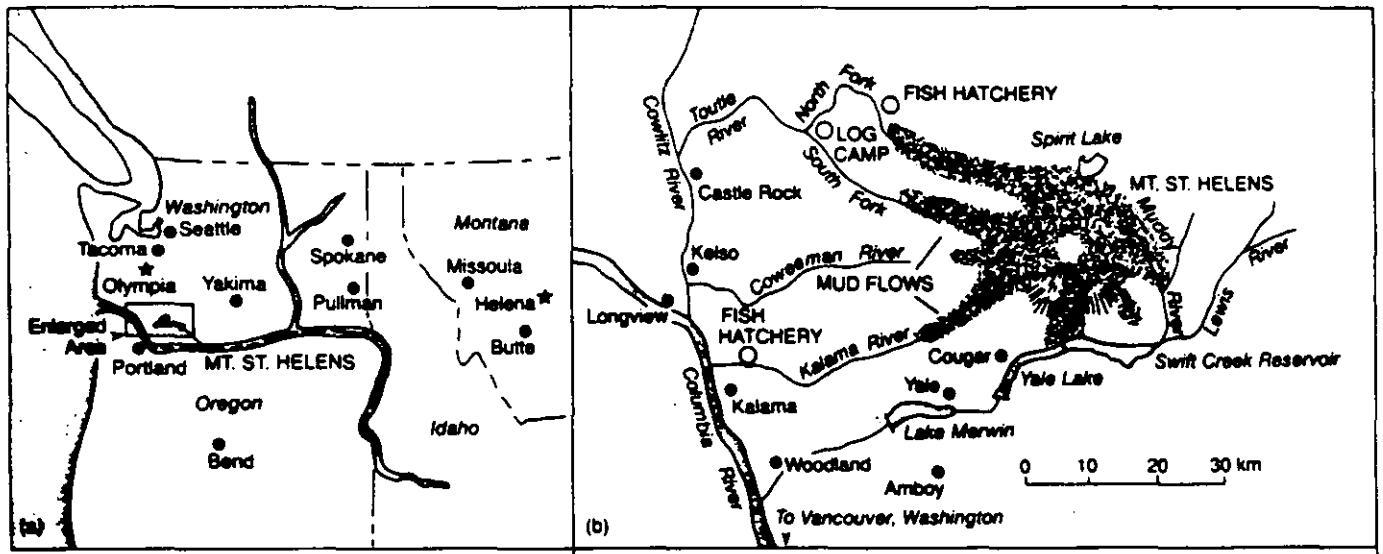
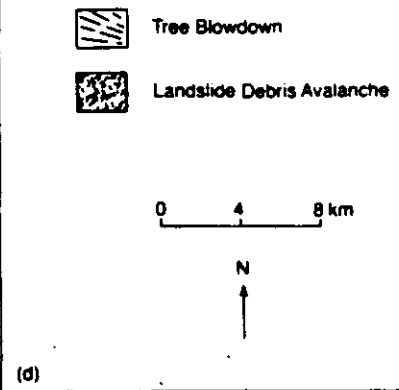
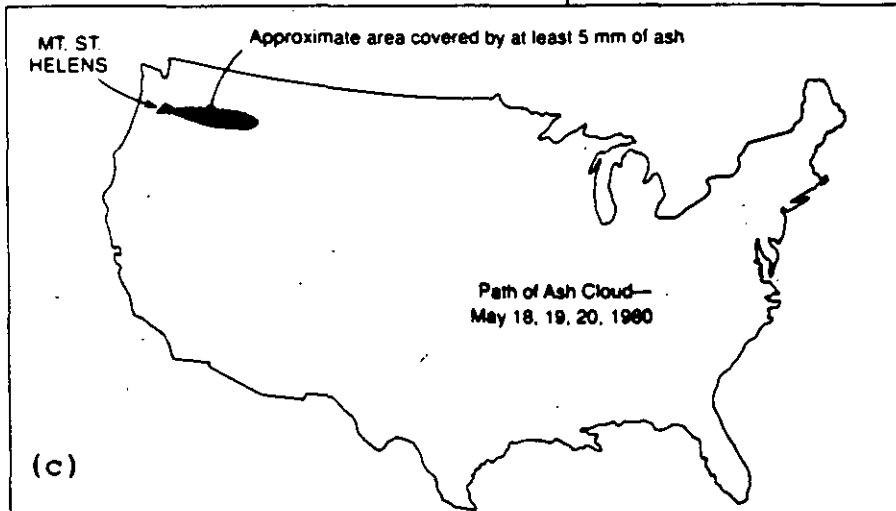
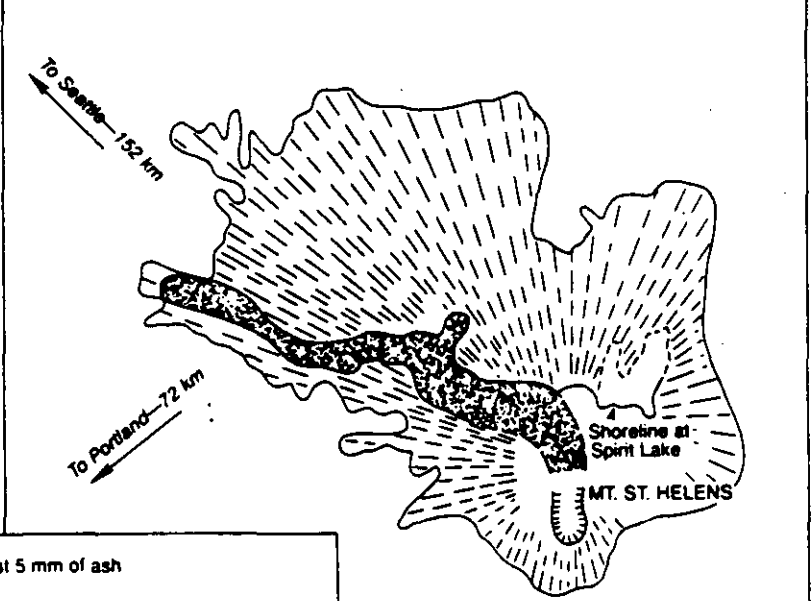
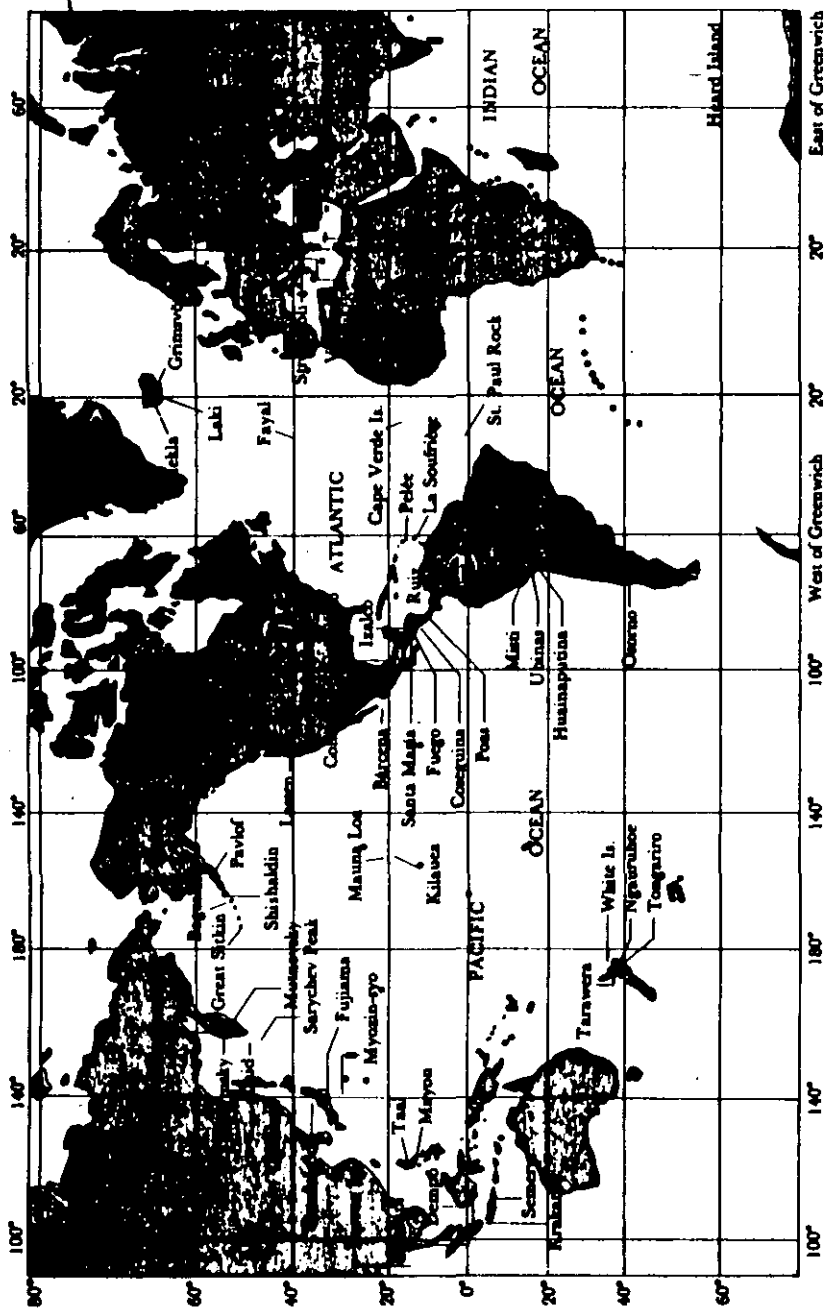


FIGURE 7.15
 Location of Mount St. Helens (a), mudflows generated by the May 18 eruption (b), tree blowdown and landslide/debris avalanche associated with the May 18 eruption (d), and the path of the ash cloud from the May 18 eruption (e). (Photograph by Austin Post, courtesy of U.S. Geological Survey. Information from various U.S. Geological Survey publications.)





10.33

Major volcanoes of the world. (Fred M. Bullard, Volcanoes: In History, in Eruption. Austin: University of Texas Press, 1962, p. 369. Reprinted by permission.)

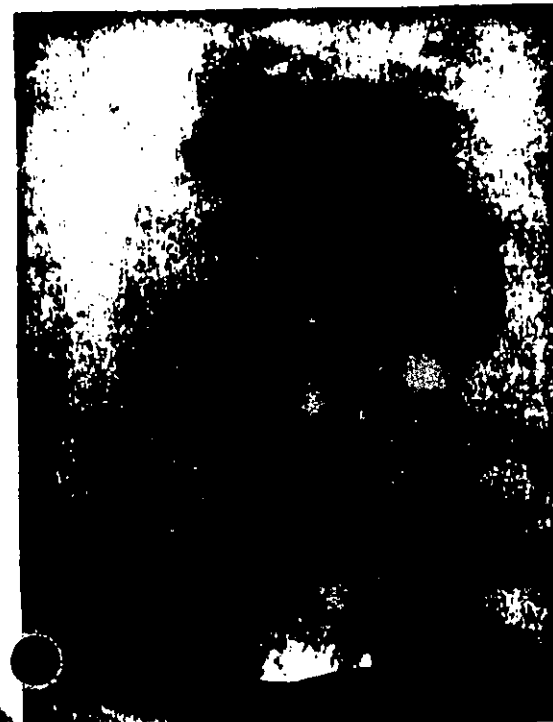
All in all, we must admit that we simply do not have adequate knowledge of the seismicity of the earth, the cause of earthquakes, the local or regional geology of most areas, or the dynamic behavior of earth materials. Earthquake prevention does not appear to be possible in the immediate future.

VOLCANOES

Volcanoes have always intrigued people and although they have dealt us some severe blows, they have provided us with fertile soil, various economic products, and a subject of beauty, romance, and mythology. People have long been intimately associated with volcanoes, and many volcanoes are located in such heavily populated areas as the Mediterranean, Japan, and Indonesia. Figure 10.33 shows that volcanoes are located in the major earthquake belts, and among the active volcanoes, 62 percent are situated around the Pacific rim. A few more volcanoes are found in the central Pacific, while most of the remaining third of the world's volcanoes are located along the Mid-Atlantic Ridge, the Caribbean arc, the Mediterranean, in northern Asia Minor, and in the East African rift area.

Products of Volcanism

The products of volcanic activity consist mainly of material that originates in magma and include steam and other gases which escape from the magma. Basalt, felsite, and other rocks are formed through solidification of lava, which is the molten fraction of the magma that reaches the surface. Other



10.34
Eruption of Heimay, Iceland.
(Photograph by Frank Siteman/Stock Boston)

Tabla 2.- Distribución de familias y número de miembros por familia por cada municipio afectado por la reciente erupción del Volcán Chichónal

| MUNICIPIO | NUM. FAMILIAS | NUM. MIEMBROS POR FAMILIA |
|----------------|---------------|---------------------------|
| Chapultenango | 1,112 | 5 |
| Francisco León | 1,268 | 4 |
| Ixtacomitán | 719 | 4 |
| Ocoatepec | 787 | 4 |
| Ostucán | 1,876 | 7 |
| Pichucalco | 3,386 | 5 |
| Sunuspa | 303 | 4 |

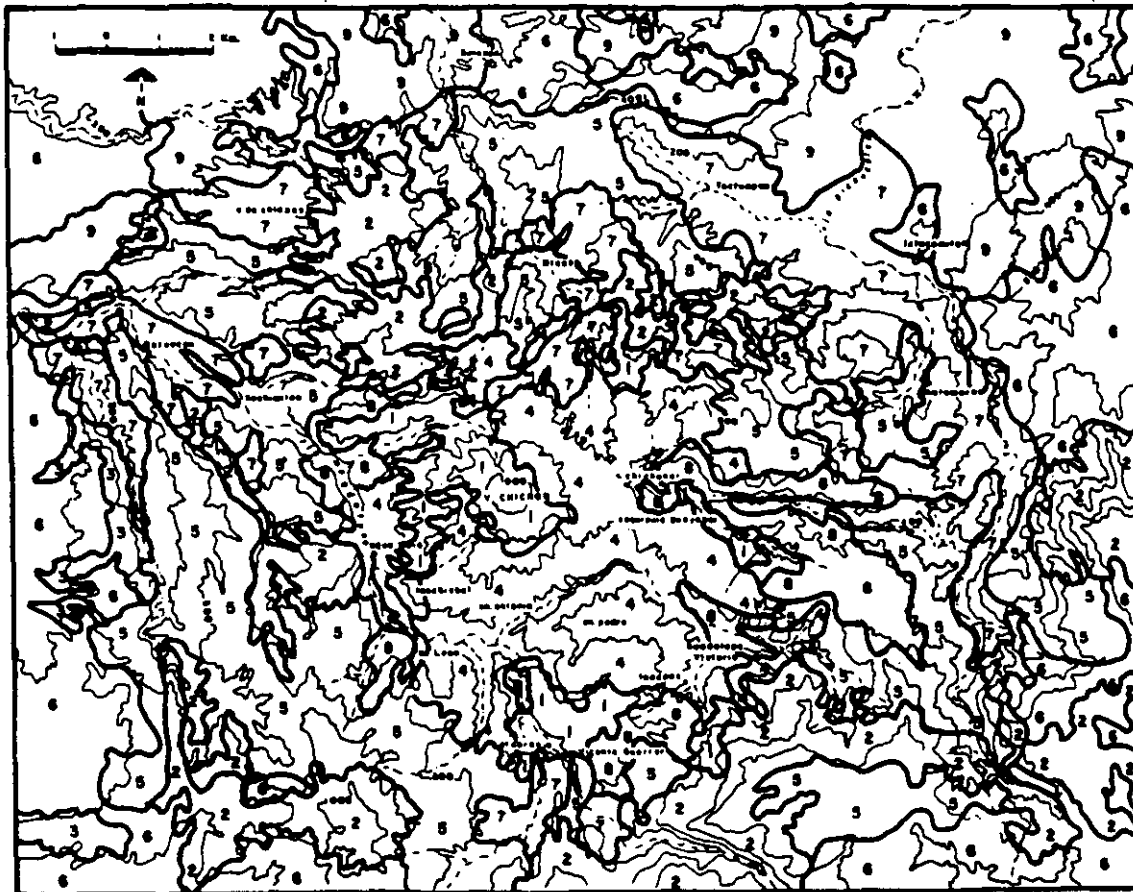


Figura 5.- Mapa que muestra la magnitud del impacto al medio natural en torno al Volcán Chichónal.

MAGNITUD DEL IMPACTO AL MEDIO NATURAL

| TIPO DE MEDIO | AREAS | SUPERFICIE AFECTADA | % DE AFECTACION | TIEMPO DE RECUPERACION ESTIMADO |
|--|-------|---------------------|-----------------|---------------------------------|
| SELVAS ALTAS | 1 | 42.0 | mayor 80 | mayor 20 años |
| | 2 | 118.5 | 50 - 80 | 10 - 20 |
| | 3 | 13.0 | menor 50 | menor 10 años |
| Acahuales, selvas degradadas, potreros y campos de cultivo | 4 | 93.9 | 100 | mayor 5 años |
| | 5 | 306.0 | 50 - 80 | mayor 3 años |
| | 6 | 180.5 | menor 50 | menor 3 años |
| Campos agrícolas frutícolas y pecuarios | 7 | 42.4 | 100 | mayor 6 años |
| | 8 | 70.9 | mayor 80 | mayor 4 años |
| | 9 | 131.5 | menor 80 | menor 4 años |

Tabla 2
GRANDES SISMOS SENTIDOS EN LA CIUDAD DE MEXICO
A TRAVÉS DE SU HISTORIA

| FECHA | EFFECTOS EN EL D.F. | OBSERVACIONES | FECHA | EFFECTOS EN EL D.F. | OBSERVACIONES | FECHA | EFFECTOS EN EL D.F. | OBSERVACIONES |
|-------------------------|--|---|--|---|---|--|--|--|
| 1475 (9 caña) | Durante el temblado de Anayscatl hubo fortísimos temblores que arrumaron con todas las casas y edificios del Valle de México. Montes y cerros del valle sufrieron derrumbes; también se formaron grietas en la tierra. | Estece así un fuerte sismo dentro o muy cerca de la ciudad de México. | 1711, 15 de agosto | Un gran temblor que arruinó muchos edificios y tiró muchas casas. | Causó daños también en Puebla y Tlaxcala. Tal vez se trate de un sismo profundo en el interior de la placa de Cocos. | 1800; 8 de marzo (Terremoto de San Juan de Dios) | Dañó varias iglesias y casas de la ciudad de México. Se reportan daños en Palacio Nacional y en las arquerías de Chapultepec. Se describe una duración de 4 a 5 minutos. | Se sintió fuertemente en la zona de la Mixteca, Oaxaca, Puebla y Veracruz. |
| 1496 (4 pedernal) | Temblor general: se llenó la tierra de grietas. | Fuerte terremoto en la costa? | 1753, 29 de junio | Se dañaron varios templos y casas. No se reportaron daños de gravedad. | | 1818; 31 de mayo | Arson rotos en los acueductos de Santa Fe y Belem. Daños en puentes, cuarteles y edificios. Daños en los conventos de la Merced, San Francisco y San Diego; en los hospitales de Tercera, la Santísima y San Hipólito; en la sacristía de la Catedral, las iglesias de Santo Veracruz, Santa Catalina y del Campo Florido. | Ruina casi total en la ciudad de Colima. Graves daños en Guadalajara: las torres y cúpula de la catedral se resquebrajaron. Dañó además otras iglesias y edificios en Guadalajara. |
| 1542; 15 a 17 de marzo | Temblor que dañó construcciones en México. | | 1768, 4 de abril | Alzate reporta que no hay edificio grande o pequeño que no sufra daños. Los puentes sobre los arroyos y el Palacio fueron dañados. Se resquebrajaron los muros. Con reloj en mano, Valdequez de León observó una duración de un minuto. | Daños en Athaca, Toluquepec y San Cristóbal Ecatepec. | 1820; 4 de mayo (Terremoto de Santa Mónica) | Arruinó algunos edificios y causó daños en los acueductos. Destruyó la iglesia del Campo Florido. | Se sintió fuertemente en Acapulco, donde también causó una marajada. |
| 1589; 11 a 26 de abril | Se cayeron paredes y algunos edificios quedaron dañados. En Coyocacán se cayó el convento de los dominicos. | | 1776, 21 de abril | Derribó la cárcel de la Audiencia. Daño la Casa de Moneda, la Catedral, el Palacete Real, el Palacio del Arzobispo y otros edificios más. Se reportó una duración de 4 minutos. | El terremoto destruyó la fortaleza de Acapulco. | 1835; 6 de enero | Daños en paredes, puentes y acueductos de la ciudad. Dañó la Sacristía de Catedral y la capilla de Felipe de Jesús. Derribó la cúpula de la iglesia de Tlaltepantla. | |
| 1611; Agosto | Temblor que arruinó algunos edificios. Se cayó parte del convento de San Francisco. La iglesia de Xochimilco quedó dañada. | | 1787; 28 de marzo (Terremoto de San Sinto) | Daños en Palcos, el Cabán de la Diputación. Dañó muchos edificios más. Duración entre 5 y 6 minutos. | Se reportó una secuencia de grandes sismos los días 28, 29, 30 de marzo y 1 de abril. Daños en Oaxaca y Tehuantepec. Se informó de un enorme maremoto en la Barra | 1837; 22 de noviembre (Temblor de Santa Cecilia) | Los edificios y arquerías sufrieron mucho. Duración de aproximadamente 5 minutos. | Sismo en las costas de Michoacán? |
| 1653, 17 de enero | Daños en bardas de Santo Domingo. Destruyó parte de la iglesia de Atzacapotzaco. | | 1845; 7 de abril (Temblor de Santa Teresa) | | | 1845; 7 de abril (Temblor de Santa Teresa) | Derribó la cúpula de la iglesia del Señor de Santo Terrem. Derribó el Hospital de San Lázaro. Daños en el Palacio Nacional, la Cámara de Senadores, la Universidad y varios edificios más. Se reportó gran destrucción en Xochimilco y daños en Tlalpan. | Fuerte sismo en la costa de Guerrero. |
| 1665, 20 de enero | Sismo en Morelos, sentido en la ciudad de México. No produjo daños. | Causado por la explosión del Popocatepetl. | | | | | | |
| 1697; 7 y 23 de febrero | Destrucción de algunos edificios en México. | Sismo en Acapulco. | | | | | | |
| 1698, 3 de septiembre | Fuerte terremoto que derribó dos casas. | | | | | | | |

TOMADO DE: SUÁREZ R., G. Y JIMÉNEZ Z., J. (1987). SISMOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y EL TERREMOTO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985. CUADERNOS DEL INST. DE GEOFÍSICA/2, UNAM, MÉXICO, D.F.,

ESTUDIOS GEOLOGICO AMBIENTALES

Cartografía regional básica que es necesario realizar.

- A) Para realizar el estudio de una región se recomienda partir de los levantamientos geológicos regionales elaborados en mapas a escala 1:50,000, o en escala 1:100,000 de no existir los anteriores. En la mayoría de los casos es conveniente abarcar regionalmente la cuenca o cuencas hidrológicas en las que se encuentren las ciudades o zonas de interés.

Los trabajos que se consulten, deben ser debidamente referenciados, para preservar los derechos de autor; ya que ésto resulta de importancia para el soporte técnico de los estudios y para reducir, en lo posible, el costo de los proyectos geológico ambientales que se planea realizar en el país, los estados o municipios.

En muchas ocasiones diversas dependencias o entidades realizan los mismos estudios en una determinada región y es común que los conserven en archivos a los que no se tiene fácil acceso.

Debido al sustancial ahorro de tiempo y dinero que se puede lograr al efectuar una consulta de bancos de información o archivos gubernamentales, se recomienda agotar todas las posibilidades de conseguir oficialmente, todo tipo de material cartográfico y bibliográfico pre-existente.

Es importante contar con una campaña inicial de recopilación y otra de elaboración de mapas regionales confiables, que aporten beneficios claros y transparentes a los objetivos técnicos de las entidades interesadas en preservar el medio ambiente, mediante estudios geológicos, y de ahí partir para los estudios semiregionales o locales enfocados a la construcción de plantas de tratamiento de aguas negras, para el depósito de desechos sólidos peligrosos y/o no peligrosos, etc..

La creación de políticas federales, estatales y municipales apropiadas redundará en la optimización de los recursos, para que de la información geológica se logre una adecuada aplicación práctica y técnica, que sirva, a su vez, para reducir la inversión del capital de riesgo, al evitar los gastos que se generan al repetir estudios y exploraciones.

- B) En la cartografía regional se deben resaltar los riesgos geológicos existentes, tales como: 1) temblores, que puedan ser inducidos en fallas locales o por actividad tectónica

regional; 2) presencia de volcanes activos o inactivos; 3) zonas de deslizamientos de taludes; 4) zonas con riesgos de hundimientos, ya sea por la presencia de minas subterráneas o por la extracción inmoderada de agua, y 5) presencia de áreas sujetas a inundaciones.

Respecto al riesgo sísmico, es necesario señalar que se requieren cartas regionales, que incluyan los rasgos estructurales mayores (fallas y fracturas), para afinar las teorías tectónicas, que están estrechamente relacionadas con los sismos. Actualmente en México son los centros de investigación los que más estudios realizan al respecto, pero están enfocados principalmente a las zonas de subducción de la mitad sureste de la costa del Pacífico y a la distensión del Golfo de California. En otras regiones no se cuentan con instrumentación y estudios sismotectónicos confiables. Por esto conviene analizar la posible instalación de redes de monitoreo sismológico y programas de cooperación con los gobiernos de los estados vecinos, para estudiar una mayor superficie del país que permita mejorar el conocimiento de la respuesta del terreno a la actividad sísmica y con ello actualizar los reglamentos de construcción en varias entidades.

En los estudios de riesgo volcánico es conveniente aprovechar la infraestructura de algunas instituciones dedicadas a las ciencias de la tierra que realizan investigaciones en varias regiones del país y tienen equipos, con los cuales se podrían realizar programas de instrumentación (como redes de monitoreo microgeodésico, etc.), que permitirá realizar estudios más completos en las zonas de interés; ésto además de contar con el apoyo del monitoreo sismológico.

Para los deslizamientos de laderas, que en general se consideran puntuales o ligeramente áreales, conviene señalar que dentro de las medidas de prevención se requiere el conocimiento confiable de la geología regional, que se recomienda analizar en cartas a escala 1:50,000, así como la identificación fotogeológica de zonas donde se produjeron antiguos deslizamientos, con dicha información se podrá proceder al análisis local, de este tipo de riesgo, y en base a ello, recomendar medidas de protección en vías de comunicación o poblaciones.

C) Utilización de Sensores Remotos

La utilización de sensores remotos permite avanzar más rápidamente; por ejemplo, al realizar interpretaciones de rasgos geológicos con falso color, ya que con ello se obtienen resultados más rápidos en los estudios de gabinete y ayudan en la obtención de mayor precisión, ahorro de tiempo y amortización rápida en los trabajos regionales, si se compara

3
con los procedimientos convencionales de fotogrametría, topografía, cartografía de suelos, etc..

Los sensores remotos resultan muy útiles si se aplican en estudios de geotecnia, ingeniería hidráulica, selección de sitios para carreteras, obras hidráulicas y, en general, para estudios de infraestructura de desarrollo de varias regiones del país; por lo tanto, se propone la utilización de este tipo de técnicas para la obtención de mejores resultados.

D) Recursos de agua y contaminación de acuíferos

Regionalmente se deben analizar las posibles fuentes de agua subterránea y de los escurrimientos superficiales para abastecimientos y se deben tomar todas las medidas tendientes a su conservación y protección.

En la cartografía geológico ambiental se deben considerar todos los aspectos que pueden producir el deterioro y la contaminación de los cuerpos de agua, así como la disposición de los efluentes, que necesariamente requieren estudios técnicos de conducción o tratamiento.

En relación a este aspecto es de gran importancia establecer políticas de explotación regional mediante el control y monitoreo, y contar con la infraestructura hidráulica adecuada a fin de optimizar el uso y desecho de aguas negras e industriales.

En relación a esto no se han tomado las medidas adecuadas y los resultados alcanzados a la fecha, distan mucho de ser de calidad a nivel nacional, teniéndose problemas por contaminación citadina, industrial, agrícola y minera.

Es necesario realizar a nivel regional y local estudios específicos que tomen en cuenta la explotación de los acuíferos, la disposición de efluentes y su tratamiento.

Creación de Bancos de Información, Bibliotecas especializadas y Publicaciones periódicas.

Es necesario crear (o actualizar) los bancos computarizados de datos sobre estudios geológico ambientales existentes a nivel nacional e internacional así como de temas selectos de ciencias de la tierra, en diversas instituciones públicas e incrementar los centros de información.

La difusión de sus servicios debe ser ágil y precisa, para

reducir el tiempo de espera para la obtención de información. Los centros de información con que actualmente se cuenta no tienen capacidad para dar apoyo a nivel nacional y menos sobre información específica.

Este tipo de acciones permitirá obtener todos los datos geológicos previos a los estudios que se desea realizar y permite que éstos tengan el alcance suficiente para cubrir todos los aspectos que se requieran y ayudará a no cancelar los programas de estudio por la carencia de presupuestos suficientes para ello.

Se recomienda realizar intercambios de información con instituciones y países que estén a la vanguardia en la materia y obtener propuestas de apoyo en la organización y manejo de información, para mejorar la infraestructura básica en los estudios geológico ambientales.

Es necesario recomendar a nivel nacional, que se creen nuevas políticas para la publicación de trabajos inéditos, en particular los generados por para-estatales, para que los profesionistas interesados publiquen con mayor entusiasmo y frecuencia los resultados de sus trabajos exploratorios.

De lograrse lo anterior se tendrán grandes beneficios a nivel nacional.

Mantener informada a la comunidad de los programas de protección geológico ambiental, así como de los avances y castigos aplicados a los que no respetan los lineamientos establecidos al respecto (o los que se establezcan para tal fin), resulta muy útil, para crear una conciencia cívica adecuada; de manera que es recomendable crear una publicación mensual que permita a los habitantes del país, conocer los avances de los trabajos geológico ambientales en particular y de protección al medio ambiente en general.

JSP-eri*

CARTAS GEOLOGICO AMBIENTALES Y LOS ELEMENTOS QUE DEBEN CONTENER

Los estudios geológico ambientales que se generen deben quedar representados en varias cartas que sintetizen la información obtenida, para su fácil consulta y aplicación.

Entre las principales cartas de este tipo, se pueden mencionar las siguientes:

1. Carta de pendientes.
2. Carta de riesgos geológicos.
 - 2.1 Zoneamiento de áreas con riesgo de deslizamientos y/o hundimientos.
 - 2.2 Zonas con riesgo de inundaciones.
 - 2.3 Zonas de riesgo por actividad volcánica.
 - 2.4 Susceptibilidad del terreno a la actividad sísmica.
 - 2.4.a - Zoneamiento general
 - 2.4.b - Zoneamiento específico
3. Carta de recursos materiales.
4. Carta de condiciones del terreno para realizar excavaciones.
5. Carta de zoneamiento para la construcción.
6. Carta de vocación del terreno para la localización de sitios para el depósito de desechos sólidos.
 - 6.1 No tóxicos
7. Carta de zoneamiento de áreas con peligro de contaminación industrial (*).

(*) NOTA: Se realizarán sólo en casos específicos.

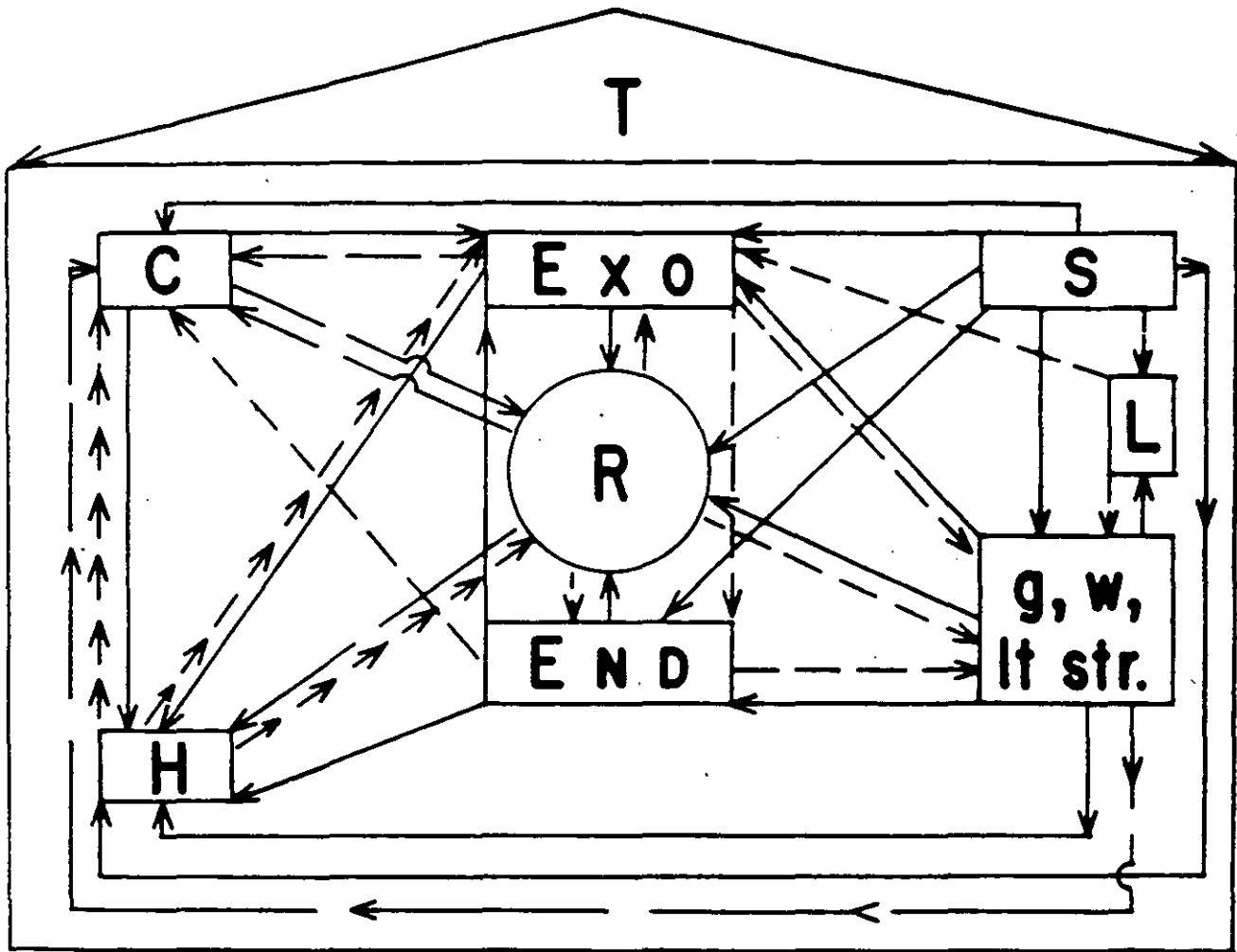


Fig. 1. PRINCIPALES FACTORES FORMADORES DEL RELIEVE Y SUS INTERRELACIONES.

R = relieve; factores terrestres: END = endógenos; EXO = exógenos; g = campo gravitacional de la Tierra; (W) = velocidad de rotación y otros movimientos; H = influencia del hombre; C = clima.

Factores planetarios generales: S = energía solar; L = actividad gravitacional de la Luna; T = tiempo (duración, continuidad, etc.)

Las diferencias en el dibujo de las flechas indica el carácter comparativo de la interacción entre los factores: —> significativo; - - -> débil; - - -> sin importancia; <-> aproximadamente balanceado; >>> sin importancia, pero incrementándose con el tiempo.

INTRODUCTORY STATEMENT*

A geologic hazard is a normal geologic condition, event or process that threatens man's life or property. Correct evaluation of geologic problems and correct application of geologic and engineering procedures can vastly reduce both dollar and life loss due to geologic hazards. It is the purpose of this map to delineate areas where special precautions in planning and construction should take place because life and/or property could be otherwise endangered. The focus here is on the location of potential natural hazards and not the prediction and timing of hazard activity. Land developers, city planners, engineers, or anyone interested in land use should be aware of these natural geologic phenomena and their potentially detrimental effects. The geologic hazards recognized in the McDowell Mountains area include: slope instability, flooding, earthquakes and earthquakes.

Slope instability relates to the potential for mass movement of earth materials (landslides, rockslides, rockfalls, etc.) downslope. Granitic and basaltic bedrock areas are favorable for boulder-rolling because of the subrounded shape of the boulders. Sliding of weathered material occurs in alluvium-colluvium deposits that have become unstable.

Contrary to common opinion, severe floods do occur in deserts. However, an understanding of weather patterns, drainage basin and stream channel characteristics permit prediction of potential flooding of the numerous dry washes of the desert. Alluvial fan morphology and age relationships also can help delineate areas of general flooding in the non-mountainous areas.

Earthquakes are breaks in the surface of the ground that can cause damage to property and structures and disrupt surface drainage. Most earthquakes result from differential surface subsidence caused by continued withdrawal of large amounts of groundwater.

Earthquakes result from a sudden release of tension somewhere within the earth's crust along a rupture, or fault. Numerous faults exist within the area but are classified as inactive because there is no evidence to suggest that any have moved within the last 35,000 years.

The geologic hazards shown on this map are naturally-occurring features. However, man's activities can produce hazards by excavating and quarrying of material in a way that leaves the surface in an unstable condition (see Welsch and Péwé, 1979 Material Resources map GI-1-F and Excavation Conditions map GI-1-H). Hazards such as flooding can be impeded by construction of the CAP canal and dike which will effectively retard all surface runoff except for that which will be channeled under or over the canal. Also, with regard to flooding, any surface development which decreases soil permeability (roadways, parking lots, cementing stream channels, etc.) will increase runoff and add to the flooding problems down gradient.

Each geologic hazard has its own effects on the landscape and consequently on man's environment. It is hoped that this map will assist land users in developing an awareness of potential problems and that land use will be preceded by adequate study, planning and engineering.

SELECTED REFERENCES

- Arizona Highway Department, Bridge Division, 1969. Hydrologic design for highway drainage in Arizona, 53 p.
- Christenson, G. E., Welsch, D. G., and Péwé, T. L., 1978. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-A (Geology) 1:24,000.
- , and Péwé, T. L., 1979. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-D (Caliche) 1:24,000.
- Cordy, G. E., Holway, U. V., and Péwé, T. L., 1977. Environmental Geology of the Paradise Valley Quadrangle, Arizona: Unpub. report, City of Scottsdale, Arizona, 14 maps.
- Green, C. R., and Sellers, W. D., 1964. Arizona Climate: University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 503 p.
- Lausten, D. C., 1974. Gravity methods applied to the geology and hydrology of Paradise Valley, Maricopa County, Arizona: Arizona State University unpub. Masters Thesis, 137 p.
- Miller, R. D., 1973. Map showing relative slope stability in part of west-central King County, Washington: U.S. Geol. Survey Map I-852A.
- Schumann, H. H., and Poland, J. F., 1970. Land subsidence, earth fissures, and groundwater withdrawal in south-central Arizona, U.S.A.: International Assoc. of Scientific Hydrology, vol. 2, p. 296-302.
- Sturgul, J. R., and Irwin, T. D., 1971. Earthquake history of Arizona and New Mexico, 1850-1966: Arizona Geol. Soc. Digest, vol. 9, p. 1-2.
- United States Department of Commerce, NOAA, 1973. Earthquake history of the U.S.: Publication 41-1, p. 1-3.
- Welsch, D. G., and Péwé, T. L., 1979. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-C (Landslopes) 1:24,000.
- , and Péwé, T. L., 1979. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-F (Material Resources) 1:24,000.
- , and Péwé, T. L., 1979. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-H (Excavation Conditions) 1:24,000.
- Yerkes, R. F., Bonilla, M. G., Youd, T. L., and Sims, J. D., 1974. Geologic Environment of the Van Norman Reservoirs Area: U.S. Geol. Survey Circular 691-A, 35 p.

*This map involves a general evaluation on a broad scale and does not preclude the necessity of site investigation.

EXPLANATION

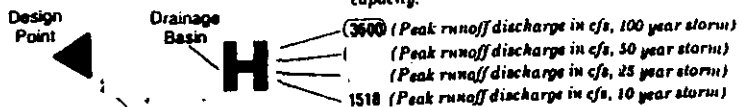
FLOODING

The flooding potential for any given area can be determined both quantitatively and qualitatively. Measurement of drainage basin and stream channel characteristics together with precipitation data permit calculation of potential flood volumes. Qualitatively, potential flooding can be estimated by analysis of appropriate landforms. For example, rolling hills have very little chance of overbank flooding but modern flood plains have a great chance of being flooded.

Overbank Flooding

Quantitatively, flooding potential can be determined because runoff from the McDowell Mountains drainage basins is collected in deep, steep-walled washes which are incised from 1-30 feet (3-9 meters) below the alluvial fan surface. The depth to which these major washes are incised below the fan surface is indicated on the map because the depth has a direct relationship to the holding capacity of the channel with regard to runoff. To determine quantitatively where overbank flooding would occur, a hydrologic design procedure, as outlined in the Hydrologic Design for Highway Drainage in Arizona and the Manning hydraulic flow equation, were used. The potential overbank flooding conditions were determined for each drainage basin for the 100, 50, 25 and 10-year frequency storms. The maximum carrying capacity in cubic feet per second (cfs) has also been calculated for each stream channel at the design point. These two determinations have been calculated in reference to a design point and, therefore, are applicable only at that particular point. Overbank flooding will occur when the peak runoff discharge in cfs is greater than the stream channel holding capacity in cfs as indicated on the diagram below.

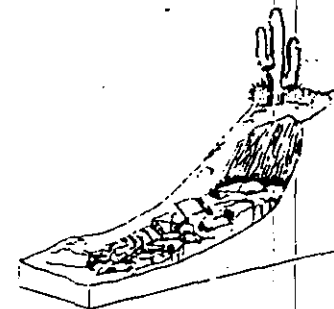
Circled numbers indicate that overbank flooding will occur when peak runoff discharge is greater than the stream channel holding capacity.



Debris Movement

VI

Poorly compacted, unconsolidated colluvium and alluvium, unstable particularly when saturated by moisture generally on slopes greater than 10%, undercutting for roads and foundations or loading can cause loss of stability with a downward movement of soil and rock.



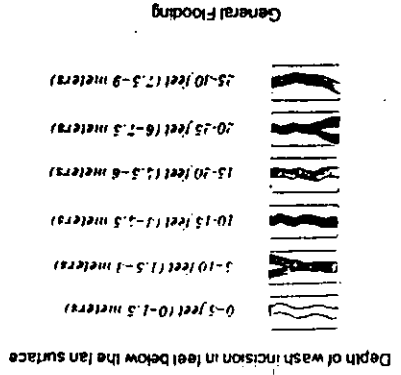
Rock Falls

VII

Blocky to platy metamorphic rocks, falls caused by loss of support provided by underlying rock or material on precipitous slopes greater than 35° (100%), rocks lose underlying support by erosion, earth vibration, animal activity, wind or other causes, blocks 10 feet (3 meters) in diameter that literally fall and bounce down steep slopes coming to rest on gentler slopes near base of mountains.



Stream channel holding capacity in cfs



Qualitatively, the flooding potential was determined by analysis of landform morphology and age relation-ships. Three different ages of alluvial fans exist in much of the area.

Ia. The youngest fan segment is the present day area of deposition. The major washes carry runoff and sediment from the mountains and as the stream channel decreases in depth down fan, the runoff spills over the channel sides and debouches onto the fan surface. The drainage system is braided and channels continually change position. Flooding is generally severe in major storms and overflowing channels add to the sheaflood problem down fan.

Ib. At the base of the fans on the valley floor, stream channels are almost impermeable and most precipitation that falls here is not normally channelized; therefore sheet flooding and ponding are common during most large storms. Flooding is caused by precipitation that falls here and only in very major storms does mountain runoff flow this far down the fan.

II. The next younger fan segment has a finer and less deeply-incised drainage texture. Overbank flooding is probable during the more severe storms than adding to local sheet flooding. Generally, away from the washes, only sheet flooding will occur.

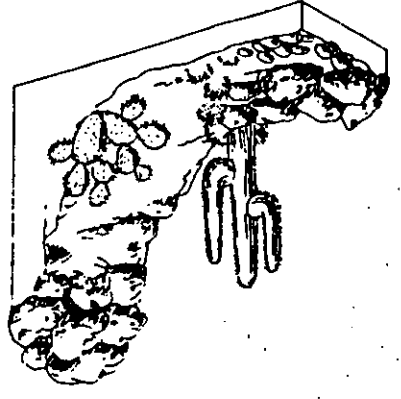
III. The oldest fan segment, and undoubtedly the highest part of the fan, has a coarse, deeply-incised drainage texture. Most precipitation will be channelled into these steep-walled stream channels. Generally, no overbank flooding will occur, and sheet flooding only locally between drainages.

SLOPE INSTABILITY

Slope instability is the tendency for earth materials to move downhill under the influence of gravity. Several types of potential instability occur: boulder rolling, rock falls and debris movement. Stability of a slope is in a continual state of change because of the geologic processes which act upon it and, therefore, only the potential areas of failure and not the rates or times at which these hazards take place, can be outlined.

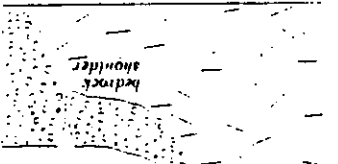
Boulder Rolling

Granitic bedrock areas, erosion along joints form unrounded masses 1-10 feet (0.3-3 meters) in diameter capable of rolling down slopes greater than 15%.
Boulders generally 1-4 feet (0.3-1.2 meters) in diameter which roll or tumble from steep slopes or unstable talus debris, particularly if undercut or if boulders removed at bottom.



EARTHCRACKS

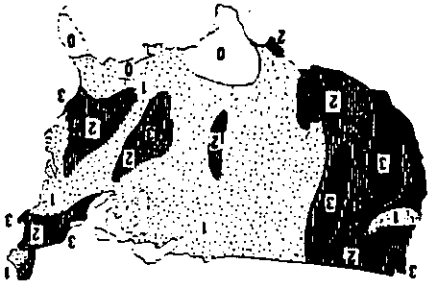
Earthcracks are fissures in the ground surface mainly caused by differential ground subsidence resulting from withdrawal of ground water. A zone of possible earthcrack development exists in the southeast corner of the area. From geographical considerations, this zone corresponds to a buried bed-rock shonkier over which differential subsidence seems most likely to occur. Analyses of earthcrack locations surrounding the Phoenix region (Condy, Holway, and Fene, 1977) indicates that the majority of earthcracks develop along the periphery of the basin embayment to mountain fronts and correspond with steep gravity gradients associated with edges of bedrock shonkiers and other local buried bedrock irregularities.



Geologic hazards depicted on this map are less active in incipient areas.

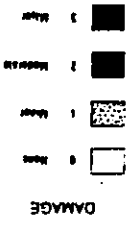
EARTHQUAKES

An earthquake is the trembling or shaking of the ground produced by rapid differential movement of rocks along a fault. It is caused by a sudden release of stress that has built up within the earth's crust. A number of faults are evident in the area. However, there is no field evidence indicating any movement at the surface within the last 25,000 years. The faults, therefore, would be classified as inactive (Tucker and others, 1977). Numerous earthshakes have occurred in Arizona within historic time with the most recent occurring near New River, approximately 50 miles (80 kilometers) to the northwest of this area, on December 19, 1973. On the National Oceanic and Atmospheric Administration seismic risk map (the diagram below), potential moderate damage could be expected from an earthquake in this area and, therefore, is a factor that should be considered in design engineering of important structures.



MAP SYMBOLS

- Contact, dashed where gradational
- Faults, dashed where inferred, dotted where buried.
- Dip and strike of beds
- Dip and strike of foliation
- Outline of drainage basin



VI.3 SELECCION DE SITIOS PARA DEPOSITOS SANITARIOS

Al tocar este tema es conveniente recordar la expresión de Fosse y Hess (1978), en relación a los desperdicios que generamos hoy en día:

Los montones de basura son el monumento más significativo al "progreso" del hombre,

la cual es muy significativa para ilustrar este grave problema que tenemos actualmente, ya que las cantidades de basura que se generan y aquella basura procedente de materiales nunca antes conocidos (no degradables) nunca antes conocidos, nos han venido a complicar notablemente la existencia. Hoy en día no es fácil deshacerse de la basura, a diferencia de lo que sucedía en épocas anteriores cuando la mayor parte de la basura estaba compuesta por desechos orgánicos (era biodegradable).

Desde tiempos antiguos el ser humano ha tenido que buscar un lugar apropiado para alojar sus desechos. Nuestros antepasados (los aztecas, por ejemplo), tenían mucho cuidado de enterrar sus escasos desechos en lugares alejados de los sitios que habitaban (), y gracias a ello, nunca tuvieron que lamentar las consecuencias de materiales en descomposición o contaminantes de su recursos naturales.

En la época moderna hemos tenido diferentes estudiosos del tema, pero tal parece que es a partir de 1940, cuando se empiezan los trabajos realmente serios para tratar de reducir el problema, como se puede indicar a continuación:

Entre 1940 y 1960, se realizaron experimentos en varias partes del mundo, con el fin de crear la COMPOSTA; la producción experimental más o menos funcionó, pero cuando se abordó más en serio este asunto, se tuvo un completo fracaso y la razón principal fue la disminución de la materia orgánica compostable en los desechos municipales.

Bellamy (1969) y Han et al. (1969), realizaron estudios para convertir la basura municipal en "celdas simples" de proteínas (?), para consumo animal e inclusive humano, pero sus resultados no fueron muy alentadores.

Stern (1971) analizó esquemas complejos de reciclaje y reuso, encontrando que la colección y concentración de contaminantes en grandes pilas era una de las mejores opciones.

Fitzpatrick (1973) trató de encontrar aprovechamientos económico para la basura, determinando que uno de los mejores era la producción de energía.

El año de 1973 fue un año importante respecto a este aspecto, ya que se empezó a tomar un poco más de conciencia respecto a los problemas inherentes a la basura, mientras que entre 1968 y 1973, la sociedad no se había concientizado respecto a ello y trataban de dejar todo en manos de sus gobernantes, en lugar de actuar y afrontar el problema, lo cual ocasionó una pérdida notable de tiempo. Es en estas fechas también, que en los Estados Unidos de Norteamérica se crean LEGISLACIONES ESTATALES PARA EL CONTROL Y DEPOSITO DE DESECHOS SOLIDOS, con las cuales se pretendía dar a conocer a la ciudadanía QUE HACER Y QUE NO HACER, respecto a los depósitos de basura, asesorados inclusive por equipos técnicos especializados; sin embargo, viendo el problema actual nos podemos preguntar ¿ Que sucedió ? y la respuesta es: las buenas intenciones que se tenían no se pudieron llevar a cabo por múltiples razones (ilógicas en su mayoría) y continuaron funcionando los basureros poco planeados (town dumps = pueblos de desecho, como se les conoce en los E.U. de NAm.) e inclusive tiraderos clandestinos, tomándose en cuenta muy pocos de los criterios que

| UNIDAD | GEOFORMAS | UNIDADES LITOLÓGICAS | GRADO DE PERCOLACIÓN | | PROFUNDIDAD A LA ZONA CALICHOSA | TIPO DE SUELO USC | DISPOSICIÓN PARA LOCALIZAR | | | |
|--------|-----------|----------------------|----------------------|-------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|----------------------|------------|
| | | | SCS | MCNPD | | | FOSAS SÉPTICAS | LAGUNAS ESTABIL | DEPÓSITOS SANITARIOS | COBERTURAS |
| I | | | | | | | | | | |
| II | | | | | | | | | | |
| III | | | | | | | | | | |
| IV | | | | | | | | | | |
| V | | | | | | | | | | |
| VI | | | | | | | | | | |
| VII | | | | | | | | | | |

TABLA A

ELEMENTOS QUE DEBE CONTENER UNA CARTA GEOLÓGICO-AMBIENTAL

EVALUACION DE RELIEVE.

La evaluación del relieve, incluyendo la planeación del uso del suelo, la selección de sitios (para obras de ingeniería), la evaluación de factores "intangibles", y el análisis de impacto ambiental, es uno de los aspectos ambientales más controvertidos de nuestro -- tiempo. Antes de que estos puedan ser resueltos satisfactoriamente, es necesario desarrollar una buena metodología para asegurar que los recursos como el suelo y el agua sean evaluados, usados y preservados de manera consistente con la naciente ética acerca del uso del suelo.

El papel de los geólogos en la evaluación del terreno es aquel-- de proporcionar información geológica y su análisis, antes de planear diseñar y construir proyectos tales como, vasos de almacenamiento, - grandes edificios, desarrollos habitacionales, tuneles, tuberías de conducción y parques. A este respecto, es la obligación de los estudiosos de las Ciencias de la tierra el enfatizar que no toda la -- tierra es igual y que existen características físicas y químicas del terreno que pueden resultar mas importantes para la sociedad que su localización geográfica.

En un futuro cercano la planeación del uso apropiado del suelo - aumentará y tendrá que incluir conceptos de uso secuencial o de uso multiple, más que para usos exclusivos. Esto es debido a que existe un límite definido de la disponibilidad de suelo, para fines específicos y en consecuencia, debemos luchar por planear de tal manera que quede terreno disponible para ser aprovechada por futuras generaciones con los fines que ellos la requieran. Los elementos básicos de la planeación del suelo estan siendo desarrollados considerando factores de planes definidos que incluyen objetivos, planteamientos y metas; el análisis y resumen de información apropiada; planos de la clasificación del uso del suelo; y un reporte que describe apropiadamente todo lo estudiado.

El uso de los suelos y de la ingeniería geológica es significativo para determinar las posibles limitaciones para el desarrollo del -

VI.3 SELECCION DE SITIOS PARA DEPOSITOS SANITARIOS

Al tocar este tema es conveniente recordar la expresión de Fosse y Hess (1978), en relación a los desperdicios que generamos hoy en día:

Los montones de basura son el monumento más significativo al "progreso" del hombre,

la cual es muy significativa para ilustrar este grave problema que tenemos actualmente, ya que las cantidades de basura que se generan y aquella basura procedente de materiales nunca antes conocidos (no degradables) nunca antes conocidos, nos han venido a complicar notablemente la existencia. Hoy en día no es fácil deshacerse de la basura, a diferencia de lo que sucedía en épocas anteriores cuando la mayor parte de la basura estaba compuesta por desechos orgánicos (era biodegradable).

Desde tiempos antiguos el ser humano ha tenido que buscar un lugar apropiado para alojar sus desechos. Nuestros antepasados (los aztecas, por ejemplo), tenían mucho cuidado de enterrar sus escasos desechos en lugares alejados de los sitios que habitaban (), y gracias a ello, nunca tuvieron que lamentar las consecuencias de materiales en descomposición o contaminantes de sus recursos naturales.

En la época moderna hemos tenido diferentes estudiosos del tema, pero tal parece que es a partir de 1940, cuando se empiezan los trabajos realmente serios para tratar de reducir el problema, como se puede indicar a continuación:

Entre 1940 y 1960, se realizaron experimentos en varias partes del mundo, con el fin de crear la COMPOSTA; la producción experimental más o menos funcionó, pero cuando se abordó más en serio este asunto, se tuvo un completo fracaso y la razón principal fue la disminución de la materia orgánica compostable en los desechos municipales.

Bellamy (1969) y Han et al. (1969), realizaron estudios para convertir la basura municipal en "celdas simples" de proteínas (?), para consumo animal e inclusive humano, pero sus resultados no fueron muy alentadores.

Stern (1971) analizó esquemas complejos de reciclaje y reuso, encontrando que la colección y concentración de contaminantes en grandes pilas era una de las mejores opciones.

Fitzpatrick (1973) trató de encontrar aprovechamientos económicos para la basura, determinando que uno de los mejores era la producción de energía.

El año de 1973 fue un año importante respecto a este aspecto, ya que se empezó a tomar un poco más de conciencia respecto a los problemas inherentes a la basura, mientras que entre 1968 y 1973, la sociedad no se había concientizado respecto a ello y trataban de dejar todo en manos de sus gobernantes, en lugar de actuar y afrontar el problema, lo cual ocasionó una pérdida notable de tiempo. Es en estas fechas también, que en los Estados Unidos de Norteamérica se crean LEGISLACIONES ESTATALES PARA EL CONTROL Y DEPOSITO DE DESECHOS SOLIDOS, con las cuales se pretendía dar a conocer a la ciudadanía QUE HACER Y QUE NO HACER, respecto a los depósitos de basura, asesorados inclusive por equipos técnicos especializados; sin embargo, viendo el problema actual nos podemos preguntar ¿ Que sucedió ? y la respuesta es: las buenas intenciones que se tenían no se pudieron llevar a cabo por múltiples razones (ilógicas en su mayoría) y continuaron funcionando los basureros poco planeados (town dumps = pueblos de desecho, como se les conoce en los E.U. de NAm.) e inclusive tiraderos clandestinos, tomándose en cuenta muy pocos de los criterios que

suelo.

Esta información estara mejor ilustrada si se presenta en una serie de planes que sinteticen los riesgos geológicos, así como - las limitaciones del suelo y de los aspectos ingenieriles para algunos usos específicos.

La selección de sitios y su evaluación es el proceso de evaluar el ambiente físico para determinar su capacidad de soportar las actividades humanas y en consecuencia los posibles efectos de la actividad humana en el ambiente. La filosofía considerara en la evaluación de sitios de base en "el determinismo fisiográfico" o "diseñar con - la naturaleza", ha emergido como un marco filosófico que "paga" para balancear parcialmente los aspectos económicos tradicionales de la - evaluación de sitios. Desde un punto de vista geológico esta filosofía requiere esencialmente, de la determinación de la magnitud y la importancia de las limitaciones geológicas de un sitio en particular para un uso específico del suelo.

La evaluación de un sitio, para fines geológicos, tales como la construcción de presas, autopistas, aeropuertos, tuneles y grandes - edificios, requiere en cada caso, de una evaluación geológica detallada, antes de planear y diseñar el proyecto. El papel del geólogo es el de trabajar en coordinación con los ingenieros e indicarles las - posibles ventajas o desventajas de las características geológicas del terreno que pueden afectar o beneficiar al proyecto.

La evaluación de los recursos escénicos y de otros aspectos ambientales "intangibles" se ha vuelto mas importante en la evaluación del relieve.

La importancia esta en balancear las intangibles con los aspectos económicos que son más facilmente analizables para una evaluación ambiental.

El objetivo es el de ser capaces de cuantificar y graduar las alternativas, tal como se hace en la evaluación de la evaluación de los

elementos más tangibles del relieve. Todos los métodos que intentan evaluar los factores ambientales intangibles, tales como el panorama, dependen del análisis de los factores del relieve o de sus variables, tales como el relieve topográfico, la presencia de agua, grado de naturaleza existente y su diversidad. De manera que, todos los métodos son subjetivos. Sin embargo, la subjetividad, en este caso, no necesariamente es un mal atributo. De hecho, una técnica completamente objetiva para este fin probablemente sea imposible de obtener hoy en día; dado nuestro conocimiento actual de la percepción que se tiene en forma individual acerca del panorama lo que es importante, es que la evaluación se hace en juicios contingentes.

Actualmente la evaluación del impacto ambiental se requiere por ley para todas las acciones federales que prosiblemente puedan afectar la calidad del ambiente humano. El resultado de la evaluación es un dictamen de impacto ambiental, que describe los propósitos y necesidades del proyecto; discute varias alternativas razonables, el medio ambiente que será afectado, y las consecuencias ambientales; y considera los efectos directos e indirectos, así como los requerimientos de energía y el potencial de conservación, el abatimiento de recursos, el impacto en los sistemas urbanos sociales y el posible conflicto con el estado o con los planes locales del uso del suelo.

No existe un método para determinar el impacto ambiental para un amplio aspecto de acciones posibles y de proyectos que puedan afectar al ambiente y además, un sólo método puede resultar no apropiado o imposible. El objetivo del proceso de análisis antes de diseñar y construir es el de minimizar al máximo la posibilidad de causar una degradación ambiental externa.

En el pasado, se han tenido en muchos proyectos problemas de contaminación realmente serios, pérdida de recursos, o la creación de riesgos.

Esto ha conducido al cierre desafortunado de industrias y a forzado a la gente a ajustarse a ciertos riesgos y pérdidas económicas, los ejemplos de análisis de impacto ambiental, como de la tubería de conducción trans-Alaska, el manejo de "Cape Hatteras National Seashore" son ejemplos significativos del modo como son evaluados algunos posibles impactos y sus alternativas, además, - estos dos ejemplos permiten enfatizar la importancia de considerar los aspectos geológicos de los proyectos.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA PARA EL CURSO DE GEOLOGIA AMBIENTAL

BIBLIOGRAFIA PARA EL CAPITULO I

FILOSOFIA Y PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA GEOLOGIA AMBIENTAL

I.1) LAS BASES CULTURALES DE LA CRISIS AMBIENTAL.

1. FLORMAN, S.C. (1968). ENGINEERING AND THE LIBERAL ARTS. NEW YORK, N.Y.; MCGRAW-HILL.
2. GOLDMAN, M.I. (1971). ENVIRONMENTAL DISRUPTION IN THE SOVIET UNION IN MAN'S IMPACT ON ENVIRONMENT, ED. T.R. DETWYLER, PP.61-75
3. KELLER, E.A. (1981). ENVIRONMENTAL GEOLOGY, 3RD. ED., CHARLES E. MERRILL PUBLISHING COMPANY, A BELL & HOWELL CO., COLUMBUS.
4. LEOPOLD, A. (1949). A SAND COUNTY ALMANAC. NEW YORK, OXFORD UNIVERSITY PRESS.
5. LITTON, R.B. (1973). AESTHETIC DIMENSIONS OF THE LANDSCAPE. IN NATURAL ENVIRONMENTS, ED. J.V. KANTILLA, PP.262-91. BALTIMORE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY PRESS.
6. MONTCRIEF, L.W. (1970). THE CULTURAL BASIS FOR OUR ENVIRONMENTAL CRISIS. SCIENCE 170: 508-12. U.S.A..
7. SEP - SEDUE - SSA. (1987). INTRODUCCIÓN A LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y LA SALUD AMBIENTAL. PROGRAMA NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL, COMISIÓN NAL. DE LOS LIBROS DE TEXTO GRATUITOS. MÉXICO, D.F..
8. UDALL, S.L. (1963). THE QUIET CRISIS. NEW YORK: AVON BOOKS.
9. VALERI-(GULIÁEV (1989). LAS PRIMERAS CIUDADES. ED. PROGRESO, MOSCÚ. TRADUCIDO DEL RUSO POR CLAVIJO, A.
10. WHITE, L., JR. (1967). THE HISTORICAL ROOTS OF OUR ECOLOGICAL CRISIS. SCIENCE 155: 1203-7.
11. YI-FU, T. (1970). OUR TREATMENT OF THE ENVIRONMENT IN IDEAL AND ACTUALITY. AMERICAN SCIENTIST 58: 244-249.
12. ZUBE, E.H. (1973). SCENARY AS A NATURAL RESOURCE. LANDSCAPE ARCHITECTURE 63: 126-32.

BIBLIOGRAFIA PARA EL CAPITULO IV

TEMA: PROCESOS TERRESTRES PELIGROSOS (ACTIVIDAD VOLCÁNICA).

17.4) ACTIVIDAD VOLCÁNICA.

1. ARAÑA, S. A. Y LOPEZ, R. J. (1974). VULCANISMO, DINÁMICA Y PETROLOGÍA DE SUS PRODUCTOS. ED. ISTMO, MADRID ESPAÑA. 481P.
2. CRANDELL, D.R. AND WALDRON, H.H. (1969). VOLCANIC HAZARDS IN THE CASCADE RANGE. IN GEOLOGIC HAZARDS AND PUBLIC PROBLEMS, CONFERENCE PROCEEDINGS, EDS. R. OLSEN AND M. WALLACE, PP.5-18 OFFICE OF EMERGENCY PREPAREDNESS REGION 7.
3. FRANCIS, P. (1976). VOLCANOES. ENGLAND. PELICAN BOOKS.
4. HAMMOND, P.E. (1980). MT. ST. HELEN BLAST 400 METERS OFF ITS PEAK. GEOTIMES 25: 14-15.
5. MASON, A.C., AND FOSTER, H.L. (1953). DIVERSION OF LAVA FLOWS AT OSHIMA, JAPAN. AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE 251: 249-58.
6. MILLER, C.D.; MULLINEAUX, D.R. AND CRAUDEL, D.R. (1981). -HAZARDS ASSESSMENTS AT MOUNT ST. HELENS. IN "THE 1980 ERUPTIONS OF MOUNT ST. HELENS, WASHINGTON". EDS. PETER W. LIPMAN AND DONALD R. MULLINEAUX, 789-813.
7. RICHTER, D.H.; EATON, J.P.; MURATA, K.J.; AULT, W.U.; AND KRIVOVY, H.L. (1970). CHRONOLOGICAL NARRATIVE OF THE 1959-60 ERUPTION OF KILAUEA VOLCANO, HAWAII, U.S.. GEOLOGICAL SURVEY PROFESSIONAL PAPER 537E.
8. ROSSI, P.L. (1984). CONTRIBUTI AL RILEVAMENTO GEOLOGICO IN AREE VULCANICHE. PITAGORA EDITRICE, BOLOGNA, ITALIA.
9. UNAM (1983). EL VOLCÁN CHICHONAL. PONENCIAS PRESENTADAS EN EL SIMPOSIO SOBRE EL VOLCÁN CHICHONAL, DURANTE LA VI, CONVENCIÓN GEOL. NAL. DE LA S.G.M.. INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM, MÉXICO, D.F..

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA PARA EL CURSO DE GEOLOGIA AMBIENTAL

BIBLIOGRAFIA PARA EL CAPITULO IV

Tema: Grandes escurrimientos de agua en los ríos.

1. BAKER, V.R.. 1976. Hydrogeomorphic methods for the regional evaluation of flood hazards. **Environmental Geology** 1: 261-181.
2. BEYER, J.L., 1974. Global response to natural hazards: floods. In **Natural hazards**, ed. G.F. White, pp. 265-74. New York: Oxford University Press.
3. BRADLEY, W.C. and MEARS, A.I., 1980. Calculations of flows needed to transport coarse fraction of Boulder Creek alluvium at Boulder, Colorado. *Geol. Soc. Amer. Bull. Part II, v. 91: 1057-1090.*
4. BUE, C.D., 1967. Flood information for flood plain planning. U.S. Geological Survey Circular 539.
5. DAVIES, W.E.; BAILEY, J.F.; and KELLY, D.B., 1972. West Virginia's Buffalo Creek flood: a study of the hydrology and engineering geology. U. S. Geological Survey Circular 667.
6. DOLAN, R., HOWARD, A., and GALLENSON, A., 1974. Man's impact on the Colorado River and the Grand Canyon. *American Scientist*, V. 62: 392-401.
7. LEOPOLD, L.B., 1968. Hydrology for urban land planning. U.S. Geological Survey Circular 559.
8. -----, and MADDOCK, T., Jr., 1953. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. U. S. Geological Survey Professional Paper 252.
9. LINSLEY, R.K., Jr.; KOHLER, M.A.; and PAULHUS, J.L., 1958. Hydrology for engineers. New York: MacGraw Hill.
10. McCAIN, J.F., HOXIT, L.R., MADDOX, R.A., CHAPPELL, C.F. and CARACENA, F., 1979. Storm and flood of July 31-August 1, 1976, in the Big Thompson River and Cache la Poudre River Basin, Larimer and Weld Counties. Colorado. U. S. Geological Survey Professional Paper 1115B.
11. SEABURN, G.E., 1969. Effects of urban development on direct runoff to East Meadow Brook, Nassau County, Long Island, New York. U.S.G.S. Professional Paper 627B.

12. SHAEFFER, J.R.; ELLIS, D.W.; and SPIEKER, A.M., 1970. Flood-hazard mapping in metropolitan Chicago. U.S.G.S. Circular 601C.
13. SLOSSON, J.E., HAVENS, G.W., SHURMAN, G., AND SLOSSON, T.L., 1991. Harrison Canyon Debris Flows of 1980. Environ. Geol. Water Sci., Vol. 18, No. 1, 27-38. Springer-Verlag, New York.
14. STRAHLER, A.N., and STRAHLER, A.H., 1973. Environmental geoscience. Santa Barbara, California: Hamilton Publishing.
15. TERSTRIEP, M.L.; VOORHEES, M.L.; and BENDER, G.M., 1976. Conventional urbanization and its effect on storm runoff. Illinois State Water Survey Publication.
16. WAY, D.S., 1973. Terrain analysis. Stroudsburg, Pennsylvania: Dowden Hutchinson & Ross.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA PARA EL CURSO DE GEOLOGIA AMBIENTAL

BIBLIOGRAFIA PARA EL CAPITULO VI

GEOLOGIA AMBIENTAL E INGENIERIA.

1. AMCRESPAC (1990). LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS. PRESENTE Y FUTURO DE UN PROBLEMA NACIONAL. MEMORIA DEL PRIMER SIMPOSIO NACIONAL. ASOC. MEX. PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS. A.C., MEXICO, D.F..
2. COATES, D.R. (1971). LEGAL AND ENVIRONMENTAL CASE STUDIES IN APPLIED GEOMORPHOLOGY: IN D.R. COATES, ED., ENVIRONMENTAL GEOMORPHOLOGY, STATE UNIVERSITY OF NEW YORK, BINGHAMTON, N.Y., P.223-242.
3. _____ (1972). ENVIRONMENTAL GEOMORPHOLOGY AND LANDSCAPE CONSERVATION: VOL. I, PRIOR TO 1900: DOWDEN, HUTCHINSON & ROSS, INC., STROUDSBURG, PA., 485P.
4. _____ (1976). GEOMORPHOLOGY AND ENGINEERING. DOWDEN, HUTCHINSON & ROSS, INC., STROUDSBURG, PENNSYLVANIA, 360P.
5. COOKE, R.U. & DOORNKAMP, J.C. (1977). GEOMORPHOLOGY IN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, AN INTRODUCTION. CLARENDON PRESS, OXFORD, GREAT BRITAIN. 413P.
6. DE LA TORRE-BORBÓN, E. (1980). ESTUDIO GEOLÓGICO INTEGRAL DE LAS CUENCAS DE TULA Y ZUMPANGO, ORIENTADO AL ALMACENAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES. TESIS. FAC. DE ING., UNAM, MEXICO, D.F..
7. KOSTENKO, N.P. (1975). GEOMORFOLOGIA ESTRUCTURAL APLICADA. INSTITUTO DE GEOGRAFIA, UNAM, MEXICO, 113P..
8. KRYNINE, D.P. & JUDD, W.R. (1957). PRINCIPLES OF ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS. MCGRAW-HILL BOOK COMPANY, NEW YORK, 729P..
9. LORENZEN/ CONWAY/ JSCKSON/ HAMZA/ PERKET/ LACY, EDITORS (1986). HAZARDOUS AND INDUSTRIAL SOLID WASTE TESTING AND DISPOSAL. ASTM, VOL. 6, PHILADELPHIA, PA., 471P.
10. LUGO-HUBP, J.I. (1978). LA GEOMORFOLOGIA Y SUS APLICACIONES A LA INGENIERIA CIVIL. FAC. DE ING., UNAM, CENTRO DE EDUCACION CONTINUA, 19P..
11. _____ (1984)

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA PARA EL CURSO DE GEOLOGIA AMBIENTAL

BIBLIOGRAFIA PARA EL CAPITULO VI

LA GEOLOGIA AMBIENTAL Y LA INGENIERIA.

11. LUGO-HUBP, J.I. (1984). GEOMORFOLOGIA DEL SUR DE LA CUENCA DE MEXICO. SERIE VARIA T.1, NO.8. INST. DE GEOG., UNAM, MEX.
12. _____ (1988). ELEMENTOS DE GEOMORFOLOGIA APLICADA (METODOS CARTOGRAFICOS). INST. DE GEOGRAFIA, UNAM, MEXICO.
13. NOBLE, G.P.E. (1976). SANITARY LANDFILL DESIGN HANDBOOK. THE SCIENCE AND ART OF SITE SELECTION, INVESTIGATION & DESIGN. TECHNOMIC PUBLISHING CO., INC., WESTPORT, CT.
14. PARIZEK, R.R. (1971). IMPACT OF HIGHWAYS ON THE HYDROGEOLOGIC ENVIRONMENT. IN D.R. COATES, ED., ENVIRONMENTAL GEOMORPHOLOGY, STATE UNIVERSITY OF NEW YORK, BINGHAMTON, N.Y., P.151-199.
15. STRAHLER, A.N. & STRAHLER, A.H. (1973). ENVIRONMENTAL GEOSCIENCE: INTERACTION BETWEEN NATURAL SYSTEMS AND MAN. HAMILTON PUB. CO., SANTA BARBARA, CA., 511P..

BIBLIOGRAFIA PARA EL CAPITULO II

TEMA: GRANDES ESCURRIMIENTOS DE AGUA EN LOS RIOS.

II.1) INUNDACIONES PRODUCIDAS POR GRANDES FLUJOS EN LOS RIOS.

- AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. 1969. *Water intake by soils*. Miscellaneous Publication No. 925.
- AKER, V. R. 1976. Hydrogeomorphic methods for the regional evaluation of flood hazards. *Environmental Geology* 1: 261-281.
- BEYER, J. L. 1974. Global response to natural hazards: floods. In *Natural hazards*, ed. G. F. White, pp. 265-74. New York: Oxford University Press.
- ADLEY, W. C. and MEARS, A. I. 1980. Calculations of flows needed to transport the fraction of Boulder Creek alluvium at Boulder, Colorado. *Geol. Soc. Amer. Part II*, v. 91: 1057-1090.
- BUCKLE, C. D. 1967. *Flood information for flood plain planning*. U.S. Geological Survey Circular 539.
- DAVIES, W. E.; BAILEY, J. F.; and KELLY, D. B. 1972. *West Virginia's Buffalo Creek flood: a study of the hydrology and engineering geology*. U.S. Geological Survey Circular 667.
- DOLAN, R., HOWARD, A., and GALLENSON, A. 1974. Man's impact on the Colorado River and the Grand Canyon. *American Scientist*, V. 62: 392-401.
- LEOPOLD, L. B. 1968. *Hydrology for urban land planning*. U.S. Geological Survey Circular 559.
- LEOPOLD, L. B., and MADDOCK, T., JR. 1953. *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications*. U.S. Geological Survey Professional Paper 252.
- LINSLEY, R. K., Jr.; KOHLER, M. A.; and PAULHUS, J. L. 1958. *Hydrology for engineers*. New York: McGraw-Hill.
- LINSLEY, R. K., Jr. 1948. Concept of the graded river. *Geological Society of America Bulletin* 59: 463-512.
- MADDOCK, T., JR.; HAIN, J. F.; HOXIT, L. R.; MADDOX, R. A.; CHAPPELL, C. F., and CARAGENA, F. 1979. Storm and flood of July 31-August 1, 1976, in the Big Thompson River and Cache la Poudre River Basins, Larimer and Weld Counties, Colorado. U.S. Geological Survey Professional Paper 1115A.
- SEABURN, G. E. 1969. *Effects of urban development on direct runoff to East Meagow Brook, Nassau County, Long Island, New York*. U.S. Geological Survey Professional Paper 627B.
- SHAFFER, J. R.; ELLIS, D. W.; and SPIEKER, A. M. 1970. *Flood-hazard mapping in metropolitan Chicago*. U.S. Geological Survey Circular 601C.
- SHAFFER, J. R.; BOBA, R. R.; SCHMIDT, P. W.; CROSBY, E. J. and HANSEN, W. R. 1979. Storm and flood of July 31-August 1, 1976, in the Big Thompson River and Cache la Poudre River Basins, Larimer and Weld Counties, Colorado. U. S. Geological Survey Professional Paper 1115B.
- STRAHLER, A. N., and STRAHLER, A. H. 1973. *Environmental geoscience*. Santa Barbara, California: Hamilton Publishing.
- TERSTRIEP, M. L.; VOORHEES, M. L.; and BENDER, G. M. 1976. *Conventional urbanization and its effect on storm runoff*. Illinois State Water Survey Publication.
- WAY, D. S. 1973. *Terrain analysis*. Stroudsburg, Pennsylvania: Dowden Hutchinson & Ross.

LOS RIESGOS GEOLOGICOS COMO CONTROL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

DR. JAIME RUEDA GAXIOLA
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

"La forma incompleta, fragmentada y políticamente manipulada en que el Hombre hace frente actualmente a las catástrofes naturales es uno de los más claros exponentes de la estupidez colectiva de la Humanidad".

BASIL BOOTH y FRANK FITCH,
1986.

INTRODUCCION.

A.-ADAPTARSE O MORIR.

Para sobrevivir, el Hombre ha tenido que adaptar su modo de vida a las condiciones del medio que lo rodea. Los cambios evolutivos de los organismos son resultado de los cambios evolutivos de nuestro planeta. El Hombre no es la excepción; su evolución es el resultado de su poder de adaptación a las variaciones del medio ambiente. Como es un organismo cosmopolita, su alto poder de adaptación le ha permitido vivir en los medios más variados:

- 1.-Montañoso
- 2.-Selvático
- 3.-Pantanosos
- 4.-Estepario
- 5.-Desértico
- 6.-Glacial

Sin embargo, el Hombre es el único organismo que ha logrado modificar el medio ambiente buscando su beneficio. Hasta dónde, la búsqueda de su bienestar, le permitirá vivir en armonía con la Naturaleza?

LOS RIESGOS GEOLOGICOS

Los medios de comunicación masiva (periódicos, televisión, radio) informan todos los días que muere gente a causa de desastres naturales. Estos originan la muerte anual de al menos 20 000 personas. Más de 160 000 muertos en 1991 (140 000 personas ahogadas en abril, a causa de un ciclón en Bangladesh). Algunas de estas catástrofes naturales han alcanzado proporciones gigantescas.

En cualquier lugar en que se asiente, el Hombre está sujeto a riesgos que tienen origen en fenómenos:

- 1.-Exógenos
- 2.-Endógenos
- 3.-Antropógenos

Los agentes exógenos son el resultado de fenómenos extraterrestres que afectan las condiciones del medio ambiente. Los agentes endógenos son el resultado de fenómenos originados en la Tierra misma; incluyen los originados en la atmósfera (hidrometeorológicos) y los originados en la corteza terrestre (corticales). Los agentes antropógenos tienen su origen en la actividad humana (químicos, incendios, explosiones, sanitarios). Los dos primeros originan los RIESGOS GEOLOGICOS que constituyen este tema de exposición que tiene como objetivo explicar brevemente, cómo, cuándo y dónde se originan los fenómenos geológicos que pueden producir desastres naturales y hacer conciencia de su impacto social para que se puedan predecir, evaluar, controlar y mitigar sus efectos en las diferentes regiones de asentamientos humanos dependiendo del tipo y grado de riesgo geológico. El Hombre no puede evitar o dominar completamente los fenómenos que originan las catástrofes naturales;

sin embargo, sí puede tratar de evitarlas preparando a la gente para que seleccione los lugares de menor riesgo geológico para asentarse, para que construya en los lugares más adecuados con los materiales y las técnicas que les proporcionen mayor seguridad..

La República Mexicana se encuentra situada geográfica y geológicamente en condiciones muy particulares que permiten que los agentes endógenos y exógenos actúan frecuentemente sobre ella, alterando constantemente las condiciones del medio ambiente, por lo que debe de considerarse como una región de alto riesgo geológico. Sin embargo, la evaluación del factor de riesgo, deriva del conocimiento científico de los procesos naturales que han producido a lo largo de la Historia Terrestre catástrofes naturales.

A.-AGENTES EXOGENOS

Como se indicó antes, tienen su origen en objetos extraterrestres que caen sobre la Tierra:

- 1.-Meteoritos
- 2.-Cometas

Todos los días caen sobre la Tierra meteoritos inofensivos de tamaño muy pequeño. Sin embargo, también todos los días estamos expuestos a morir por causa del choque de un cuerpo extraterrestre de grandes dimensiones sobre la Tierra. Evidencias directas de que este fenómeno ha sucedido en muchas ocasiones, las tenemos registradas en la Historia de la Tierra por medio de los astroblemas (como el de Vredefort, en Suráfrica, de 80 Km de diámetro, formado hace 2 100 m.a.) que son estructuras dejadas en la corteza por antiguos impactos de meteoritos de muy grandes dimensiones. La caída de cuerpos tan grandes sobre la Tierra deben de haber causado enormes catástrofes, que posiblemente sean las causas de grandes transformaciones de la atmósfera y de la corteza terrestres que ocasionaron extinsiones masivas de organismos. También existen cráteres originados por el impacto reciente de meteoritos más pequeños, como el de 180 metros de

profundidad y 1 200 de diámetro que produjo al chocar en Arizona, hace 25 000 años, uno pequeño que se ha calculado que pesaba 1 500 000 toneladas. Se considera que nuestro planeta está expuesto al choque de meteoritos de kilómetros de diámetro al menos una vez cada 50 millones de años. Otros cuerpos celestes que pueden chocar sobre la Tierra son los cometas, tal como se ha supuesto que sucedió a principios de este siglo (1908) en la Región de Tunguska, en la U.R.S.S., cuando al chocar produjo una explosión equivalente a la de una bomba atómica de 30 megatonas.

B.-AGENTES ENDOGENOS

Se originan por fenómenos terrestres. Son de dos tipos:

- 1.-Atmosféricos (hidrometeorológicos)
- 2.-Corticales

Estos fenómenos terrestres son los que han hecho que la imagen de la Tierra nunca se repita y que muestren que es un planeta vivo, un planeta cambiante. Son el resultado de procesos geológicos que cambian la faz de la Tierra, a veces rápidamente (procesos sísmicos, volcánicos), aunque la mayoría de las veces muy lentamente pues no son susceptibles de reconocerse a la escala de años, sino de millones de años (formación de montañas, desgaste de las mismas)..

1.-ATMOSFERICOS

Estos agentes son el resultado de fenómenos originados en la atmósfera que actúan directamente sobre la superficie terrestre o bien de fenómenos originados indirectamente como resultado de los anteriores. Así, pueden ser originados por fenómenos:

DIRECTOS

- 1.-Tormentas
- 2.-Tormentas eléctricas
- 3.-Granizadas y nevadas
- 4.-Tornados
- 5.-Ciclones
- 6.-Sequías y glaciaciones

7.-Avance de dunas

INDIRECTOS

1.-Inundaciones

2.-Aludes

3.-Deslizamientos

4.-Derrumbes

Los fenómenos atmosféricos tienen su origen en la transferencia de calor entre las masas de aire a diferentes latitudes y altitudes; son los causantes de la alteración de las rocas superficiales, de la formación, transporte y depósito de los sedimentos que representan la erosión de las regiones expuestas.

Año tras año, nuestro país es sometido a la acción de estos fenómenos que originan las mayores calamidades. De 1950 a 1988 fueron registradas más de 100 inundaciones. Sólo en 1986 las inundaciones provocaron daños por más de 150 000 millones de pesos y afectaron a cerca de 57 000 personas. Otras consecuencias de esos fenómenos son los derrumbes de casas y edificios, así como los frecuentes aludes y deslizamientos de tierras que han destruido y sepultado habitaciones y habitantes de regiones de topografía abrupta.

Tormentas o trombas de poca intensidad pueden ser sumamente dañinas si se efectúan sobre regiones muy pobladas de topografía muy abrupta que favorece la formación de aludes, deslizamientos de tierras y derrumbes. Tal fue el caso de la tormenta que en junio de 1987 se abatió sobre el Cerro del Chiquihuite, al Norte de la Ciudad de México, originando derrumbes de bloques de rocas y aludes que derrumbaron y afectaron muchas viviendas. Al año siguiente, un tromba en Acapulco originó aludes que llevaron automóviles, estacionados en las partes altas, hasta las playas.

Los huracanes y ciclones son los fenómenos más destructivos anualmente. Todavía son patentes los efectos del Ciclón Gilberto de septiembre de 1988 sobre la Península de Yucatán, que causó un oleaje

tan fuerte que llevó a un barco cubano sobre la playa de Cozumel y causó una gran destrucción en Nicaragua. Fenómenos que desarrollan una alta energía en un lugar muy restringido de la superficie de la tierra son los tornados que causan una grande y frecuente destrucción. Los tornados de Kansas, en 1974 (con vientos de 159 millas/hora) y de Osnabrock, Dakota del Norte, en E.U.A. son ejemplos de esa alta destrucción.

Los vientos dominantes sobre regiones terrestres de ciertas latitudes originan la formación de medios desérticos en donde se forman dunas de arenas que migran lenta pero constantemente en una cierta dirección. Estas dunas migrantes han sepultado y están sepultando poblaciones. Recientemente se han descubierto restos arqueológicos sepultados en el Norte de Africa desde el Siglo XIV antes de Cristo.

2.-CORTICALES

El calor interno de la Tierra es el causante de fenómenos geológicos que afectan la corteza terrestre de manera directa o indirecta. Estos fenómenos son:

DIRECTOS

- 1.-Volcánicos
- 2.-Sísmicos
- 3.-Hundimientos
- 4.-Levantamientos

INDIRECTOS

- 1.-Aludes
- 2.-Deslizamientos
- 3.-Tsunamis
- 4.-Formación de acantilados
- 5.-Progradación costera
- 6.-Colapso de suelos y agrietamiento

El calor interno de la Tierra es el origen de procesos que se agrupan dentro de la Teoría de la Tectónica de Placas que es de una gran simplicidad y que permite saber cómo, cuándo y dónde se generan los sismos, los volcanes y otros fenómenos asociados, así como deducir

los riesgos geológicos derivados. Esta Teoría se basa en que el fondo oceánico no es estático sino móvil, con procesos de generación y expansión permanente en lugares denominados dorsales oceánicas. La movilidad involucra toda la corteza oceánica que es desplazada por corrientes de convección que actúan bajo ella. Al desplazarse, la corteza oceánica desciende bajo la corteza continental de menor densidad, originando el proceso de subducción en los bordes continentales donde se encuentran las fosas oceánicas. Las zonas de las dorsales y las de subducción del mundo presentan una gran actividad sísmica y volcánica que ha permitido dividir la corteza terrestre en placas denominadas tectónicas que se desplazan originando choques entre ellas, uniéndose para formar placas más grandes o bien originando su rompimiento. Los procesos de choque de placas dan origen a las grandes cadenas montañosas de la Tierra que actualmente están en formación y levantamiento como Los Himalayas, Los Alpes, Los Sagros, asociadas a una gran actividad tectónica, o como la de Los Andes asociada además a una abundante actividad volcánica. El volcanismo no es un fenómeno exclusivo de la Tierra, sino común en el Sistema Solar ya que se ha detectado en Mercurio, Venus y Marte, así como en el satélite Io de Júpiter, indicando que en estos cuerpos existe y/o existió energía calorífica interna:

Los sismos matan y destruyen muy rápidamente. Históricamente, los terremotos han ocasionado la muerte de millones de personas, originándose varios de ellos, de gran magnitud, cada año. Los sismos más catastróficos mundialmente conocidos son los de Hsian, China, en 1556 (830 000 muertos); de Lisboa en 1775 (45 000 muertos); de San Francisco en 1906 (700 víctimas); de Yungai, Perú, en 1971 (50 000 muertos); de Alaska en 1964 (114 personas muertas); de Tientsin, China, en 1976 (650 000 muertos); el de La Ciudad de México, en 1985 (3050 muertos). La muerte de las 50 000 personas de Yungai no fue debida directamente al fenómeno sísmico sino a un enorme alud de hielo y rocas que se desprendió del volcán Huascarán que se encuentra en la cordillera de los Andes. Estos fenómenos son frecuentes en esta región de los Andes donde en 1962 y en 1941 murieron 4 000 y 5 000 personas

respectivamente, a causa de aludes de nieve (avalanchas). A causa del sismo de 1964 en Alaska, se originaron un tsunami, hundimientos de terreno, desplazamiento de tierras y aludes. Un espectacular hundimiento de terreno se efectuó durante el sismo de Chile de 1960, cuando una zona de 30 por 500 Kms se hundió bajo las aguas hasta una profundidad de 2-3 metros en 10 segundos; este fenómeno fue acompañado por derrumbes, corrimientos y aludes de origen sísmico..

En nuestro país la sismicidad y el volcanismo adquieren gran importancia ya que la constitución geológica del territorio nacional lo hace vulnerable a estos fenómenos geológicos. Los sismos más destructivos de este siglo, registrados en los estados de México, Puebla, Veracruz, Jalisco, Colima, Oaxaca, Michoacán, Guerrero, Morelos y en el Distrito Federal, han dejado cerca de 5 000 muertos, sin contar los 3 050 reportados oficialmente para el Sismo del 1985 en la Zona Conurbada de la Cuenca de México.

Las erupciones volcánicas han sido contempladas con admiración, con superstición y miedo, aunque de los fenómenos endógenos sean posiblemente los más benéficos, al dar origen a los suelos de cultivo más fértiles. El volcanismo más frecuente se efectúa en los fondos oceánicos; sin embargo, el más conocido es el continental que ha afectado a los asentamientos humanos desde hace muchos miles de años y de los antecesores del hombre desde hace aproximadamente 3.5 millones de años en Tanzania. Ha habido erupciones que han hecho desaparecer civilizaciones. Tal es el caso de la erupción de la isla griega de Santorini, aproximadamente en el año 1500 antes de Cristo, que hizo desaparecer la Civilización Minoica, relacionada directamente con la Leyenda de la Atlántida. Otras erupciones, famosas por la cantidad de víctimas y por la destrucción que han efectuado son las de los volcanes: Vesubio en el año 79 de nuestra Era, que sepultó las ciudades italianas de Pompeya y Herculano y causó la muerte bajo sus cenizas de 2 000 personas; Etna en 1669, en la isla de Sicilia, que originó la muerte de 100 000 personas (en sus múltiples erupciones desde el año 500 antes de Cristo ha causado entre 1 y 2 millones de

víctimas); Krakatca en 1883, situado entre las islas de Sumatra y Java, cuya explosión fue escuchada hasta en el Noroeste de Australia; Mont Pelée en 1902, en la Martinica, que causó la destrucción de la Ciudad de San Pierre y 30 000 muertos y las erupciones recientes del Monte Santa Helena en 1980 en el estado de Washington, E.U.A. y del Nevado del Ruiz en 1985, que originó un alud de lodo y detritos rocosos que sepultó a la Ciudad de Armero en Colombia, matando a 23 000 residentes.

El volcanismo no ha causado en México tantas muertes como la sismicidad; sin embargo nuestro país es característicamente volcánico y cuenta con algunos de los volcanes activos de alto riesgo a nivel mundial, así como regiones volcánicas de alto riesgo. El volcanismo ha originado en este siglo más de 2 000 víctimas, incluyendo los 1 770 muertos reportados oficialmente durante la erupción del Volcán El Chichón en 1982.

La sismicidad y el volcanismo son las manifestaciones más rápidas de la liberación de la energía interna de la Tierra, manifestada por medio de vibraciones o de calor. Sin embargo, existen otras manifestaciones mucho más lentas que a veces pasan desapercibidas por la gente pero que a largo plazo modifican la topografía de regiones muy grandes. Así, se detectan hundimientos o levantamientos de zonas de la corteza, manifestados por el descubrimiento de ciudades sumergidas bajo el mar o por la presencia de acantilados o terrazas marinas por arriba del nivel del mar. Cerca de Pozzuoli, en la Bahía de Nápoles, se descubrió en 1830 que la plataforma del Templo de Júpiter había estado bajo el nivel del mar, ya que las columnas están perforadas por organismos marinos hasta una altura de 7 m. Como actualmente se encuentra sobre el nivel del mar, se deduce que esta región ha estado sujeta a hundimientos y levantamientos lentos debidos a la actividad del volcán Vesubio. Otra región mediterránea que ha sufrido hundimiento es la de Cesarea Marítima, en la costa de Israel, donde se ha descubierto la ciudad romana bajo el mar, correspondiente al puerto de Julius, del tiempo del Emperador Claudius (10 años antes de

Cristo a 54 después de Cristo).

Consecuencia de la sismicidad y del volcanismo son fenómenos catastróficos que han ocasionado miles de muertos a causa de aludes y deslizamientos de tierras. También los tsunamis o maremotos son producto de esos fenómenos y han destruido regiones costeras y causado la muerte de miles de personas. En la Mitología Griega se reportan grandes inundaciones y en la Biblia el Diluvio que probablemente corresponden a maremotos que afectaron la región del Mar Mediterráneo. Uno de origen volcánico es el que debió producir la erupción del volcán de la Isla de Santorini, hace 34 siglos, que se considera produjo olas más altas que las del Tsunami originado por la erupción del Volcán Krakatoa, en 1883, que alcanzaron 310 m. Uno de los más recientes fue el originado por el sismo de Alaska en 1964, cuyas olas, en el lugar de origen de más de 8 metros, recorrieron todo el Océano Pacífico.

RESUMEN:

| FENOMENO | ORIGEN: | | CATASTROFES: | | |
|----------------|---------|--------------------------|--------------|---------|------------|
| | EXOGENO | ENDOGENO , ATM. CORT. | LENTAS | RAPIDAS | REPENTINAS |
| METEORITOS | X | | | | X |
| COMETAS | X | | | | X |
| TORMENTAS | | X | | X | |
| HURACANES | | X | | X | |
| TORNADOS | | X | | X | |
| GRANIZADAS | | X | | X | |
| SISMOS | | X | | | X |
| VOLCANES | | X | | X | |
| HUNDIMIENTOS | | X | X | X | |
| LEVANTAMIENTOS | | X | X | X | |
| ALUDES | | X X | | | X |
| DESLIZAMIENTOS | | X X | X | X | |
| TSUNAMIS | | X | | X | X |

| | | |
|-----------------|---|---|
| SEQUIAS | X | X |
| AVANCE DE DUNAS | X | X |

Con la excepción de los fenómenos de origen extraterrestre, los demás fenómenos no se distribuyen en la tierra al azar. Como consecuencia, es posible establecer mapas de distribución de las Zonas Sísmicas, de las Zonas Volcánicas, de las Zonas de Huracanes, de las Zonas de Aludes, etc. y determinar las Regiones de Mayor o Menor Riesgo. Estos mapas deben de ser accesibles para el público con el objetivo de que los asentamientos humanos se efectúen tomando como base la información acerca del riesgo existente. Debemos tomar en consideración que el riesgo depende de la frecuencia de repetición del fenómeno, de la cercanía a su lugar de origen, de la cantidad de gente en la región y de la vulnerabilidad de la población y de las construcciones a los efectos del fenómeno en cuestión.

TRANSPARENCIAS TOMADAS DE:

LIBROS

- BOOTH, B., & FITCH, F., 1986.-LA INESTABLE TIERRA. Salvat Editores, S.A.
- SAGAN, C., 1980.-COSMOS. Random House, Inc..
- CARTWRIGHT, M. & DOWLEY, T., 1980.-SPACESHIP EARTH. Diagram Visual Information, Ltd.
- RUDOFISKY, B., 1964.-ARCHITECTURE WITHOUT ARCHITECTS. Doubleday & Company, Inc.
- MELHAM, T., 1978.-EARTHQUAKES (In POWERS OF NATURE). National Geographic Society.:6-47.
- BALLARD, R.D., 1983.-EXPLORING OUR LIVING PLANET. National Geographic Society.
- COATES, D.R., 1981.--ENVIRONMENTAL GEOLOGY. John Wiley and Sons, Inc.
- OAKESHOTT, G. B., 1976.-VOLCANOES & EARTHQUAKES. GEOLOGICAL VIOLENCE. McGraw-Hill Book Co.
- SULLIVAN, W., 1974.-CONTINENTS IN MOTION. THE NEW EARTH DEBATE.

- GALLANOPOULOS, A.G. & BACON, E., 1969.-ATLANTIS. The Bobbs-Merrill Co.
- SCHILLER, R., 1972.-LA EXPLOSION QUE TRANSFORMO UN MUNDO. (In MARAVILLAS Y MISTERIOS DEL MUNDO QUE NOS RODEA). Selecciones del Reader's Digest.:64-68.
- BOLT, H., & MACDONALD, S., 1977.-GEOLOGICAL HAZARDS. Springer-Verlag.
- THE DAILY NEWS & THE JOURNAL-AMERICAN, 1980.-VOLCANO. THE ERUPTION OF MOUNT ST. HELENS. Longview Publishing Co.
- DE FRANCISCIS, A., 1974.-THE BURIED CITIES, POMPEII & HERCULANUM. Crescent Books.
- SIMKIN, T. & FISKE, R.S., 1983.-KRAKATAU 1983. THE ERUPTION AND ITS EFFECTS. Smithsonian Institution Press.

REVISTAS

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY:

- MARZO 1981
- FEBRERO 1982
- JUNIO 1982
- NOVIEMBRE. 1982
- SEPTIEMBRE 1983
- MAYO 1984
- AGOSTO 1985
- FEBRERO 1986
- MAYO 1986
- FEBRERO 1987
- ABRIL 1987
- JUNIO 1987
- JULIO 1988
- OCTUBRE 1988
- SIEMPRE, JUNIO 1987
- PARIS-MATCH, NOVIEMBRE 1985
- LIFE, ENERO 1988
- FEBRERO 1989

TIME, OCTUBRE 1989
INFORMACION (CONACYT), JULIO 1985
LA RECHERCHE, MAYO 1989
GACETA I.M.P., OCTUBRE 1985
MUY INTERESANTE, FEBRERO 1987
SCIENTIFIC AMERICAN:

NOVIEMBRE 1976
ABRIL 1977
MARZO 1981

PERIODICOS:

LA PRENSA
EXCELSIOR
UNO MAS UNO

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 1985.-BOOK OF THE YEAR..

ATLAS OF NORTHAMERICA

2. BARTELLI, L. J.; KLINGEBIEL, A. A.; BAIRD, J. V.; and HEDDLESON, M. R., eds. 1966. *Soil surveys and land use planning*. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.
3. HAYES, W. C., and VINEYARD, J. D. 1969. *Environmental geology in town and country*. Missouri Geological Survey and Water Resources, Educational Series No. 2.
4. WILLIAM SPANGLE AND ASSOCIATES; F. BEACH LEIGHTON AND ASSOCIATES; and BAXTER, McDONALD AND COMPANY. 1976. *Earth-science information in land-use planning—guidelines for earth scientists and planners*. U.S. Geological Survey Circular 721.
5. NORTH CAROLINA COASTAL RESOURCES COMMISSION. 1975. *State guidelines for local planning in the coastal area under the Coastal Area Management Act of 1974*. Raleigh, North Carolina.
6. MONTGOMERY, P. H., and EDMINSTER, F. C. 1966. Use of soil surveys in planning for recreation. In *Soil Surveys and Land Use Planning*, eds. L. J. Bartelli et al., pp. 104–12. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.
7. GROSS, D. L. 1970. *Geology for planning in DeKalb County, Illinois*. Environmental Geology Notes No. 33, Illinois State Geological Survey.
8. WHYTE, W. H. 1968. *The last landscape*. Garden City, New York: Doubleday.
9. FLAWN, P. T. 1970. *Environmental geology*. New York: Harper & Row.
10. LYNCH, K. 1962. *Site planning*. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.
11. PREST, A. R., and TURVEY, R. 1965. Cost-benefit analysis: a survey. *The Economic Journal* 75: 683–735.
12. McHARG, I. L. 1971. *Design with nature*. Garden City, New York: Doubleday.
13. SCHULTZ, J. R., and CLEAVES, A. B. 1955. *Geology in engineering*. New York: John Wiley & Sons.
14. KRYNINE, D. P., and JUDD, W. R. 1957. *Principles of engineering geology and geotechniques*. New York: McGraw-Hill.
15. ZUBE, E. H. 1973. Scenery as a natural resource. *Landscape Architecture* 63: 126–32.
16. LINTON, D. L. 1968. The assessment of scenery as a natural resource. *Scottish Geographical Magazine* 84: 219–38.
17. LEOPOLD, L. B. 1969. *Quantitative comparison of some aesthetic factors among rivers*. U.S. Geological Survey Circular 620.
18. MELHORN, W. N.; KELLER, E. A.; and McBANE, R. A. 1975. *Landscape aesthetics numerically defined (land system): application to fluvial environments*. Purdue University Water Resources Research Center Technical Report No. 37.
19. COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY. 1979. *Environmental quality, Annual Report*.
20. BREW, D. A. 1974. *Environmental impact analysis: the example of the proposed Trans-Alaska Pipeline*. U.S. Geological Survey Circular 695.
21. STERLING, C. 1971. The Aswan disaster. *National Parks and Conservation Magazine* 45: 10–13.
22. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1972. *The earth and human affairs*. San Francisco: Canfield Press.

1. LANDAN, N. J., and RHEINGOLD, P. D. 1971. *The environmental law handbook*. New York: Ballantine Books.
2. YANNACONE, V. J., JR.; COHEN, B. S.; and DAVISON, S. G. 1972. *Environmental rights and remedies I*. San Francisco: Bancroft-Whitney.
3. COATES, D. R. 1971. Legal and environmental case studies in applied geomorphology. In *Environmental Geomorphology*, ed. D. R. Coates, pp. 223-42. Binghamton, New York: State University of New York.
4. JUERGENSMEYER, J. C. 1970. Control of air pollution through the assertion of private rights. *Environmental Law*: 17-46. Greenvale, New York: Research and Documentation Corporation.
5. MURPHY, E. F. 1971. *Man and his environment: Law*. New York: Harper & Row.
6. CARTER, L. J. 1974. Con Edison: Endless Storm King dispute adds to its troubles. *Science* 184: 1353-58.
7. CARGO, D. N., and MALLORY, B. F. 1974. *Man and his geologic environment*. Menlo Park, California: Addison-Wesley.
8. PRIVATE REMEDIES FOR WATER POLLUTION. 1970. *Environmental Law*: 47-69. Greenvale, New York: Research and Documentation Corporation.
9. Legal Approach to Water Rights. 1972. In *Water quality in a stressed environment*, ed. W. A. Pettyjohn, pp. 255-76. Minneapolis: Burgess.
10. HEALY, M. R. 1974. National land use proposal: land use legislation of landmark environmental significance. *Environmental Affairs* 3: 355-95.
11. McCLAUGHRY, J. 1974. The land use planning act—An idea we can live without. *Environmental Affairs* 3: 595-626.
12. WAINRIGHT, J. K., JR. 1974. Spring Valley: Public purpose and land use regulation in a "taking" context. *Environmental Affairs* 3: 327-54.

**ENVIRONMENTAL GEOLOGY OF THE MC DOWELL MOUNTAINS
AREA, MARICOPA COUNTY, ARIZONA**

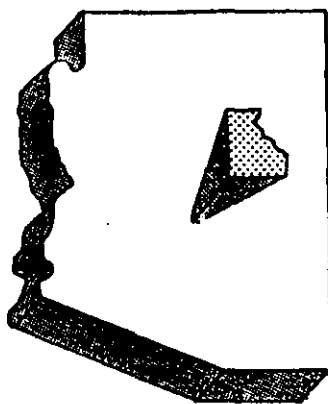
(WASTE DISPOSAL MAP)

by
Gary E. Christenson and Troy L. Péwé
Department of Geology, Arizona State University
Tempe, Arizona

1979

Geologic Investigation Series
**FOLIO OF THE
MC DOWELL MOUNTAINS AREA, ARIZONA**

MAP GI-1-I



Study Location

Prepared in cooperation with the
City of Scottsdale and the Graduate College,
Arizona State University

Published by
State of Arizona
Bureau of Geology and Mineral Technology
A Division of the University of Arizona
Tucson, Arizona

**ENVIRONMENTAL GEOLOGY OF THE MC DOWELL MOUNTAINS
AREA, MARICOPA COUNTY, ARIZONA**

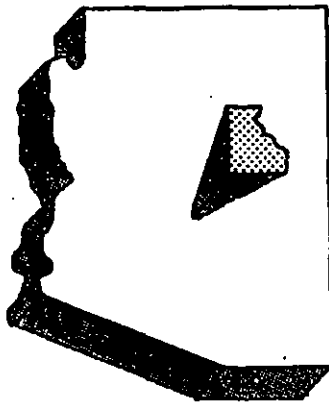
(GEOLOGIC HAZARDS MAP)

by
Dennis G. Welsch and Troy L. Péwé
Department of Geology, Arizona State University
Tempe, Arizona

1979

Geologic Investigation Series
FOLIO OF THE
MC DOWELL MOUNTAINS AREA, ARIZONA.

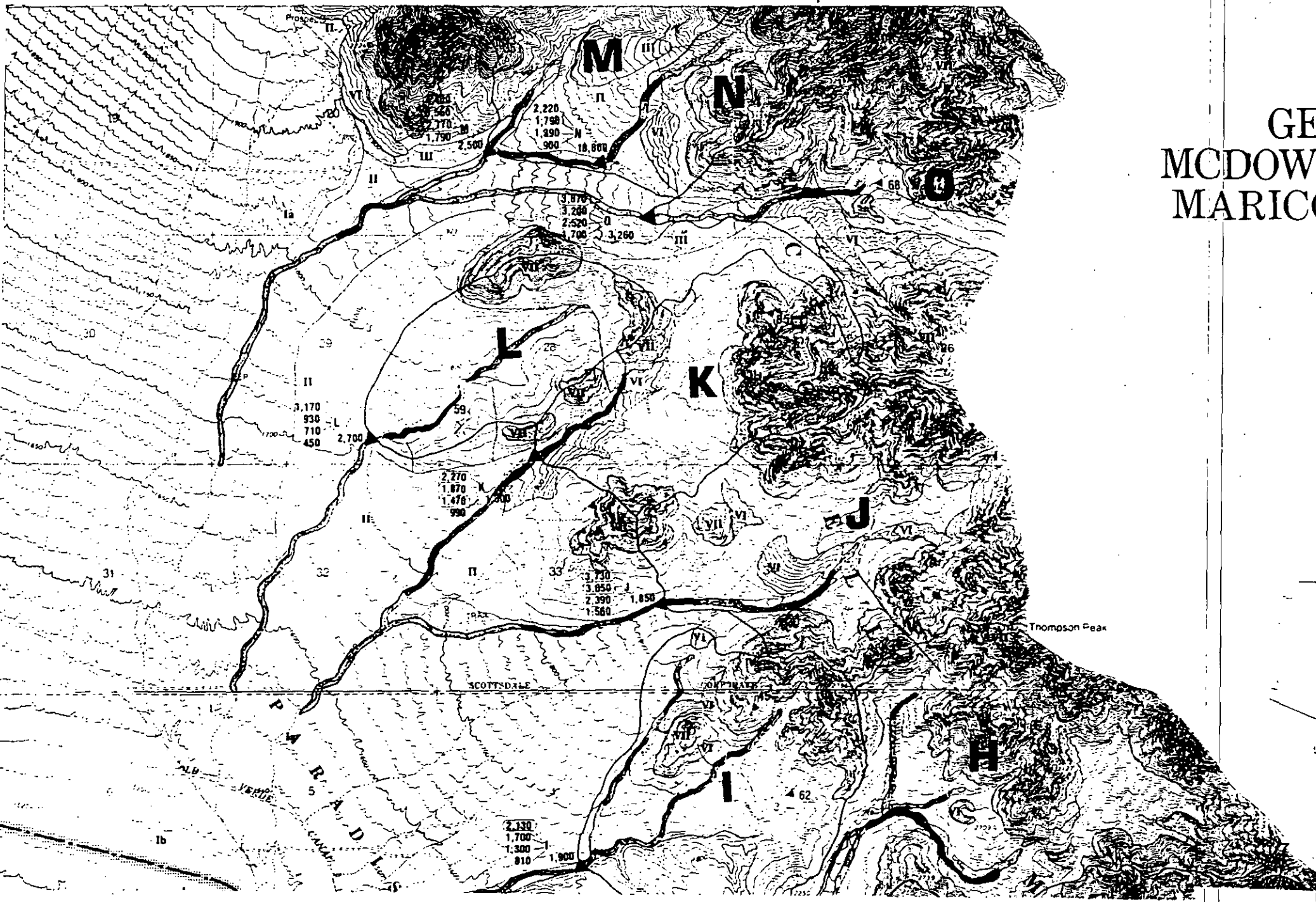
MAP GI-1-F



Study Location

Prepared in cooperation with the
City of Scottsdale and the Graduate College,
Arizona State University

Published by
State of Arizona
Bureau of Geology and Mineral Technology
A Division of the University of Arizona
Tucson, Arizona



GE
MCDOW
MARIC

GEOLOGIC HAZARDS MCDOWELL MOUNTAINS AREA MARICOPA COUNTY, ARIZONA

by
Dennis G. Welsch and Troy L. Pewé
Department of Geology, Arizona State University

1979

Prepared in cooperation with the
City of Scottsdale and the Graduate College,
Arizona State University

A geologic hazard is a normal geologic condition, event or process that threatens man's life or property. Correct evaluation of geologic problems and correct application of geologic and engineering procedures can vastly reduce both dollar and life loss due to geologic hazards. It is the purpose of this map to delineate areas where special precautions in planning and construction should take place because life and/or property could be otherwise endangered. The focus here is on the location of potential natural hazards and not the prediction and timing of hazard activity. Land developers, city planners, engineers, or anyone interested in land use should be aware of these natural geologic phenomena and their potentially detrimental effects. The geologic hazards recognized in the McDowell Mountains area include: slope instability, flooding, earthcracks and earthquakes.

Slope instability relates to the potential for mass movement of earth materials (landslides, rockslides, rockfalls, etc.) downslope. Granitic and basaltic bedrock areas are favorable for boulder-rolling because of the subrounded shape of the boulders. Sliding of weathered material occurs in alluvium-colluvium deposits that have become unstable.

Contrary to common opinion, severe floods do occur in deserts. However, an understanding of weather patterns, drainage basin and stream channel characteristics permit prediction of potential flooding of the numerous dry washes of the desert. Alluvial fan morphology and age relationships also can help delineate areas of general flooding in the non-mountainous areas.

Earthcracks are breaks in the surface of the ground that can cause damage to property and structures and disrupt surface drainage. Most earthcracks result from differential surface subsidence caused by continued withdrawal of large amounts of groundwater.

Earthquakes result from a sudden release of tension somewhere within the earth's crust along a rupture, or fault. Numerous faults exist within the area but are classified as inactive because there is no evidence to suggest that any have moved within the last 35,000 years.

The geologic hazards shown on this map are naturally-occurring features. However, man's activities can produce hazards by excavating and quarrying of material in a way that leaves the surface in an unstable condition (see Welsch and Pewé, 1979 Material Resources map GI-1-F and Excavation Conditions map GI-1-H). Hazards such as flooding can be impeded by construction of the CAP canal and dike which will effectively retard all surface runoff except for that which will be channeled under or over the canal. Also, with regard to flooding, any surface development which decreases soil permeability (roadways, parking lots, cementing stream channels, etc.) will increase runoff and add to the flooding problems down gradient.

Each geologic hazard has its own effects on the landscape and consequently on man's environment. It is hoped that this map will assist land users in developing an awareness of potential problems and that land use will be preceded by adequate study, planning and engineering.

* This map involves a general evaluation on a broad scale and

EXPLANATION

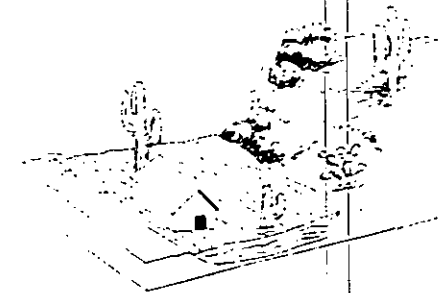
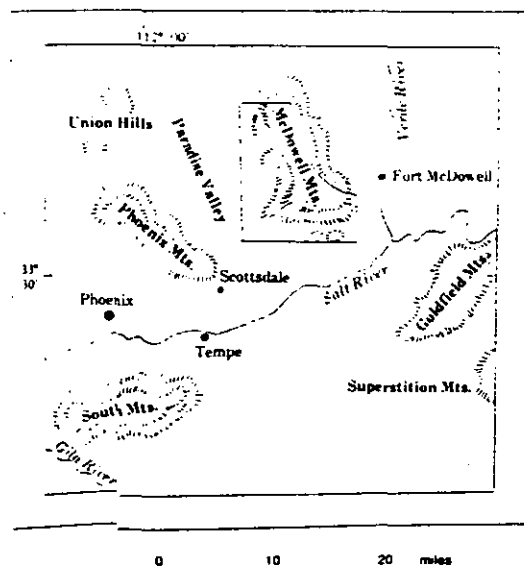
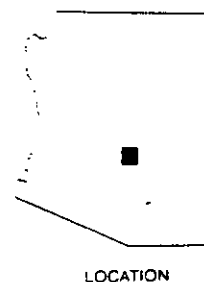
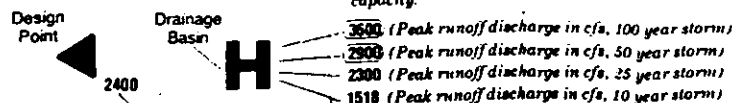
FLOODING

The flooding potential for any given area can be determined both quantitatively and qualitatively. Measurement of drainage basin and stream channel characteristics together with precipitation data permit calculation of potential flood volumes. Qualitatively, potential flooding can be estimated by analysis of appropriate landforms. For example, rolling hills have very little chance of overbank flooding but modern flood plains have a great chance of being flooded.

Overbank Flooding

Quantitatively, flooding potential can be determined because runoff from the McDowell Mountains drainage basins is collected in deep, steep-walled washes which are incised from 1-30 feet (0.3-9 meters) below the alluvial fan surface. The depth to which these major washes are incised below the fan surface is indicated on the map because the depth has a direct relationship to the holding capacity of the channel with regard to runoff. To determine quantitatively where overbank flooding would occur, a hydrologic design procedure, as outlined in the *Hydrologic Design for Highway Drainage in Arizona* and the Manning hydraulic flow equation, were used. The potential overbank flooding conditions were determined for each drainage basin for the 100, 50, 25 and 10-year frequency storms. The maximum carrying capacity in cubic feet per second (cfs) has also been calculated for each stream channel at the design point. These two determinations have been calculated in reference to a design point and, therefore, are applicable only at that particular point. Overbank flooding will occur when the peak runoff discharge in cfs is greater than the stream channel holding capacity in cfs as indicated on the diagram below.

Circled numbers indicate that overbank flooding will occur when peak runoff discharge is greater than the stream channel holding capacity.



INTRODUCTORY STATEMENT*

on, event or process that threatens man's life or property. Correct ion of geologic and engineering procedures can vastly reduce both purpose of this map to delineate areas where special precautions in fe and/or property could be otherwise endangered. The focus here is the prediction and timing of hazard activity. Land developers, city e should be aware of these natural geologic phenomena and their recognized in the McDowell Mountains area include: slope instabil-

movement of earth materials (landslides, rockslides, rockfalls, etc.) favorable for boulder-rolling because of the subrounded shape of the um-colluvium deposits that have become unstable.

occur in deserts. However, an understanding of weather patterns, nit prediction of potential flooding of the numerous dry washes of the ups also can help delineate areas of general flooding in the non-

ound that can cause damage to property and structures and disrupt ential surface subsidence caused by continued withdrawal of large

ssion somewhere within the earth's crust along a rupture, or fault. ed as inactive because there is no evidence to suggest that any have

naturally-occurring features. However, man's activities can produce way that leaves the surface in an unstable condition (see Welsch and avation Conditions map GI-1-H). Hazards such as flooding can be hich will effectively retard all surface runoff except for that which h regard to flooding, any surface development which decreases soil eam channels, etc.) will increase runoff and add to the flooding

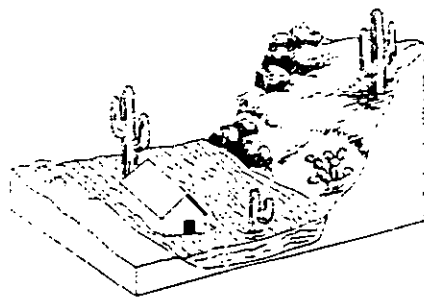
andscape and consequently on man's environment. It is hoped that reness of potential problems and that land use will be preceded by

*This map involves a general evaluation on a broad scale and does not preclude the necessity of site investigation.

SELECTED REFERENCES

- Arizona Highway Department, Bridge Division, 1969. Hydrologic design for highway drainage in Arizona, 53 p.
- Christenson, G. E., Welsch, D. G., and Péwé, T. L., 1978. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-A (Geology) 1:24,000.
- , and Péwé, T. L., 1979. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-D (Caliche) 1:24,000.
- Cordy, G. E., Holway, U. V., and Péwé, T. L., 1977. Environmental Geology of the Paradise Valley Quadrangle, Arizona: Unpub. report, City of Scottsdale, Arizona, 14 maps.
- Green, C. R., and Sellers, W. D., 1964. Arizona Climate: University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 503 p.
- Lausten, D. C., 1974. Gravity methods applied to the geology and hydrology of Paradise Valley, Maricopa County, Arizona: Arizona State University unpub. Masters Thesis, 137 p.
- Miller, R. D., 1973. Map showing relative slope stability in part of west-central King County, Washington: U.S. Geol. Survey Map I-852A.
- Schumann, H. H., and Poland, J. F., 1970. Land subsidence, earth fissures, and groundwater withdrawal in south-central Arizona, U.S.A.: International Assoc. of Scientific Hydrology, vol. 2, p. 296-302.
- Sturgul, J. R., and Irwin, T. D., 1971. Earthquake history of Arizona and New Mexico, 1850-1966: Arizona Geol. Soc. Digest, vol. 9, p. 1-2.
- United States Department of Commerce, NOAA, 1973. Earthquake history of the U.S.: Publication 41-1, p. 1-3.
- Welsch, D. G., and Péwé, T. L., 1979. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-C (Landslopes) 1:24,000.
- , and Péwé, T. L., 1979. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-F (Material Resources) 1:24,000.
- , and Péwé, T. L., 1979. Environmental Geology of the McDowell Mountains Area, Maricopa County, Arizona: University of Arizona, Bureau of Geology and Mineral Technology, Folio Series, Map GI-1-H (Excavation Conditions) 1:24,000.
- Yerkes, R. F., Bonilla, M. G., Youd, T. L., and Sims, J. D., 1974. Geologic Environment of the Van Norman Reservoirs Area: U.S. Geol. Survey Circular 691-A, 35 p.

EXPLANATION



3-9 meters) below the alluvial fan surface. The depth to which surface is indicated on the map because the depth has a direct nel with regard to runoff. To determine quantitatively where design procedure, as outlined in the Hydrologic Design for g hydraulic flow equation, were used. The potential overbank ainage basin for the 100, 50, 25 and 10-year frequency storms, r second (cfs) has also been calculated for each stream channel re been calculated in reference to a design point and, therefore, rbank flooding will occur when the peak runoff discharge in cfs ity in cfs as indicated on the diagram below.

ected numbers indicate that overbank flooding will occur when k runoff discharge is greater than the stream channel holding acuity.

⊙ (Peak runoff discharge in cfs, 100 year storm)

⊙ (Peak runoff discharge in cfs, 50 year storm)

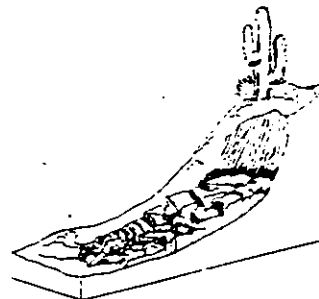
⊙ (Peak runoff discharge in cfs, 25 year storm)

⊙ (Peak runoff discharge in cfs, 10 year storm)

Debris Movement

VI

Poorly compacted, unconsolidated colluvium and alluvium, unstable particularly when saturated by moisture generally on slopes greater than 10%, underpinning for roads and foundations or loading can cause loss of stability with a downward movement of soil and rock.



Rock Falls

VII

Blocky to platy metamorphic rocks, falls caused by loss of support provided by underlying rock or material on precipitous slopes greater than 35° (100%), rocks lose underlying support by erosion, earth vibration, animal activity, wind or other causes, blocks to 10 feet (3 meters) in diameter that literally fall and bounce down steep slopes coming to rest on gentler slopes near base of mountains.



Exercise 25. Problems in Environmental Geology

A. CLIFF RECESSION ALONG LAKE MICHIGAN

Fig. 98.

Much of the eastern shoreline of Lake Michigan is characterized by steep cliffs, some of which rise to more than 80 feet above the surface of the lake. The tops of these bluffs have been used as sites for vacation cottages and permanent homes. Many of these structures collapsed and were destroyed by rapid recession of the cliff that stood between them and the water's edge. One of these homes is shown in the figure 98 photograph.

Steep slopes such as those that characterize the Lake Michigan shore in southwestern Michigan are subject to erosion by the runoff of rainfall. This process of slope wash causes gradual back-wearing of the face of the cliff (cliff recession), but the process is so slow—perhaps a few feet in 100 years—that it is almost imperceptible and not considered hazardous to man-made structures that are erected within a reasonable distance from the cliff's edge.

When these houses were built, the cliff had the appearance of stability, that is, even though the cliff was being eroded very slowly by slope wash, vegetation was growing on its surface and no appearance of rapid cliff retreat was apparent. During these periods of cliff stability, a broad sandy beach extended from the base of the cliff to the water's edge. These conditions of cliff stability are shown schematically in figure 99.

The cliff in figure 98 does not have the appearance of stability; it is a raw scar on the landscape. This condition developed as a result of slumping of large masses of the cliff as its base was eroded by intense storm waves. Storms on Lake Michigan generate waves with heights of five feet or more, and such waves were particularly destructive during the late winter of 1973. Cliff erosion accelerated greatly during this period and resulted in retreat of the cliff face of 25 to 50 feet in places.

The level of Lake Michigan and the other Great Lakes varies from season to season and year to year.

These levels are related to the volume of runoff from streams that flow into the Lakes. Records kept by the United States Government since 1860 and published by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) reveal that the lowest level on record of Lake Michigan was reached in 1964, and the highest level on record was reached in 1974. The monthly record of Lake Michigan water levels from 1950 to 1976 is shown in figure 100.

The following questions are based on the foregoing information, on figure 98, and on the data contained in figures 99 and 100.

1. On the diagram of figure 99, show the following in red pencil (use a regular soft pencil until you are sure of your answer, and then trace the lines with a red pencil).
 - a) The highest recorded level of Lake Michigan.
 - b) A topographic profile of the cliff and beach when the photograph—figure 98—was taken. Assume cliff recession of 50 feet since 1964.
2. The recession of the cliff resulted in the removal of a considerable mass of sand, silt, and clay. Where are these materials now?
3. Under what circumstances will cliff recession cease and a broad sandy beach be established between the base of the cliff and the water's edge?
4. What evidence from figure 100 indicates that the conditions which prevailed from 1964 to 1973-74 had prevailed at a previous time?
5. If the geologic materials in which the cliff has been cut were unweathered granite rather than unconsolidated sand, silt, and clay, how would the sequence of events between 1964 and 1973 have been different?
6. What evidence is there in figure 98 that the owner of the cliff-top house tried to protect the cliff from wave erosion?

2. On the basis of the flow line network that you have constructed on figure 102, answer the following questions:

- Is there reasonable evidence to conclude that seepage from the dump has contaminated the Jones well? Explain.
- Is there reasonable evidence that the stretch of Clear Creek adjoining the Jones and Smith properties has been contaminated by seepage from the dump? Explain.

c) Is there reasonable evidence that the Smith well will be contaminated by seepage from the dump at some time in the future? Explain.

- Is it possible that the animal waste in the corral on the Jones property is responsible for polluting the Jones well, any part of Clear Creek, or the Smith well, eventually? Explain.

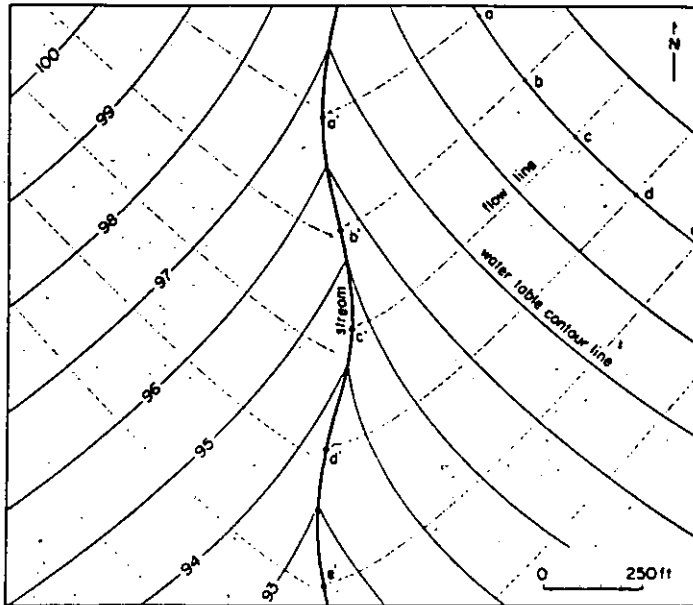


Figure 101. Map of a hypothetical area underlain by a well-sorted coarse sand showing a south-flowing permanent stream and contours on the water table. The ground surface is roughly the same shape as the water table but about 5 to 10 feet higher. The contour interval of the water table contours is 1 foot. Flow lines are shown in dashed colored lines. (See text for further explanation.)

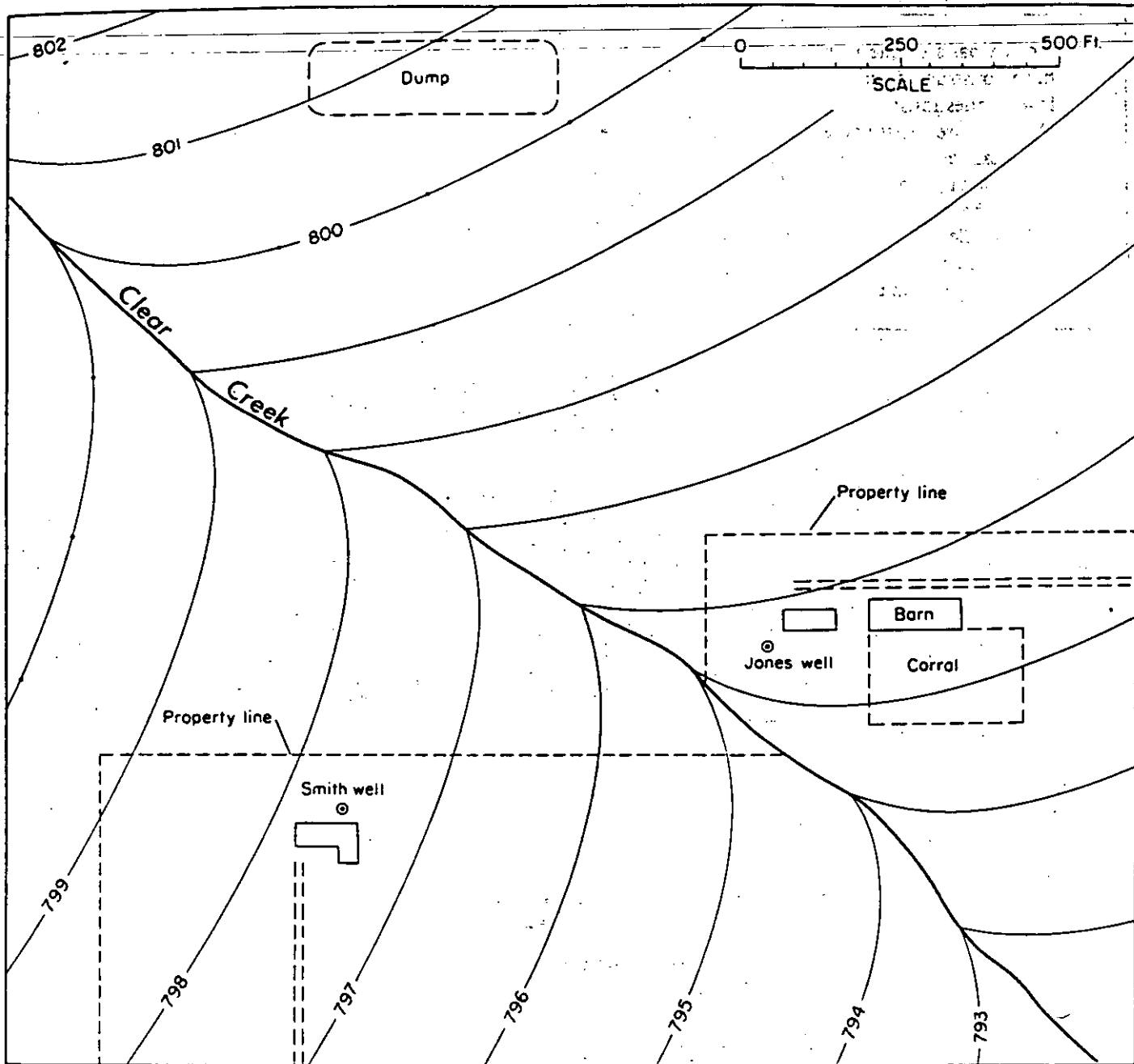


Figure 102. Map of a hypothetical area underlain by a well-sorted coarse sand about 50 feet thick. Clear Creek flows to the southeast. The water table contour interval is 1 foot. The water table lies about 8 to 10 feet below the ground surface, except near Clear Creek where the water table becomes shallower until it intersects the creek. The dump is an excavated pit, the bottom of which does not quite reach the water table.