

TEMA 1. INTRODUCCION.

Mecánica del Suelo

- ▶ Tradicionalmente el estudio de las características, propiedades y comportamiento de los suelos se ha realizado mediante la disciplina denominada Mecánica del Suelo.
- ▶ La Mecánica del Suelo y la Mecánica de Rocas constituyen la Geotecnia, muchas veces estudiada desde el punto de vista de la Geología, pero que es de indudable interés para las ingenierías que trabajan con el terreno.
- ▶ Ambos materiales, suelos y rocas, son bastante distintos. De hecho, los suelos proceden de la meteorización de rocas. Por ello, son estudiados de forma separada. A continuación se muestran las definiciones de suelo y roca que proporciona el CTE, DB-SE-Cimientos.

Suelo: Parte de la corteza terrestre formada por materiales que pueden ser disgregados en partículas individuales mediante la acción del agua.

Roca: Agregado natural de uno o más minerales que para sufrir modificaciones sensibles en su estructura en presencia del agua necesita periodos de tiempo superiores a la vida útil de un edificio.

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica



TEMA 1. INTRODUCCION.

La necesidad de conocer el suelo

- ▶ Numerosas obras de ingeniería descansan sobre suelos: edificios, puentes y viaductos, carreteras y caminos, vías de ferrocarril, etc. Otras lo atraviesan, como los túneles del metro, y las obras de abastecimiento y saneamiento.
- ▶ Por ello, es necesario conocer cómo va a reaccionar el suelo cuando el ser humano actúa en él. A ello se dedica la Mecánica del Suelo.
- ▶ Por ejemplo, todo el peso de un edificio y de lo que contiene en su interior, va a parar a unos elementos denominados “cimentaciones” que lo transmiten al suelo sobre el que descansan, generando tensiones internas, tal como se puede ver en la página siguiente. Será necesario saber antes de construir el edificio, si ese suelo va a resistir todo ese peso.
- ▶ Si el terreno no resistiera adecuadamente, podrían aparecer grietas en su interior, roturas de cristales, o lo que es peor, se podría hundir el edificio o parte de él.

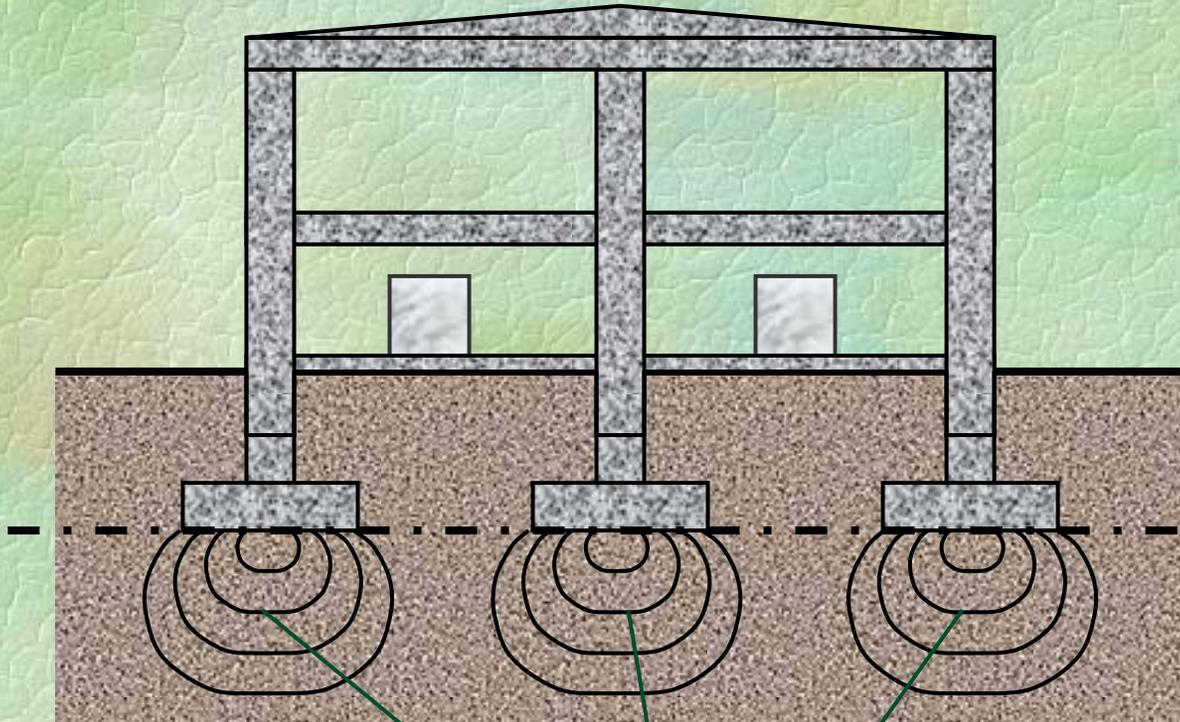
Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica



TEMA 1. INTRODUCCION.

La necesidad de conocer el suelo: edificación (I)



Plano de apoyo de la cimentación

Tensiones transmitidas al terreno

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica



TEMA 1. INTRODUCCION.

La necesidad de conocer el suelo: edificación (II)



Fuente:
 Revista IngeoPres, 175
 Octubre 2008

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica

TEMA 1. INTRODUCCION.

La necesidad de conocer el suelo: túneles

- ▶ En el caso de túneles es necesario conocer cómo va a reaccionar el suelo cuando se perfora, y qué elementos de sostenimiento hay que introducir mientras se construye para evitar su hundimiento.
- ▶ Un ejemplo de colapso de un túnel se muestra en las páginas siguientes: el hundimiento del túnel de maniobras de la L5 del metro de Barcelona.



TEMA 1. INTRODUCCION.

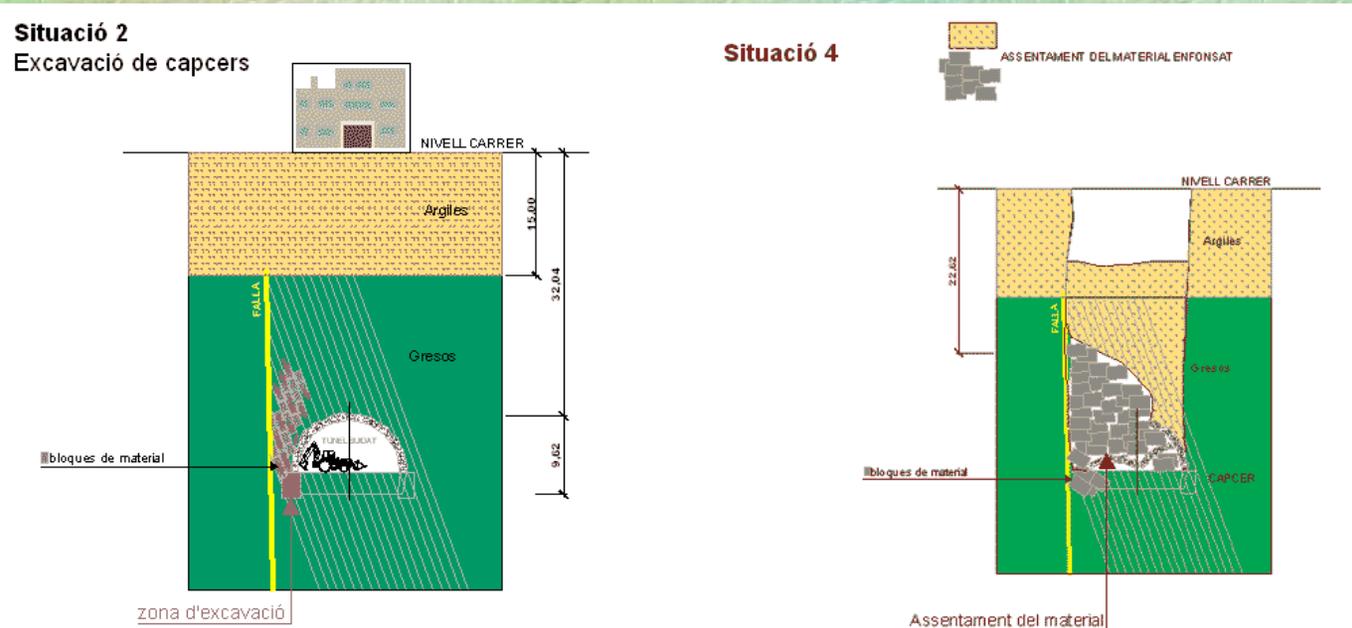
El hundimiento del túnel de El Carmel (I)

Los hechos (I)

- Todo comienza el 25 de Enero de 2005, a las 11 de la mañana, cuando se produce un desprendimiento mientras se realizaba una excavación en el túnel de maniobras en las obras de ampliación de la línea 5 del metro de Barcelona.
- Dos días después se produce el derrumbe del edificio situado en la vertical. Como medida preventiva se desalojan 84 edificios, lo que afecta a 864 personas.

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica



TEMA 1. INTRODUCCION.

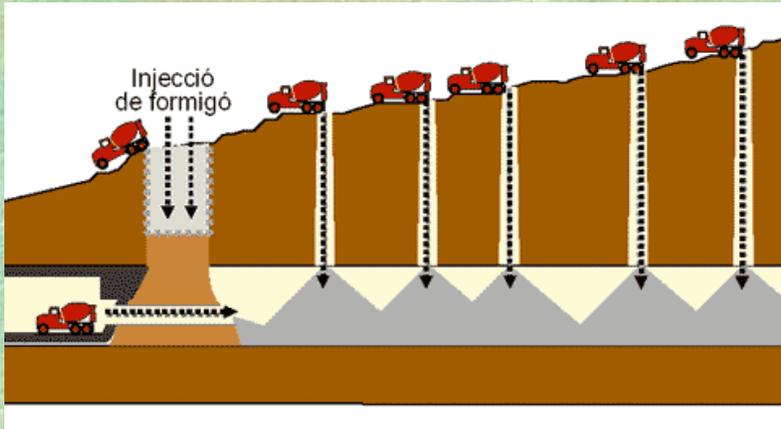
El hundimiento del túnel de El Carmel (II)

Los hechos (II)

- En los días siguientes aparecen más socavones, se derriban varios edificios y se desaloja a más residentes.
- Para evitar problemas adicionales, se decide apuntalar el túnel principal y sellar con hormigón armado el túnel de maniobras.

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Inse



TEMA 1. INTRODUCCION.

El hundimiento del túnel de El Carmel (III)

Las causas

- Según el consejero de Obras Públicas de la Generalitat, el hundimiento tuvo como origen un exceso de confianza en el método austríaco empleado para la construcción del túnel.
- Además, el consejero remarcó que no había evidencias de que existiese la falla que finalmente cedió.
- Tanto la constructora como la dirección de obra aseguraron poseer informes en los que se hacía constatar la necesidad de reforzar el túnel. Pero ni lo hicieron, a pesar de estar facultados, ni lo comunicaron a la Generalitat.
- Finalmente el consejero afirmó que un mayor control en la adjudicación y ejecución de obras podría haber evitado este suceso.



TEMA 1. INTRODUCCION.

El hundimiento del túnel de El Carmel (IV)

Consecuencias

- Algunas dimisiones en la empresa pública GISA.
- Un juicio archivado.



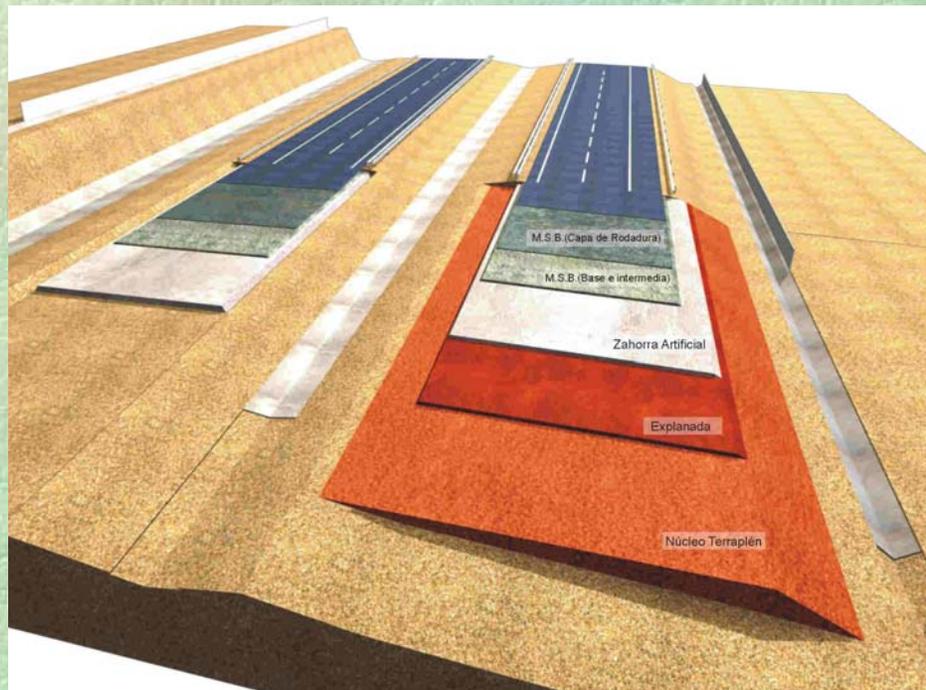
Imágenes procedentes de los diarios El Mundo, El País, La Vanguardia y ABC.



TEMA 1. INTRODUCCION.

La necesidad de conocer el suelo: vías de comunicación (I)

- ▶ También las vías de comunicación como carreteras y vías de ferrocarril descansan sobre el terreno o lo “cortan”.
- ▶ En el primer caso, es conocido que no todos los suelos son aptos para soportar el peso propio de la vía y de los vehículos que sobre él circulan, y habrá que reforzarlos.



Sección transversal de una carretera

TEMA 1. INTRODUCCION.

La necesidad de conocer el suelo: vías de comunicación (II)

- ▶ Si se trata de laderas que hay que “cortar”, la pregunta es con qué ángulo se pueden cortar evitando su deslizamiento o desprendimiento.
- ▶ O si es necesario disponer de una estructura de contención como un muro.



Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de Ingeniería Mecánica



TEMA 1. INTRODUCCION.

La necesidad de conocer el suelo: normativa

▶ Durante los últimos años se ha ido introduciendo en la normativa de obligado cumplimiento, el requerimiento de conocer las características y propiedades del suelo en el que se va a realizar una obra. A continuación se indican algunas de estas normas para edificación y obra civil:

- Ley de Ordenación de la Edificación (L.O.E., 1998):
- Código Técnico de la Edificación (C.T.E. DB-SE-Cimientos, 2006).
- Reglamento General de Carreteras. Ministerio de Fomento.
- Carreteras. Norma dimensionamiento firmes. Gobierno Vasco (2007).



TEMA 1. INTRODUCCION.

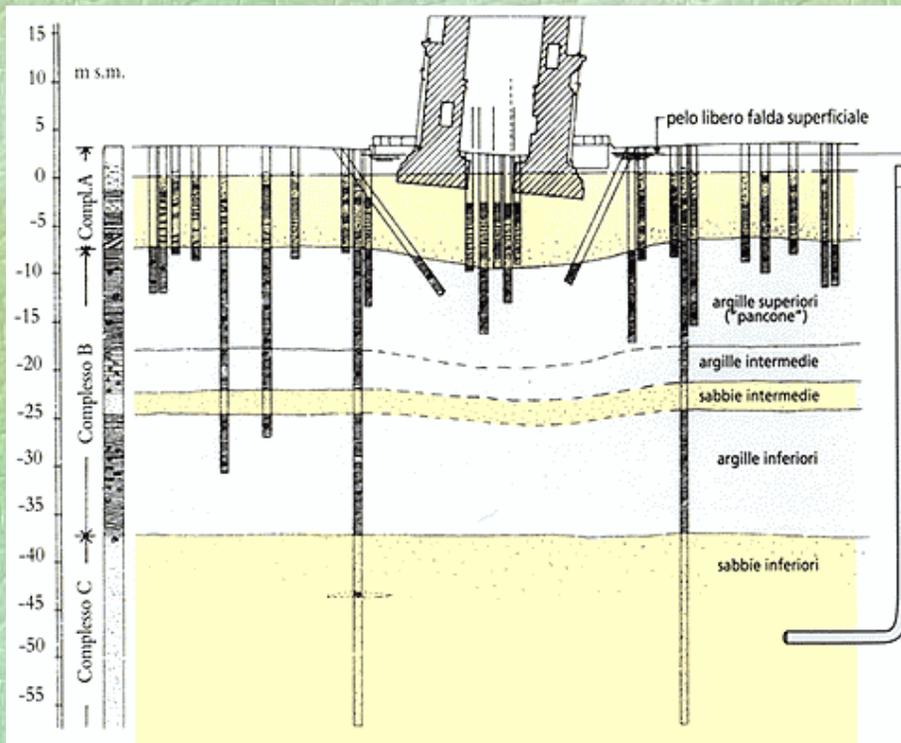
Problemas históricos: la torre de Pisa (I)

- Construcción: 1173 - 1370.
- ▶ Altura (eje): 58'4 m.
- ▶ Diámetro base: 19'58 m.
- ▶ Peso total: 141.640 kN.
- Forma cilíndrica hueca.
- Espesor paredes: de 4'1 m a 2'7 m.
- ▶ Inclinación máxima: 5'44°.
- ▶ Asientos: de 1'86 m (norte) a 3'75 m (sur).
- Estabilizada desde 1999.



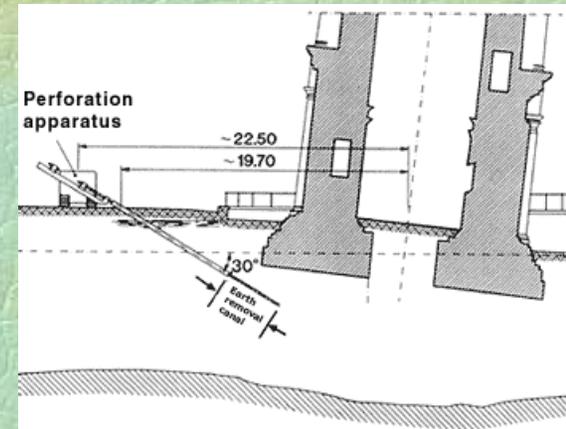
TEMA 1. INTRODUCCION.

Problemas históricos: la torre de Pisa (II)



Estratigrafía del terreno

Existen varios estratos del terreno bajo la torre que son bastante deformables, y de forma no uniforme, por lo que la torre se ha asentado más bajo una zona que bajo la otra, inclinándose.



Solución adoptada

Bajo la parte de la torre que estaba menos hundida, se ha eliminado suelo de forma muy progresiva. De esta forma, esa parte se ha hundido ligeramente, equilibrándose frente a la otra.

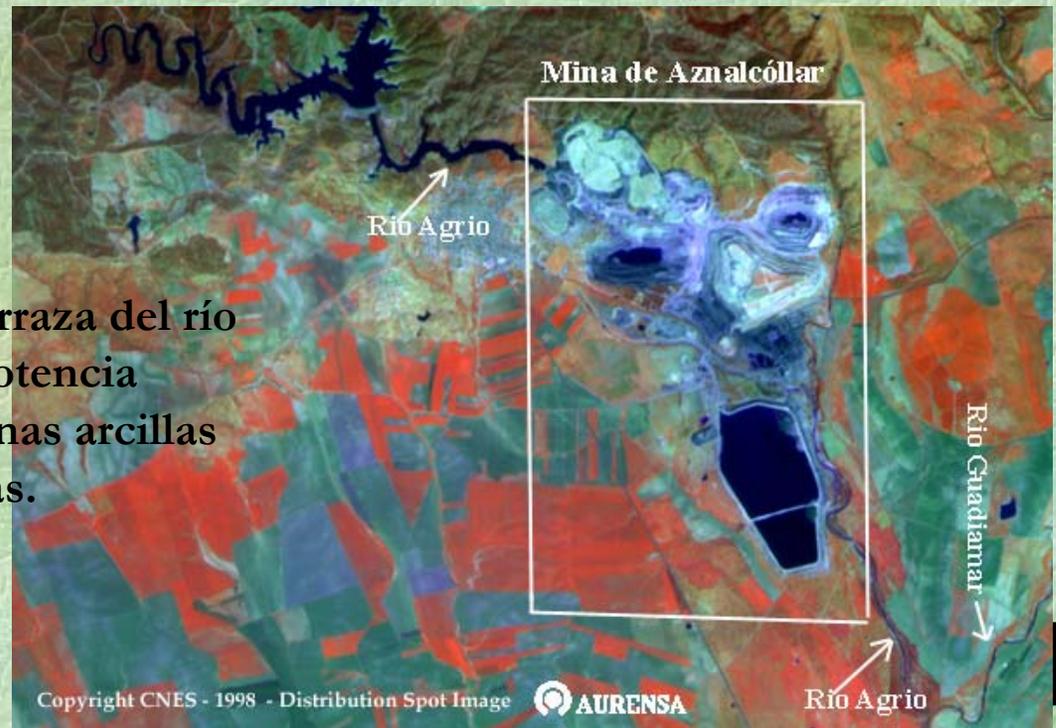


TEMA 1. INTRODUCCION.

La rotura de la balsa de residuos mineros de Aznalcóllar (I)

- Balsa de almacenamiento de residuos de la explotación minera a cielo abierto de un yacimiento de sulfuros complejos de Aznalcóllar.
- Diseñada en 1978 (diques de 18 m), recrecida hasta 27 m y comprobada en 1996.
- Estaba dividida en dos sub-balsas por un dique interior.

- Descansaba sobre una terraza del río Agrio, de unos 4 - 6 m de potencia media, a la que subyacen unas arcillas margosas sobreconsolidadas.



Fundamentos de Mecánica del Suelo

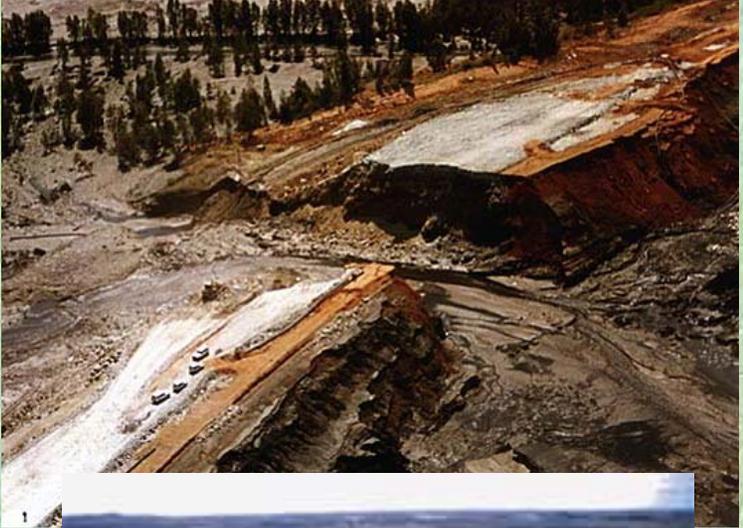
Dpto. de Ingeniería Mecánica



TEMA 1. INTRODUCCION.

La rotura de la balsa de residuos mineros de Aznalcóllar (II)

● En la madrugada del 25 de Abril de 1998, entre las 0:30 y 1:00, se produce la rotura del dique perimetral en el borde SE que, a la vez, ocasiona un despegue del espigón divisor.



En primer plano, instalaciones mineras. Al fondo la balsa de contención de estériles. La flecha indica el lugar por donde se produce la rotura

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. de I

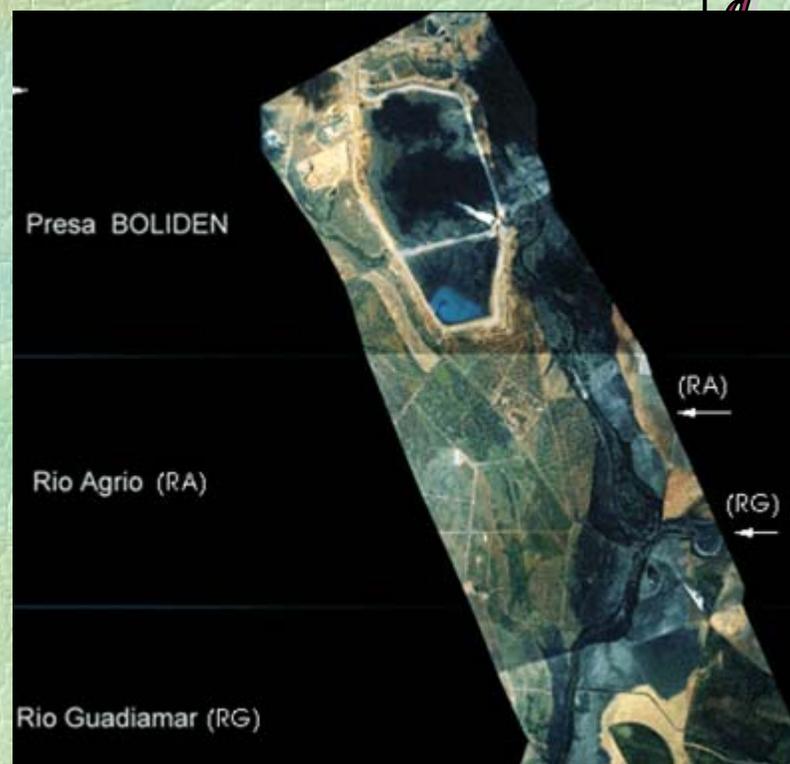
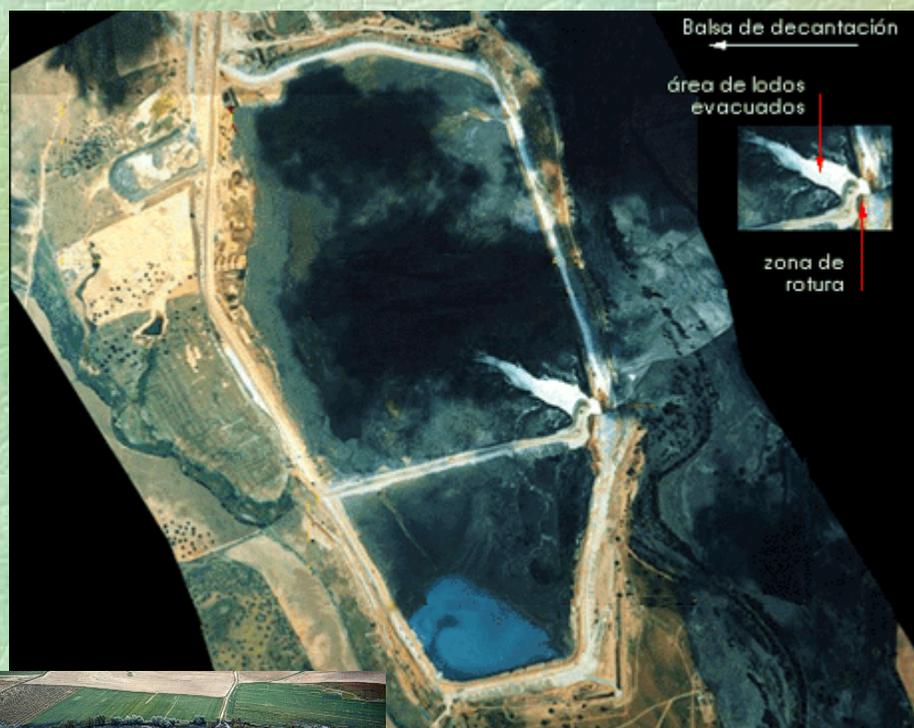
TEMA 1. INTRODUCCION.

La rotura de la balsa de residuos mineros de Aznalcóllar (III)

● Se vierten 2 millones de m³ de lodos decantados y 4 Mm³ de aguas ácidas, con el consecuente desastre ecológico en flora y fauna.

Fundamentos de Mecánica del Suelo

Dpto. d



TEMA 1. INTRODUCCION.

La rotura de la balsa de residuos mineros de Aznalcóllar (IV)

Causas

- La rotura fue debida el fallo del terreno sobre el que se asentaba el dique perimetral.
- El fallo del suelo se produjo en las arcillas y fue una rotura progresiva que, probablemente, comenzó en 1985.
- La posibilidad de esta rotura progresiva no fue considerada ni en el Estudio Geotécnico de 1978, ni en el de recrecimiento de 1996.
- Durante el período 1970-2000 se han roto depósitos de residuos mineros en el mundo a un ritmo mínimo de 1'7 por año.
- Como en casi todos estos casos, se produjeron un conjunto de fallos y errores (técnicos y políticos).



TEMA 1. INTRODUCCION.

La rotura de la balsa de residuos mineros de Aznalcóllar (V)

Consecuencias

- En Diciembre de 2001 se cierra la mina y se pierden unos 2.000 empleos directos e indirectos.
- Se han invertido 260 millones de euros en la recuperación medioambiental.
- Fueron imputados por presuntas responsabilidades penales 25 profesionales. Posteriormente el sumario fue archivado.
- En 2004 el Tribunal Supremo condenó a Boliden-Apirsa al pago de 45 millones en concepto de indemnización por los daños causados.

