

Diseño de rellenos. La experiencia del País Vasco

Carlos Luengo

EUSKO JAURLARITZA

Ingurumen, Lurralde Plangintza,
Nekazaritza eta Arrantza Saila

Ingurumen Sailordetza



GOBIERNO VASCO

Departamento de Medio Ambiente,
Planificación territorial, Agricultura
y Pesca

Viceconsejería de Medio Ambiente

Delimitación espacial y temporal:

El 19 de diciembre de 1994 se publica en el B.O.P.V. el *Decreto 423/1994, de 2 de noviembre, sobre gestión de residuos inertes e inertizados*, el cual establecía el Régimen Jurídico aplicable a las actividades de eliminación de residuos inertes e inertizados en la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV).

En dicha norma se definía como *relleno* la alteración morfológica de una zona mediante el vertido y explanación de tierras y rocas procedentes de excavaciones, desmontes, movimientos de tierra, etc o áridos en un volumen superior a 5.000 m³, y como *acondicionamiento de terreno* si su volumen era inferior a dicha cantidad.

En su artículo 12 se establecía que la ejecución de un relleno requerirá autorización administrativa previa del órgano ambiental, sin perjuicio de otras licencias que le sean de aplicación.

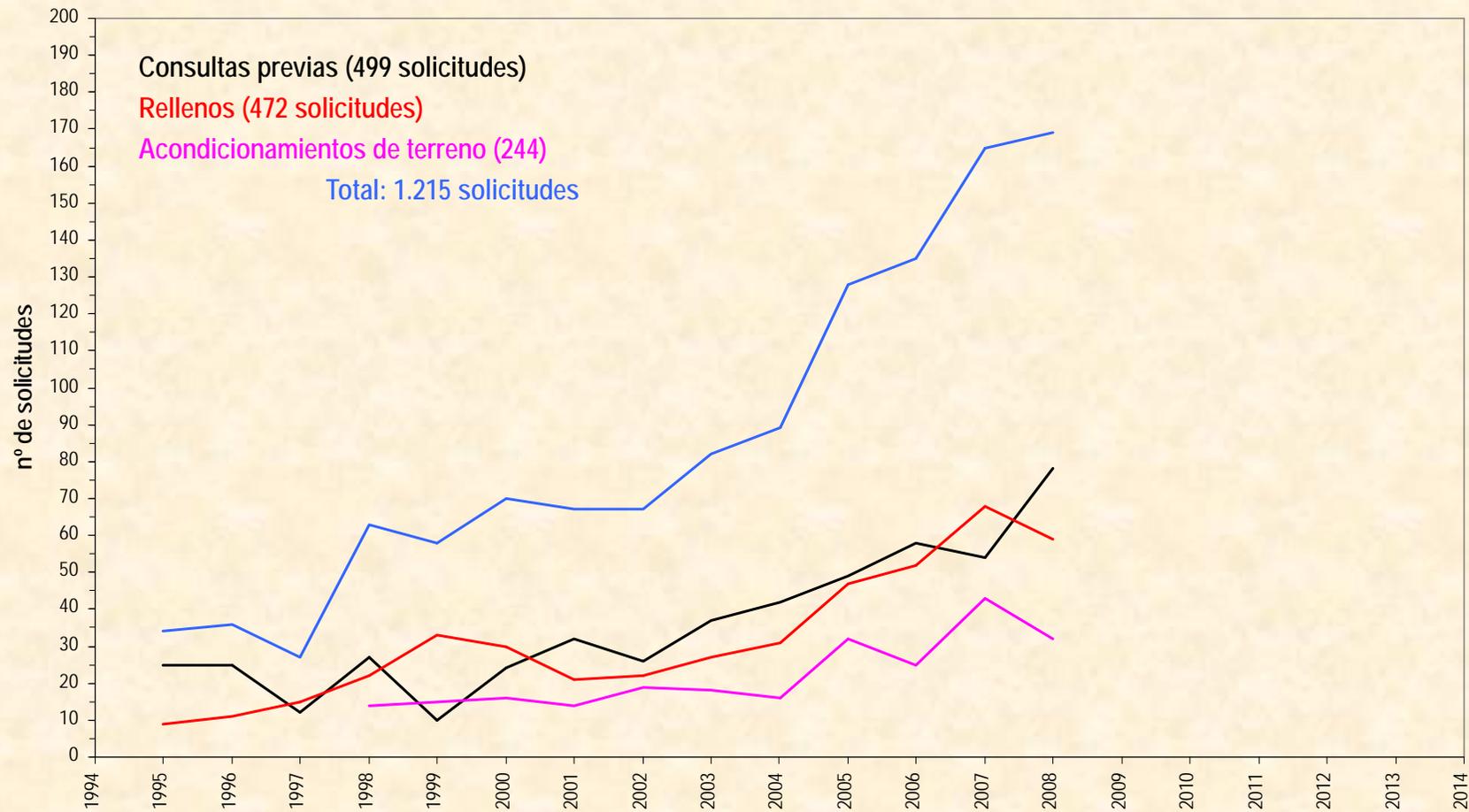
Esta norma es derogada por el *Decreto 49/2009, de 24 de febrero, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos.*

Por lo tanto, el *Decreto 423/1994* ha estado vigente más de 14 años, entre el 20 de diciembre de 1994 y el 20 de marzo de 2009.

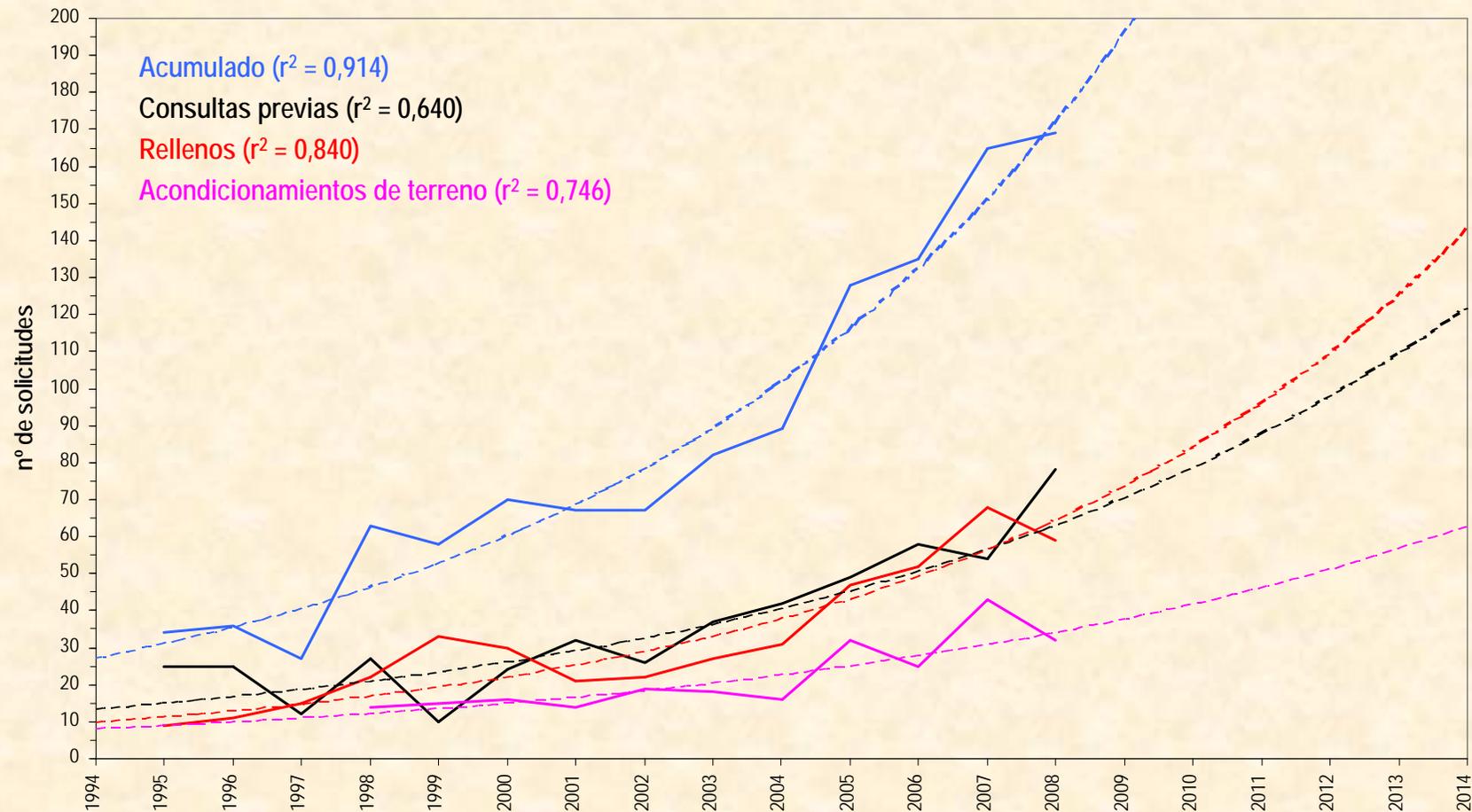
La experiencia que se va a comentar a continuación se limita:

- temporalmente al periodo 1995-2008, ambos años incluidos, y
- espacialmente a la CAPV, limitada a las solicitudes realizadas en el marco del citado *Decreto 423/1994*.

Evolución temporal de las solicitudes



Evolución temporal de las solicitudes



- Incrementos de tipo exponencial en el número de solicitudes, aunque con tasas diferentes.

Causas: ¿mayor grado de cumplimiento de la normativa y/o boom de la construcción?

¿Cual es el futuro? a) Sigue el crecimiento exponencial, b) se produce una

Distribución espacial de las solicitudes de relleno

1) Por territorio histórico:

• Gipuzkoa	53,2 %
• Bizkaia	40,3 %
• Araba	5,5 %

2) Por comarca:

• C. de San Sebastián	22,7 %	} 66,1 %
• Gran Bilbao	18,0 %	
• Duranguesado	10,4 %	
• Alto Deba	8,1 %	
• Goierri	7,0 %	
• Bajo Deba	4,4 %	} 32,8 %
• Urola-Costa	4,2 %	
• Bajo Bidasoa	4,0 %	
• Lea-Artibai	3,2 %	
• Uribe-Butrón	3,0 %	
• C. de Tolosa	2,8 %	
• Llanada Alavesa	2,1 %	
• C. de Busturia	2,1 %	
• Encartaciones	2,1 %	
• C. del Gorbea	1,5 %	
• Arratia Nervión	1,5 %	
• C. de Ayala	1,1 %	
• C. de Añana	0,4 %	
• Montaña Alavesa	0,4 %	
• La Rioja Alavesa	0,0 %	

3) Por municipio (con más de 5 solicitudes):

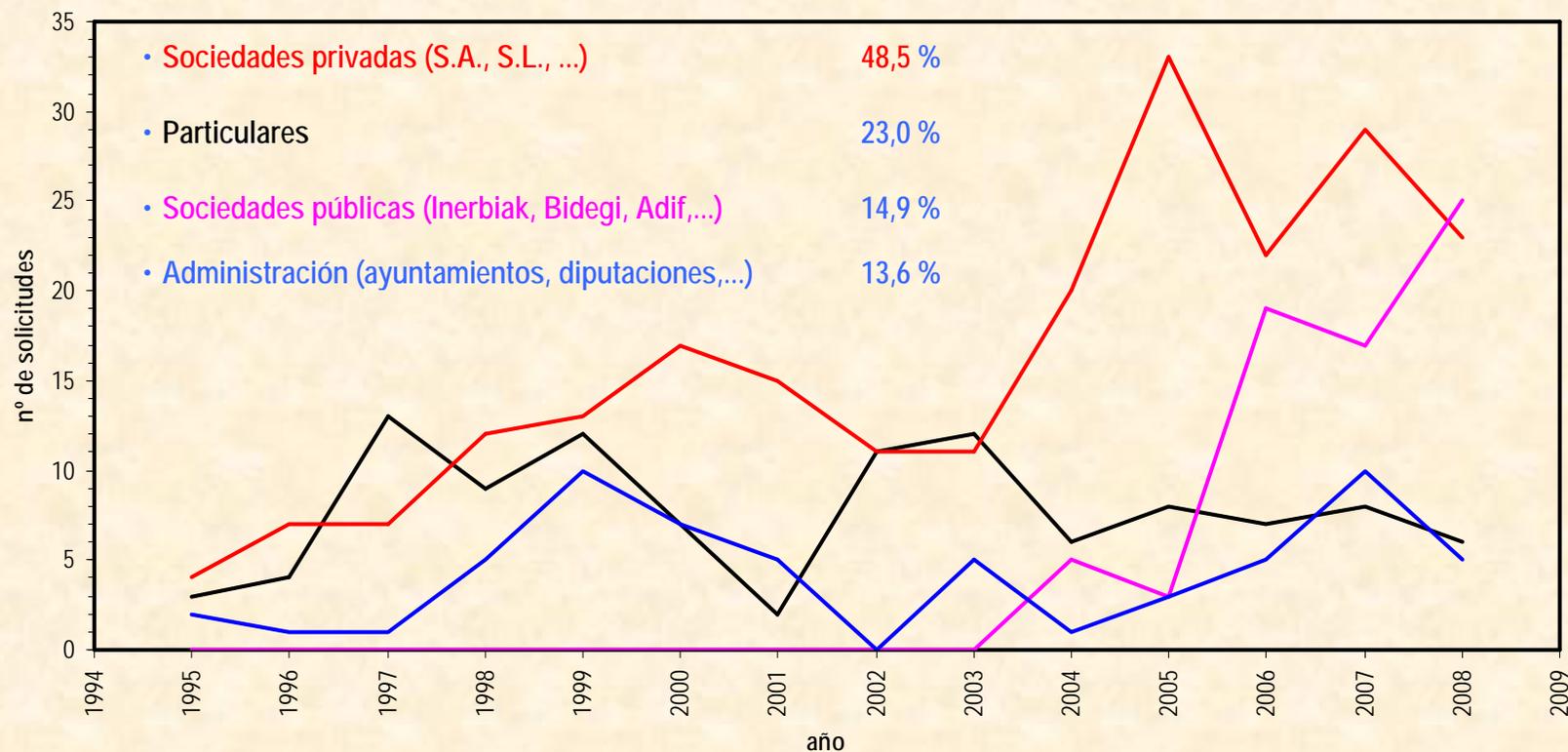
Donostia-SS	5,9 %
Errenteria	4,4 %
Hernani	3,6 %
Amorebieta-Etxano	2,5 %
Arrasate	2,5 %
Eskoriatza	2,5 %
Astigarraga	2,3 %
Irun	2,1 %
Muskiz	2,1 %
Bergara	1,9 %
Bilbao	1,9 %
Hondarribia	1,9 %
Larrabetzu	1,9 %
Abanto-Zierbena	1,7 %
Elgoibar	1,7 %
Galdakao	1,7 %
Iurreta	1,7 %
Lasarte-Oria	1,7 %
Zamudio	1,7 %
Olaberria	1,5 %
Usurbil	1,5 %
Zaratamo	1,5 %
Azpeitia	1,3 %
Urnieta	1,3 %
Vitoria-Gasteiz	1,3 %

Datos expresados en porcentaje sobre el total de solicitudes de relleno (472)

Las solicitudes se han centrado en la vertiente cantábrica,

Según el perfil de los solicitantes de rellenos

Evolución temporal:



El nº de solicitudes de particulares y administraciones públicas se ha mantenido más o menos constante, mientras que las solicitudes de las sociedades mercantiles, públicas o privadas, ha aumentado, especialmente a partir de 2003.

Perfil tipo del solicitante: una empresa privada dedicada a la construcción y excavación que trabaja en las comarcas de Donostialdea, Gran Bilbao, Duranguesado, Alto Deba o Goierri (30 % de los casos).

¿Posible sustitución en un futuro de éstas por las sociedades públicas promotoras de grandes obras?

La gestión de los excedentes de obra

a) En primer lugar, **deberá minimizarse su producción en origen**, para lo cual el redactor del proyecto de obra que va a generar dichas tierras deberá evaluar diferentes alternativas de diseño que minimicen la cantidad de excedentes de excavación y por lo tanto también el coste de la obra, valorando las siguientes alternativas:

- Modificación de las soluciones técnicas: colocación en las áreas previstas como zonas verdes de suelos clasificados como marginales e inadecuados para terraplenes de acuerdo con el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones [ORDEN FOM/1382/2002, de 16 mayo (BOE 139, de 11 de junio de 2002)], utilización de sistemas de cimentación que requieran la retirada de la menor cantidad de suelo posible, etc.
- Modificación geométrica de la obra: elevación de las cotas de urbanización o explanación de toda la obra o de parte de ella (por ejemplo de las zonas verdes), aumento de la pendiente de los taludes mediante la construcción de muros, preferentemente de tierra armada de menor coste y mayor integración paisajística.
- Compensación o balance de tierras dentro de la misma obra, mediante la utilización de los excedentes en otra parte de la misma obra. Esta opción siempre suele ser considerada, sin embargo en las grandes obras tiene la dificultad de que en el momento de redactar el proyecto se desconoce cuándo y cómo se va a ejecutar los diferentes tramos o partes de la obra: si en el momento de la generación de los excedentes existe posibilidad de llevarlos al otro tramo de la obra o no (por ejemplo, porque ambos tramos estén separados por un puente o un túnel que se construirá con posterioridad).

En cualquier caso el proyectista siempre ha de tener en cuenta que el volumen que ocupará el material a depositar es superior al volumen de material a excavar debido al esponjamiento.

El **balance de tierras** debe hacerse no sólo para la globalidad de la obra, que es lo habitual, si no también **para periodos cortos de tiempo**, por ejemplo un mes, de modo que se pueda conocer el volumen de tierras a mover en un momento dado y planificar su gestión dentro de la planificación de la obra (acopios temporales de tierra, aportes externos, imposibilidad de llevar los excedentes a los rellenos previstos por falta de conexión en ese momento entre el punto de extracción y el de depósito, etc.).

La gestión de los excedentes de obra

En segundo lugar se considerará la **reutilización o el reciclado**:

- Aprovechamiento de los materiales mediante su valorización, por ejemplo, el machaqueo y clasificación de rocas permite su utilización como áridos dentro de la propia obra evitando la compra y el transporte de áridos procedentes de canteras o graveras, y preservando los recursos naturales -minerales en este caso-. Esta alternativa es viable en obras de una cierta entidad en las que compense la instalación de la maquinaria necesaria para la valorización.
- Traslado de los excedentes a otra obra cercana que se encuentre en ejecución y que requieran la aportación de tierras y rocas.

Este tipo de soluciones suelen ser propuestas por el constructor contratado para la ejecución de la obra. Sin embargo, en el caso de la valorización, es el proyectista quién debería haber valorado previamente esa posibilidad, caracterizando los materiales, definiendo su volumen y el método de extracción para que puedan ser aprovechables.

En último lugar se considerará la **eliminación en depósito autorizado**. Caben aquí dos posibilidades:

- Llevar los excedentes a un depósito autorizado ajeno a la obra.
- Incluir dentro del proyecto de la obra los depósitos que sean necesarios tras haber agotado las posibilidades de minimización y reutilización/reciclado. Esta opción debe ser incluida en los proyectos de una cierta entidad, cuya ejecución no puede quedar supeditados a la existencia de un depósito autorizado en las cercanías de la obra y con capacidad suficiente, aunque éste exista en el momento de la redacción, ya que el desfase temporal que se da entre la redacción de un proyecto y su ejecución, y el volumen de materiales a mover pueden hacer que las circunstancias hayan cambiado en el momento de la ejecución y no sea posible realizar lo proyectado, con la consiguiente prolongación de la duración de la obra y aumento del coste de la misma.

En cualquier caso, retrasar la definición de la gestión de los excedentes de una obra al momento en que ésta empieza, por diferentes motivos (falta de planificación, soluciones no viables en ese momento, etc.) supone trasladar el problema al contratista, reduciendo las posibilidades de gestión, en especial las de minimización, y alterar o incluso paralizar el programa de trabajos, con el consiguiente encarecimiento de la obra.

Búsqueda de emplazamientos

- Cuando el promotor es el propietario del terreno, no hay búsqueda de emplazamientos, éste está predefinido. El promotor solo quiere saber si su terreno vale o no para poner ese tipo de instalación.
- Cuando el promotor tiene cualquier otro perfil, si hay una búsqueda de emplazamiento para el relleno.

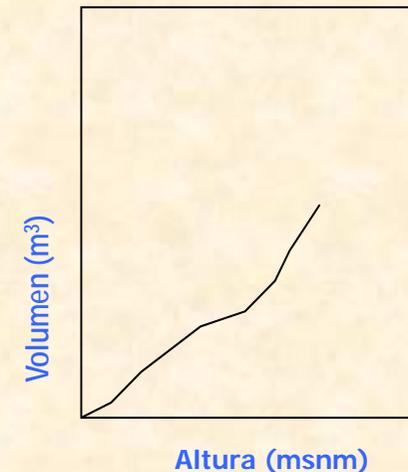
Los municipios mejor situados desde un punto de vista del transporte (minimización del tiempo de transporte entre el lugar de origen y el relleno) ya están soportando o han soportado este tipo de infraestructuras.

Muchas veces otras personas han realizado con anterioridad esa misma búsqueda.

Paulatinamente se irán eligiendo lugares que otros no han elegido, y posiblemente de "peores" características.

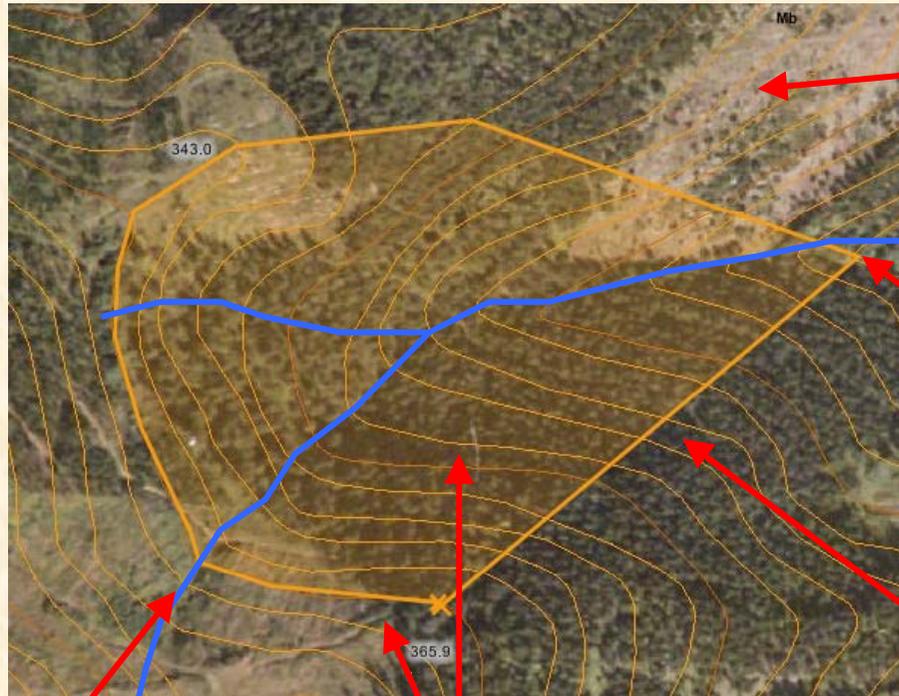
Para los emplazamientos situados en una vaguada, su volumen puede ser calculado:

1. en una primera estimación asimilando que el citado relleno tiene la forma de un tetraedro irregular,
2. en una segunda utilizando la topografía 1:5.000 publicada por las diputaciones mediante el método de las secciones paralelas
3. Y en una tercera, a partir de un levantamiento topográfico



Estudio geológico-geotécnico de la ubicación

Orientado a investigar el terreno bajo las instalaciones más habituales de un relleno



Pista de acceso y plataforma de control (caseta, lavarruedas, puerta). Definir los taludes estables de excavación y terraplenado.

Investigación del espesor y naturaleza de los suelos presentes, para realizar un análisis de estabilidad y, en su caso diseñar un elemento de contención (escollera, dique)

En los tramos de canal perimetral con una pendiente $> 10\%$ es muy probable que haya que construir una bajante escalonada. Debe investigarse posibles riesgos para su construcción / cimentación.

Captación del arroyo ¿presencia de flujos por los suelos del entorno?

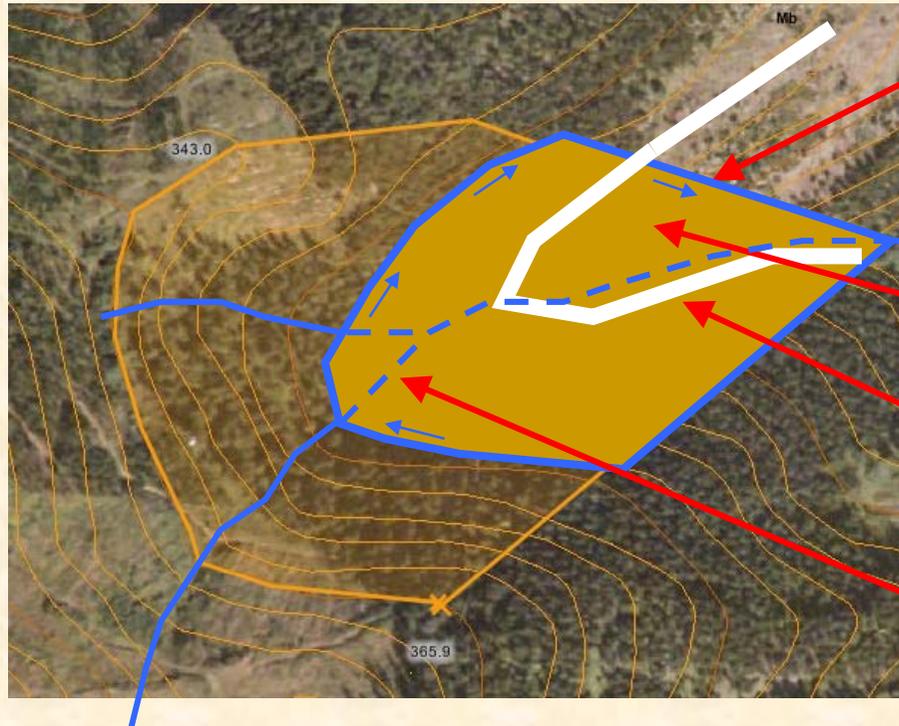
En los tramos de canal perimetral con poca pendiente debe investigarse la profundidad a la que se encuentra la roca, de ello depende si debe o no revestirse de hormigón, y cuanta agua se perdería por infiltración a través del lecho del canal.

Diseño de la explotación por fases

Minimización de gastos e impactos ambientales

Criterio de dimensionamiento de las fases: un año de duración, preferible ejecutar las obras en verano

Fase 0: obras de infraestructuras previas antes del inicio del vertido



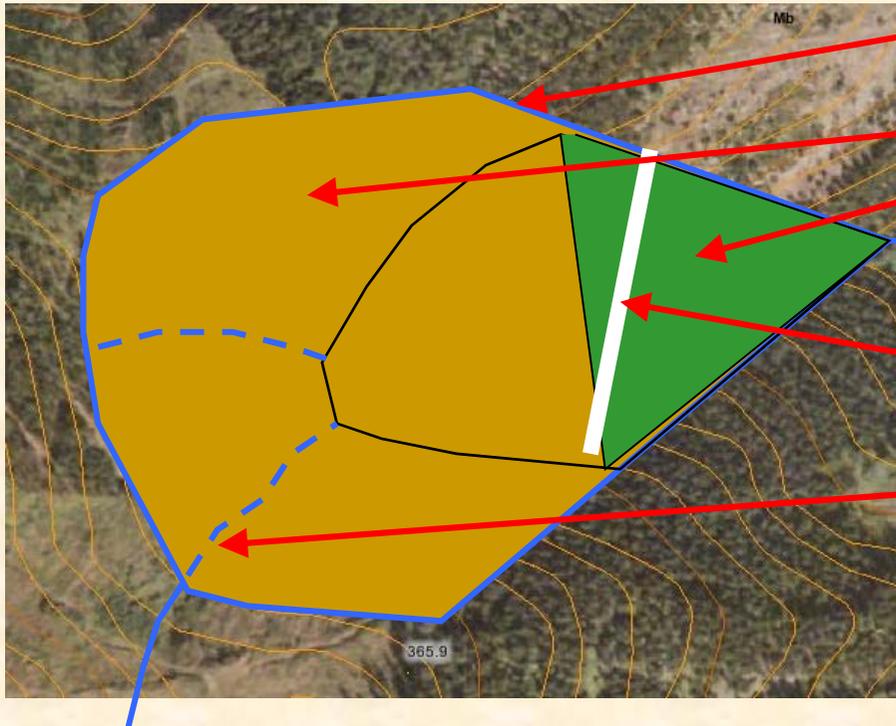
1. Construir el desvío perimetral de las aguas superficiales: el tramo de bajante será definitivo, mientras que el tramo de canal será temporal (excavado en tierras, con una pendiente de 2-3 % capaz de evacuar la crecida correspondiente a un periodo de retorno ligeramente superior a la duración prevista de la instalación.
2. Desbroce y retirada de la tierra vegetal. Almacenamiento de ésta en la parte alta de la última fase.
3. Construir el vial interior hasta la parte baja del relleno, para luego ir rellenando de abajo arriba.
4. ¿Escollera o dique?
5. Dren de fondo

Al hacerse por fases, la superficie afectada al mismo tiempo es menor, la superficie desbrozada es menor y por lo tanto será menor la cantidad de sólidos en suspensión que se generen. Permite ir aprendiendo para fases sucesivas.

Si los materiales proceden de una sola obra, la cual, por seguridad se ha cubicado en exceso (no se sabía muy bien el factor de esponjamiento de los materiales a excavar), este diseño es flexible y permite adaptarse a las circunstancias.

Diseño de la explotación por fases

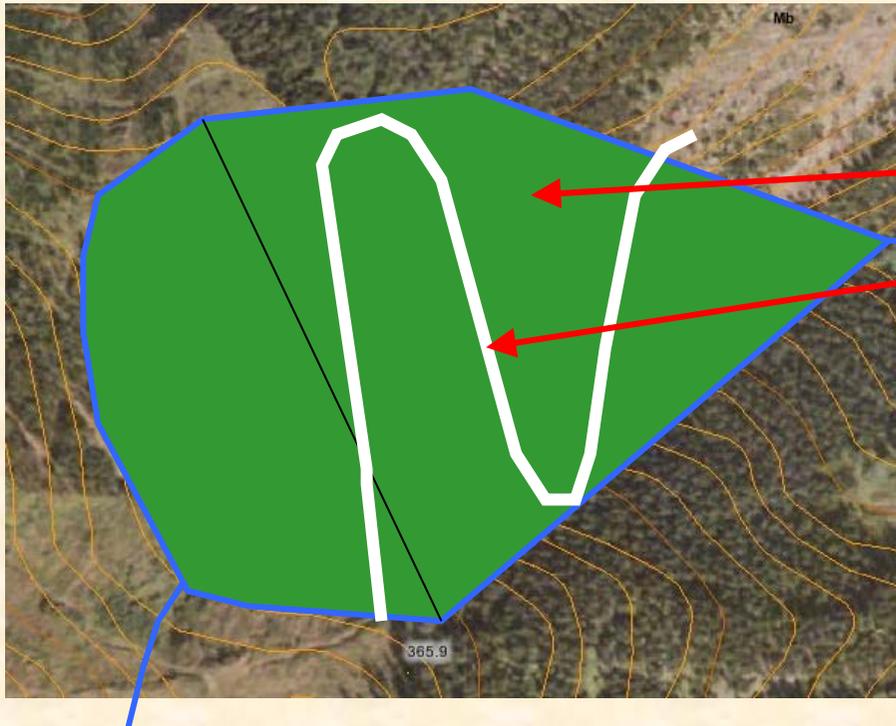
Fin de la fase 1 e inicio de la fase 2



1. Construir el desvío perimetral de las aguas superficiales.
2. Desbroce y retirada de la tierra vegetal.
3. Utilización de la tierra vegetal retirada para revegetar la parte del relleno que ha alcanzado su topografía final, el resto al almacenamiento de ésta en la parte alta de la última fase.
4. Vial interior en zigzag por el frente del relleno (pendiente máxima del 10 %).
5. Dren de fondo

Diseño de la explotación por fases

Fin de la fase 2 (en este caso coincide con el fin de la explotación)



1. Utilización de la tierra vegetal retirada para revegetar el resto del relleno.
2. Vial interior en zigzag por el frente del relleno. Sirve también como berma que drena las aguas generadas sobre la superficie del relleno hacia los canales perimetrales