



Resolución gráfica de explanaciones horizontales en el sistema de planos acotados

Apellidos, nombre	Navarro Jover, José Manuel (jnavar@dig.upv.es)
Departamento	Ingeniería Gráfica
Centro	ETSIAMN Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a presentar, mediante un ejemplo, el procedimiento metodológico para la resolución de una explanación horizontal en un plano de curvas de nivel.

En la Imagen 1 se muestra un ejemplo de un terreno en 3D: el terreno de partida y el resultado de una explanación horizontal. La resolución gráfica se llevará a cabo en el plano topográfico (2D) en el sistema de planos acotados.

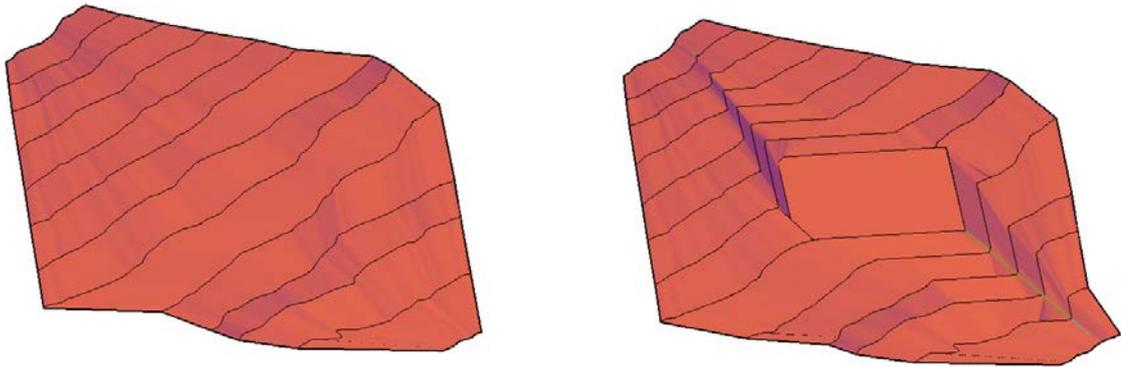


Imagen 1. Terreno original en 3D antes y después de realizar explanación horizontal

2 Introducción

Una de las aplicaciones más comunes en ingeniería y en arquitectura del sistema de planos acotados es la resolución gráfica de una explanación. Los casos más típicos donde se plantea la realización de explanaciones son en parcelas donde se desea instalar explotaciones industriales o agrícolas, y el trazado y construcción de caminos, carreteras, o presas.

Una explanación horizontal está compuesta por un plano horizontal, que se obtiene a partir de la transformación del terreno natural mediante movimientos de tierras. Aunque pueden ser muy variadas las formas del terreno y la geometría de una explanación, el procedimiento que se describe es el mismo en todos los casos.

Este procedimiento de cálculo gráfico se aplicará a un ejemplo concreto, si bien es el mismo sea cual sea la forma geométrica de la explanación.

3 Objetivos

Una vez que el alumno lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Identificar los datos de partida necesarios para realizar una explanación horizontal.
- Identificar puntos de paso en una explanación horizontal
- Trazar taludes de desmonte y terraplén para realizar explanación horizontal
- Delimitar el contorno del movimiento de tierras en una explanación horizontal

4 Desarrollo

Conocimientos previos básicos del sistema de planos acotados:

- Intervalo, módulo o talud, pendiente, de una recta
- Representación del plano

El punto de partida son los datos de que se dispone (Imagen 2): el plano topográfico del terreno, la situación de la explanación (dada por su contorno), su cota una vez realizada, y los taludes o inclinaciones de los planos de desmonte y terraplén que se trazarán.

Es importante ser ordenados. Los pasos en que se ha dividido el procedimiento son:

1. Identificación de los puntos de paso
2. Trazado de los planos de desmonte y terraplén
3. Obtención de la intersección de estos planos con el terreno, lo cual nos da el contorno del movimiento de tierras a realizar

4.1 Enunciado del problema

Dado el plano topográfico a E 1/500 (Imagen 2), se desea realizar una explanación horizontal a cota 50 m, cuyo contorno es el de la figura. Los desmontes tendrán una pendiente 1/1 y los terraplenes 1/2.

Los datos son:

- El plano topográfico, a E 1/500 con equidistancia 2 m entre curvas de nivel
- El contorno de la plataforma, y su cota, que será de 50 m
- Las pendientes (o taludes) de los planos de desmonte (1/1) y terraplén (1/2)

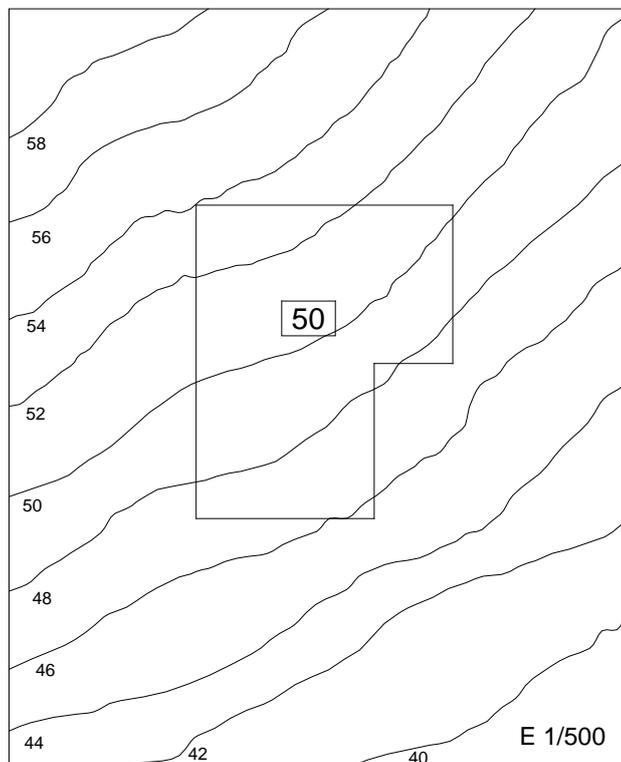


Imagen 2. Plano topográfico de partida, con el contorno de la explanación a realizar

4.2 Identificación de los puntos de paso

Es muy sencillo. Según se observa en la Imagen 3, la línea de paso es la curva de nivel cuya cota es la misma que la cota final de la explanación (en este caso, la curva de cota 50). Por tanto, en esta línea no hay que realizar ni desmontes ni terraplenes (ya se encuentra a la cota deseada). Ella nos delimita qué zona/s serán de desmonte y qué zona/s de terraplén.

De la misma forma, hay que localizar y señalar en el plano los puntos de paso (en el contorno de la plataforma).

En este ejemplo tenemos una línea de paso y dos puntos de paso. En la parte de arriba de la misma habrá desmonte (dado que las cotas del terreno son superiores a 50), mientras que en la parte de abajo, habrá que realizar terraplén (para así llegar hasta la cota 50).

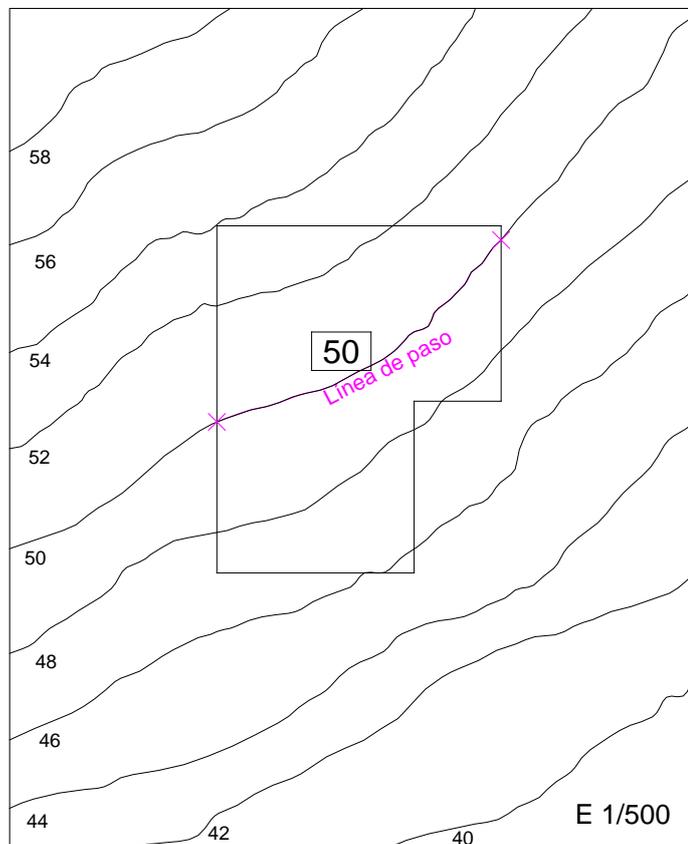


Imagen 3. Localización de los puntos de paso en el borde de la explanación

4.3 Trazado de los planos de desmonte y terraplén

Las líneas que definen los límites de la plataforma son ya horizontales de plano de los planos de desmonte y terraplén que se trazarán. Éstos se dibujarán apoyados en los bordes de la plataforma. Por tanto, sus líneas de máxima pendiente serán perpendiculares a los mismos.

IMPORTANTE: respetaremos la ud de altura del plano con el que estamos trabajando. Es decir, dado que en este plano la ud de altura (equidistancia) es 2 m, los planos que tracemos también llevarán esta misma equidistancia.

4.3.1 Zona de desmante: Planos de desmante y su intersección con el terreno

Calculemos el intervalo de los planos de desmante: si la pendiente es 1/1, por cada metro en proyección, se sube 1 m. Como la ud de altura de este plano es 2m, para subir 2 m de altura, avanzamos 2 m en proyección. Este es el intervalo, que para dibujarlo en el plano a E 1/500 resulta ser de 4 mm.

Dado que en la zona de desmante hay 3 segmentos rectos, dibujaremos 3 planos de desmante apoyados en los mismos (Imagen 4a). Como la explanación es horizontal, el borde de la misma ya es la horizontal 50 del plano. Y trazamos las siguientes horizontales en sentido ascendente y paralelas a ella (la 52, la 54, la 56, ...), con el intervalo calculado.

¿CUÁNTAS HORIZONTALES DE PLANO DIBUJAMOS?

No debe preocuparnos. Hasta que no hagamos el siguiente paso no lo sabremos. Si sobran las borraremos y si faltan añadiremos.

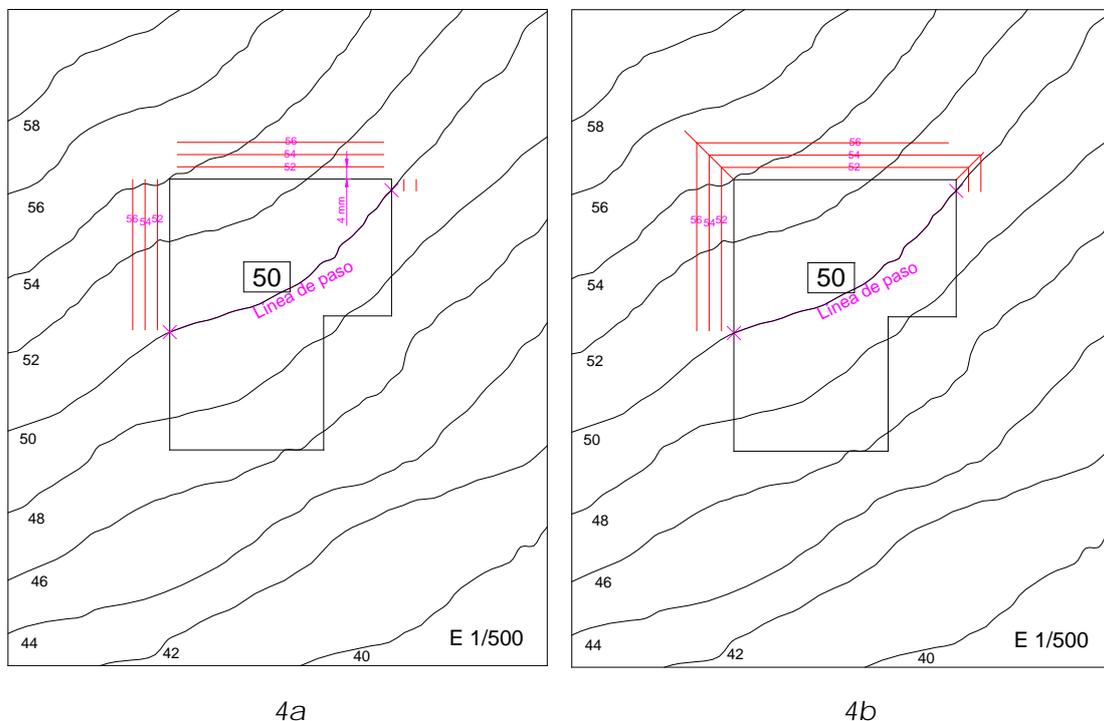


Imagen 4. Trazado de los planos de desmante (4a) y de las intersecciones entre los mismos (4b)

IMPORTANTE: DIBUJAR LAS INTERSECCIONES ENTRE ESTOS PLANOS

(véase Imagen 4b).

Y COMPLETAR (O RECORTAR) LOS PLANOS HASTA SU INTERSECCIÓN.

El tercer paso y último consiste en hallar la intersección de estos planos dibujados con el terreno. Para ello:

- Primero, en la Imagen 5 se han dibujado puntos en donde hay intersección, que es donde coincide cada horizontal de plano con la curva de su misma cota (curva 52 con horizontal de plano 52, curva 54 con horizontal 54, ...)
- Y después, arrancando en los puntos de paso (que realmente son curva 50 con horizontal 50), trazamos una línea (a mano alzada si se dibuja con lápiz) que va uniendo todos estos puntos. Esta línea delimita el perímetro de la zona de desmonte

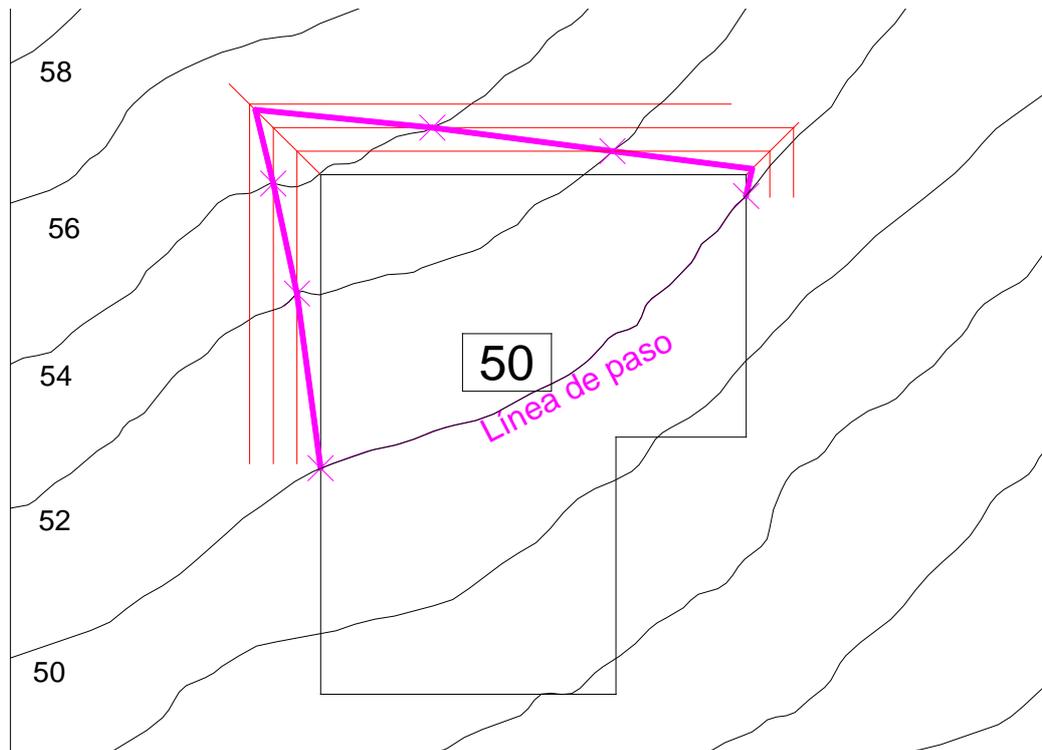


Imagen 5. Obtención del perímetro de la zona de desmonte

4.3.2 Zona de terraplén: Planos de terraplén y su intersección con el terreno

Procederemos de igual forma con los terraplenes.

Calculemos el intervalo de los planos de terraplén: si la pendiente es $1/2$, por cada 2 m en proyección, se sube 1 m. Como la ud de altura de este plano es 2m, para subir 2 m de altura, avanzamos 4 m en proyección. Este es el intervalo 4 m), que para dibujarlo en el plano a E 1/500 resulta ser de 8 mm.

Como en la zona de desmonte hay 5 segmentos rectos, hay que dibujar 5 planos de terraplén apoyados en los mismos (Imagen 6a).

Al ser explanación horizontal, el borde de la plataforma ya es la horizontal 50 del plano de terraplén, y trazamos las demás horizontales en sentido descendente y paralelas a la misma (48, 46, 44, ...).

A continuación, dibujamos las intersecciones entre estos planos de terraplén (Imagen 6b), y completamos o recortamos los planos hasta estas intersecciones.

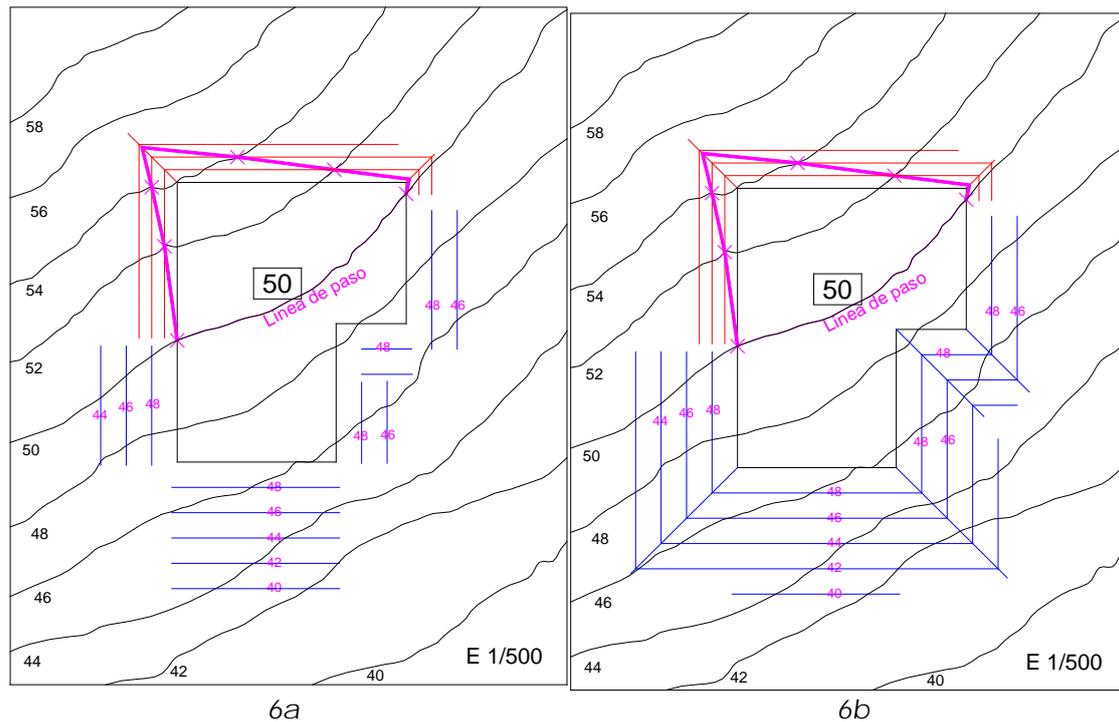


Imagen 6. Trazado de los planos de terraplén (6a) y de las intersecciones entre los mismos (6b)

Por último, hallamos la intersección entre los planos de terraplén y el terreno, igual que en el apartado 4.3.1 para el desmonte, obteniendo así el contorno de la zona de terraplén (Imagen 7).

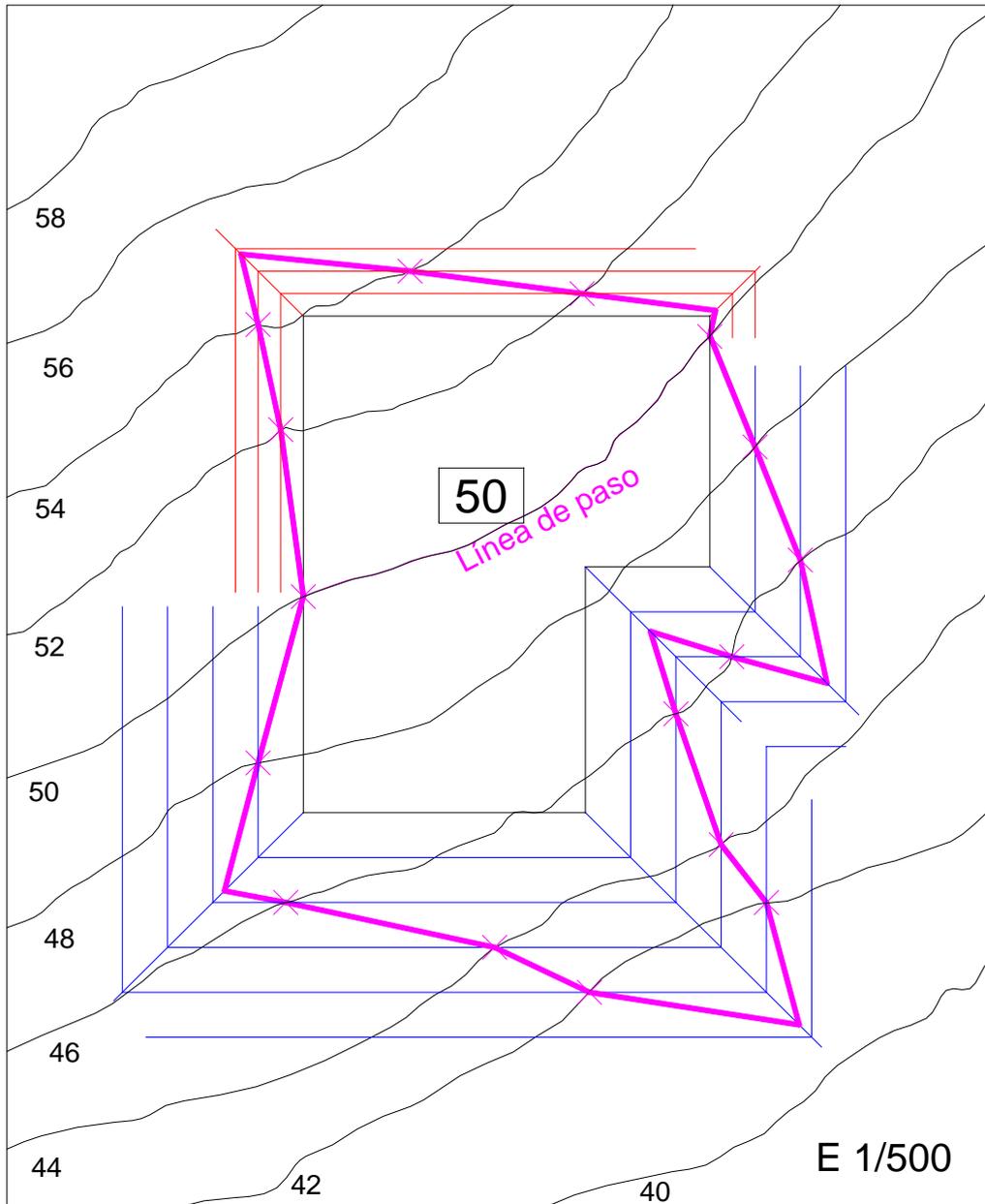


Imagen 7. Obtención del perímetro de la zona de terraplén

Para terminar, hay que borrar todas las líneas que de los planos que hayan quedado fuera del perímetro de la explanación, de forma que fuera de dicho perímetro queda el terreno original y dentro quedan los planos de desmonte y terraplén y la plataforma (véase el resultado final en la Imagen 8).

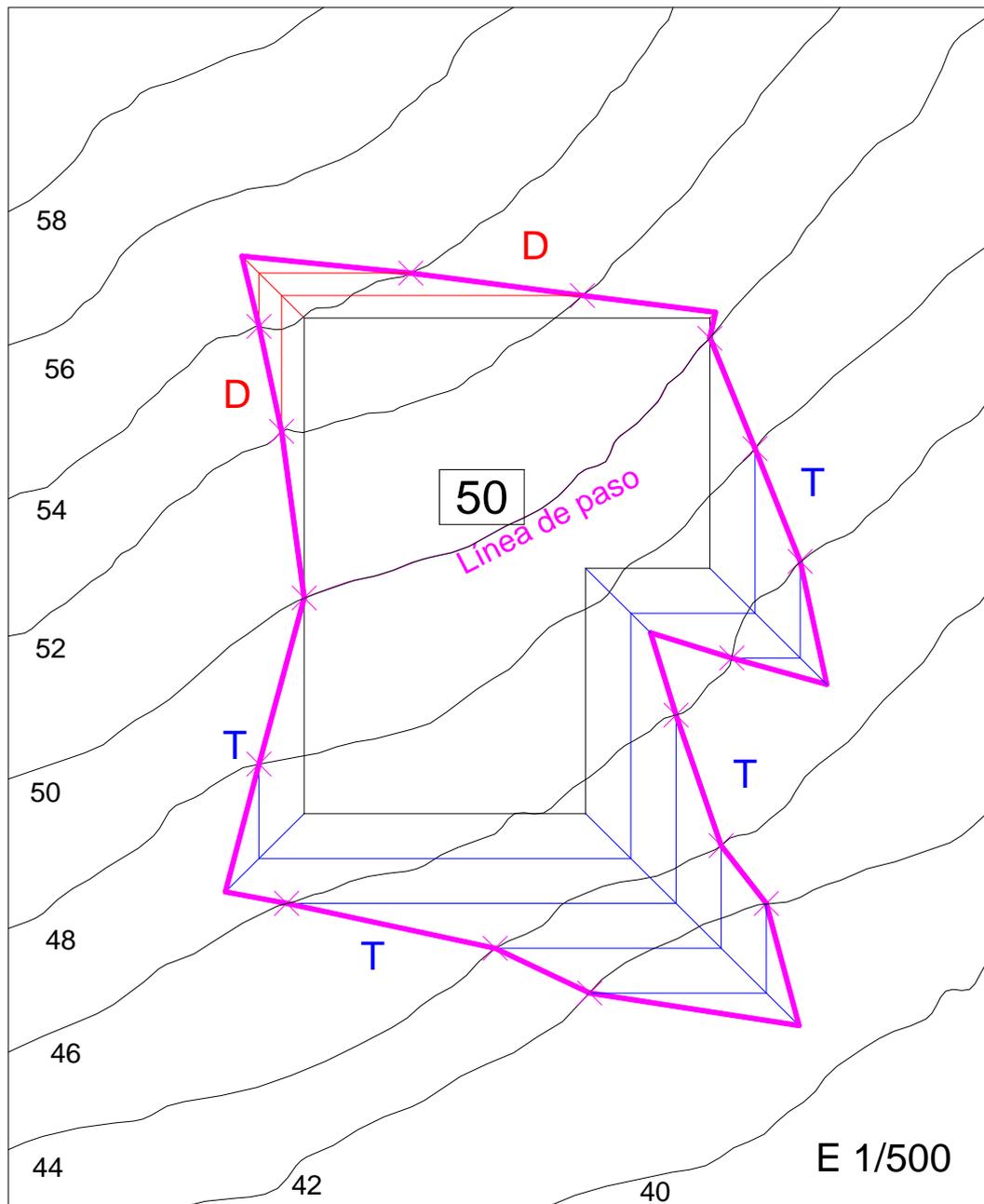


Imagen 8. Resultado final de la explanación

5 Cierre

En este artículo hemos visto cómo calcular y resolver gráficamente una explanación a cota constante (horizontal).

Dos cuestiones para finalizar:

Para ser precisos, habría que eliminar las curvas de nivel dentro de la zona de movimiento de tierras, pues en ella quedan ahora sustituidas por los taludes de desmote y terraplén, y la plataforma (como se observa en la Imagen 9).

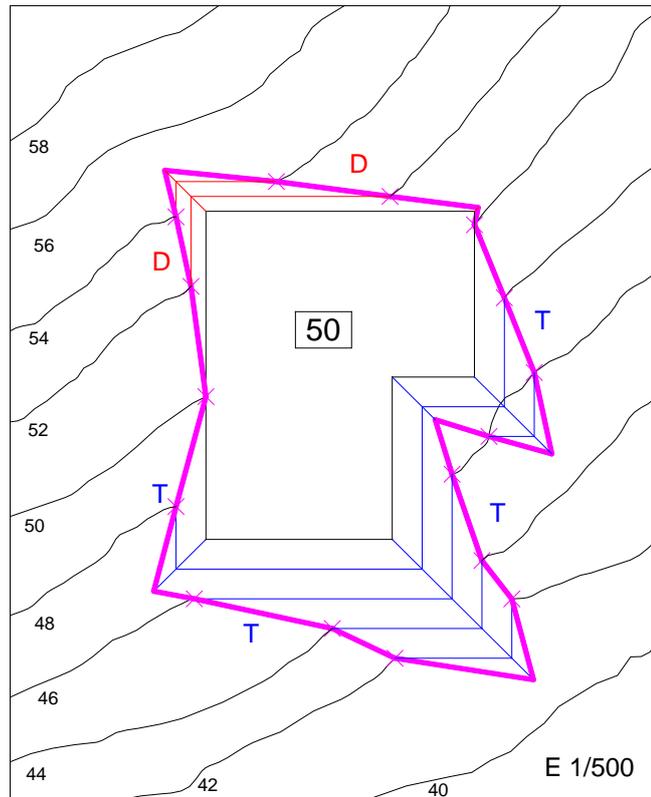


Imagen 9. Resultado final de la explanación con curvas de nivel recortadas

Si la plataforma constara de algún segmento curvo, en lugar de obtener un plano de desmonte o terraplén, habría que dibujar un tronco de cono (con el intervalo calculado), a base de arcos concéntricos. Véase el ejemplo de la Imagen 10 en la cual el borde inferior se ha realizado curvo en lugar de recto.

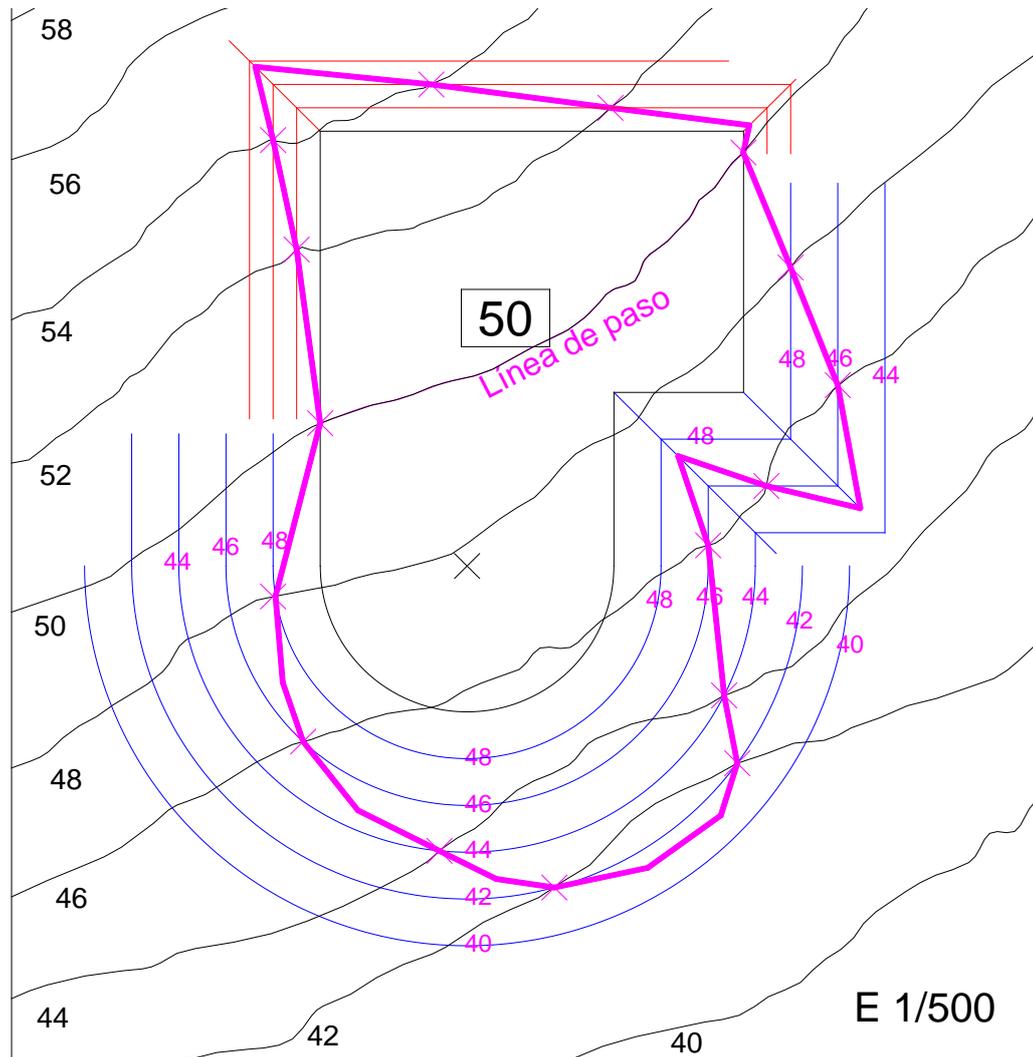


Imagen 10. Explanación horizontal con tramo curvo

6 Bibliografía

6.1 Libros:

Collado, V.: "Sistema de planos acotados. Sus aplicaciones en ingeniería". Ed. Tébar Flores, 1988.

Díaz, R.: "Geometría descriptiva. Sistema acotado: aplicaciones", Ed. Universitat Politècnica de València, 2015.