## Introducción

Vamos a comenzar una nueva etapa en la redacción de las fichas de patología, enfocándolas a supuestos prácticos que ponen de manifiesto patologías tratadas de forma general en fichas anteriores.

En esta ficha trataremos los problemas que puede presentar una edificación ubicada en ladera con una pendiente pronunciada. El caso que vamos a exponer trata de una vivienda unifamiliar situada en una parcela con pendiente del terreno superior al 15% y cuyo perfil litológico está compuesto por unos depósitos coluviales a los que le sigue un estrato rocoso.

## ANTECEDENTES

La pendiente de la parcela en la que se emplazaba la edificación se encontraba entre 15º y 40º, debido a esto, para suavizar la pendiente topográfica, se había previsto construir un muro de contención en la parte superior y un muro de escollera en la parte inferior de la parcela.

El perfil litológico del terreno de influencia de la parcela donde se ubicaba la vivienda estaba compuesto por:

- una amplia cobertera vegetal de unos 25 cm de espesor, ya que la zona presentaba un clima húmedo, siendo la escorrentía superficial importante, favorecida por las pendientes del terreno. El drenaje se realizaba generalmente tan sólo por escorrentía.

- con una profundidad máxima de unos 2.5 m, aparecían depósitos coluviales, formados por arcillas de baja plasticidad y arenas limosas, que son suelos formados por alteración del sustrato rocoso (materiales paleozoicos y terciarios) que son transportados por gravedad, favorecido por la pendiente natural del terreno. En este caso el coluvión proviene de la meteorización superficial de materiales de naturaleza litológica arcillo-arenosa y con ciertos horizontes de areniscas y calizas; presentaba un bajo grado de cementación debido a fenómenos de disolución y precipitación por medio de las aguas superficiales.

- sustrato rocoso, a partir de los 2.5 m, aproximadamente, formado por calizas y arenisca.

No se localizó nivel freático, según el estudio geotécnico. Este tipo de terreno puede dar origen a una intensa circulación de aguas superficiales y/o subterráneas, indicándose en este caso, que el drenaje se realizaba fundamentalmente por escorrentía superficial.

Se proyectó un sistema de cimentación por zapatas y para evitar la desestabilización de la ladera se recomendó el apoyo de éstas en el sustrato rocoso.

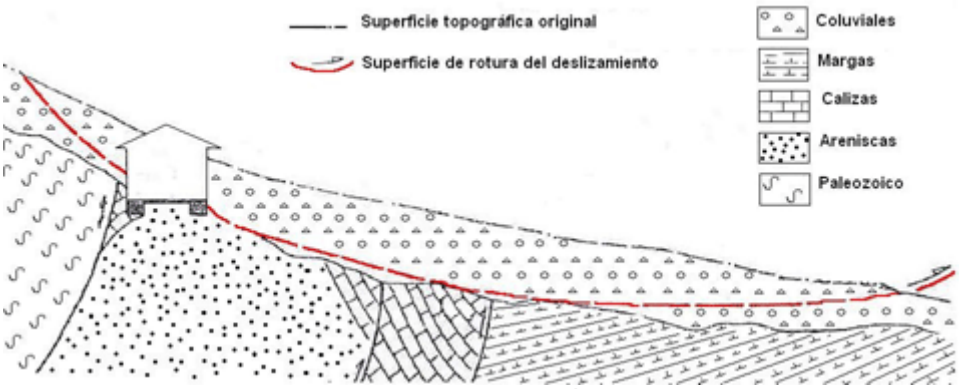


Fig. 1.- Corte geológico


© ASEFA, S.A. Seguros y Reaseguros

## Descripción de los daños

De forma general, y con lo condicionantes anteriormente comentados, el terreno puede sufrir un desplazamiento o deslizamiento y consecuentemente, si no se proyecta la edificación adoptando las medidas necesarias, pueden manifestarse los siguientes daños:

· El terreno quedaría afectado por grietas debido al deslizamiento (también las calzadas o carreteras) pudiendo llegar a producirse la rotura y el hundimiento del mismo.

· La edificación se vería afectada por posibles asientos en la cimentación, que provocaría elevados momentos en pilares y vigas. Debido al corrimiento de las tierras los pilares se verían sometidos a elevados momentos y cortantes y las soleras se agrietarían. En los cerramientos surgirían fisuras en diagonal.

· Los muros de cerramiento de la parcela se verían afectados por grietas en las zonas más afectadas.

Para el caso particular de la vivienda unifamiliar que nos ocupa el deslizamiento del terreno que se produjo originó:

- el movimiento y riesgo de caída de un muro de contención colindante

- el arrastre de dos taludes que se habían construido a dos alturas diferentes, bajando el nivel de tierras de la parte superior aproximadamente 1 metro de altura

- el talud de escollera más alejado del frente de deslizamiento también sufrió un ligero desplazamiento horizontal. Debido a la rotura y hundimiento del terreno que afectó a la parte superior de la parcela se produjo la ruina de la escollera.

- en el muro de hormigón de cierre de la parcela apareció una grieta, que iba en aumento con el paso del tiempo.

Hemos de comentar en este punto que ya que la cimentación apoyaba en el sustrato rocoso no se produjeron asientos de la misma ni mayores consecuencias en la edificación.

*Fig. 2.- Vista del deslizamiento y los daños producidos*


© ASEFA, S.A. Seguros y Reaseguros

## Origen de los daños

La zona donde se ubicaba la edificación era un área problemática por el riesgo de inestabilidad, ya que el tipo de terreno predominante, de tipo coluvial, que ya hemos definido, al ser sedimentos detríticos son propicios a los deslizamientos y presentaba riesgos en zonas puntuales por movimientos de laderas, reptaciones y deslizamientos activos (rotacionales) del recubrimiento (ver ficha de patología nº 21) además de presentar el terreno unas pendientes acusadas. Esto se agravaba aún más por la alteración del equilibrio natural del terreno, debido a las obras de movimientos de tierras a que se exponen durante la ejecución. Podrían producirse además coladas, debido al efecto fluidificante del agua sobre las fracciones arcillo-limosas del coluvión.

En el caso objeto de análisis, además de estas causas se ha producido el desequilibrio del terreno a causa de la modificación de su perfil original y la acción de un escape de agua de la red de desagües:

- Los movimientos de tierra de la urbanización exterior produjeron una modificación del perfil original del terreno superponiendo tierras y escolleras, alterando el equilibrio original del mismo, que ya era precario.

- Además, se sumó el error en la construcción de una arqueta de la red de desagües de la parte superior de la parcela, que produjo un vertido masivo de agua de lluvia que se filtró en el terreno y que rompió el equilibrio de fuerzas en el terreno produciendo el deslizamiento rotacional de una zona.

De forma general, los factores que condicionan o influyen en estos movimientos del terreno podrían ser:

· las sobrecargas (las edificaciones) que incrementan el peso del coluvión, llegando a superar la capacidad portante del terreno original

· la saturación del suelo por la infiltración del agua de lluvia, en especial cuando las construcciones modifican el drenaje natural, lo que implica un aumento del peso propio del depósito, hace disminuir el ángulo de rozamiento interno y su cohesión.

· movimientos de terreno por actividad sísmica de la zona

## Prevención de daños

Principalmente la cimentación deberá apoyarse en el sustrato rocoso, y no sobre el coluvión, para evitar el riesgo de desestabilización del equilibrio natural de la ladera; al ser éste el estrato donde la capacidad portante alcanza valores superiores se puede ejecutar entonces una cimentación de tipo superficial (zapatas). La base de cimentación debe ser horizontal e ir atada en los dos sentidos.

De forma general en los casos de edificaciones en ladera también pueden realizarse cimentaciones de tipo profundo, pero siempre se tendrán en cuenta las inestabilidades que pueden ocasionar los taludes, y en caso de que exista nivel freático, la posible entrada de agua al interior, etc (una solución podría ser realizar muros pantalla perimetrales antes del vaciado, aunque para el caso de una vivienda unifamiliar parece una solución muy costosa).

En el caso que nos ocupa, para suavizar la pendiente topográfica, se construiría una escollera a lo largo de la vertiente sur de la parcela, anclada al terreno en la parte inferior y reforzada con hormigón en la cabecera.

Debe preverse la corrección del deslizamiento para que el nivel de seguridad de la estabilidad terreno sea la adecuada, para lo cual pueden emplearse diversas técnicas, algunas de ellas podrían ser:


© ASEFA, S.A. Seguros y Reaseguros

- la inclusión de elementos estructurales de inercia pequeña que atraviesan la superficie que se ha deslizado y cosiendo así el terreno desplazado al terreno que es estable (se denominan pasadores). De esta forma, el conjunto forma una estructura de contención capaz de soportar los esfuerzos movilizados en los movimientos de ladera. Estos pasadores se suelen atar mediante vigas o muros en cabeza anclándolos y haciéndolos trabajar solidariamente.
Los pasadores pueden ser: pilotes de hormigón armado, pantallas de hormigón armado, perfiles hincados (también raíles de tren), bulones, micropilotes... Conocida la fuerza de contención necesaria y la capacidad de cada uno de los pasadores, se estimaría el tipo de pasador a emplear, el número necesario y su disposición.

Deberá tenerse en cuenta la ejecución de una arqueta de recogida de aguas de drenaje del muro y cuidar especialmente la ejecución de las instalaciones de saneamiento, recogida de agua de drenaje, piscinas, u otras, para evitar fallos en las mismas que supongan un aporte extra de agua al terreno.

## Reparación de daños

En esta ocasión primeramente se debería actuar sobre la arqueta que causó la fuga de agua de la red de desagüe, procediendo a su recálculo y reparación.

Para evitar nuevos deslizamientos pueden emplearse las técnicas de corrección de deslizamientos comentadas en el apartado anterior.

## Conclusión

Como ya hemos comentado en muchas ocasiones para evitar daños en las edificaciones, que podrían llevar a la ruina del edificio, es imprescindible realizar un estudio geotécnico completo previo al proyecto, donde se determinen las características geológicas y geotécnicas del terreno de apoyo de la cimentación y de la zona de influencia de nuestra edificación. También es necesario un estudio adecuado adaptado a las condiciones del suelo y la adopción de las medidas adecuadas de prevención frente a los deslizamientos (distancias suficientes, etc.).


© ASEFA, S.A. Seguros y Reaseguros