

RECIENTES INTERVENCIONES EN MONUMENTOS EN ESPAÑA

(A REVIEW OF RECENT SPANISH INTERVENTIONS IN MONUMENTS)

José M^a Rodríguez Ortiz, Dr. Ingeniero de Caminos

Pilar R. Monteverde, Arquitecto. Asesor de la Fundación Cultural COAM y Ana M^a García Gamallo, Arquitecto

Dpto. Estructuras de Edificación, E.T.S. Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid

ESPAÑA

Fecha de recepción: 30-X-96

128-70

RESUMEN

Se describen una serie de ejemplos referentes a las actuaciones en la reparación y conservación de edificios históricos y monumentos. Los casos incluyen recalces de iglesias, muros y puentes, obras de drenaje, asentamientos con problemas de deslizamientos de laderas o reptaciones y finalmente modificaciones estructurales por cambios de uso en los edificios antiguos. Las técnicas que se emplean con más frecuencia son micropilotes, jet-grouting, inyecciones químicas o de lechada de cemento, además de emplear barras cementadas como refuerzo estructural.

SUMMARY

The paper describes a number of examples collected from Spanish practice in the repair and conservation of historic buildings and monuments. The cases include underpinning of churches, walls and bridges, drainage works in damaged buildings, sites subjected to rock slides or creep slope movements and some structural modifications for new uses in ancient buildings. The most frequently used techniques are micropiles, jet-grouting, and chemical or cement grouting, as well as structural strengthening through cemented bars.

1. Introducción

Las actuaciones sobre edificios históricos y monumentos son habituales e incluyen intervenciones de muy distinta magnitud, que, con frecuencia, no se reseñan en las diferentes publicaciones técnicas. Sin embargo, muchos de estos casos pueden servir como ejemplos interesantes de las soluciones adoptadas en este ámbito.

Se describen, a continuación, algunos ejemplos de las actuaciones realizadas en España, y que cubren un amplio espectro, tanto de tipos de edificios como de sus patologías.

2. Recalces

La mayoría de las intervenciones suponen el refuerzo, mediante recalces, de las cimentaciones de los edificios o de sus estructuras, incluyendo con frecuencia, también, el

refuerzo de muros o pilares con barras cementadas, normalmente perforaciones de ϕ 32 mm, armadas con barras de ϕ 20 mm, formando una celosía tridimensional. A menudo, se emplean tendones de acero para atirantar muros opuestos con problemas de giro, o para absorber los empujes de arcos y bóvedas cuyos estribos ceden, siendo preferibles las barras de acero roscadas a los cables anclados.

El método de recalce más utilizado son los micropilotes, con diámetro de perforación entre 100 y 150 mm (excepcionalmente hasta 250 mm) y armados con 2-3 barras (ϕ 25-32 mm) o con tubos de acero (de 65 a 90 mm de diámetro exterior y de 5 a 10 mm de espesor de pared). En algunos casos, el tubo de acero permite una inyección discontinua a presión del fuste del pilote.

El método de jet-grouting está experimentando un gran incremento en su utilización en obras de recalce, a pesar de que puede presentar algún problema, debido al riesgo de

colapso en rellenos o sedimentos no consolidados, por la alta presión de la lechada de inyección.

Con frecuencia pueden aparecer inestabilidades en zonas próximas a los edificios, ya sea en el entorno de excavaciones o por cambios de geometría en taludes, tanto naturales como artificiales. En otros casos, enterramientos cerca o incluso por debajo del nivel de las cimentaciones existentes, han originado los consiguientes asientos.

A continuación se muestran diferentes intervenciones en obras de recalce:

a) Iglesia de San Jerónimo el Real (Madrid)

Se trata de una iglesia del siglo XVI, una de las más antiguas de Madrid y cuya cimentación es de zapatas de mampostería tradicional sobre un encachado de grava de pedernal. El terreno sobre el que se apoya es de arcilla arenosa y tiene una buena capacidad portante. La iglesia fue renovada en 1884, añadiéndole una portada neo-gótica y una grandiosa escalinata. Posteriormente, la portada se inclinó hacia el exterior, apareciendo importantes fisuras en el encuentro con la fábrica antigua, pudiendo ser debido

a las nuevas cargas excéntricas, así como unas excavaciones realizadas en la parte inferior del talud. La Figura 1 muestra el recalce de la portada de la iglesia junto con el refuerzo del muro con barras cementadas.

b) Iglesia de San Hipólito, Támara de Campos (Palencia)

La construcción de esta iglesia comenzó en 1334, aunque gran parte del edificio data de los siglos XV y XVI. La torre original se desmoronó en 1568 sobre la iglesia, probablemente por movimientos de la ladera próxima. Estos movimientos transversales lentos de la ladera motivaron una reciente intervención, que consistió en el recalce y refuerzo de los pilares principales (Fig. 2). Algunas bóvedas y dos arbotantes del muro norte fueron atirantados.

c) Iglesia de Santa Eugenia, Bellver de Cerdaña

El campanario de esta pequeña iglesia sufrió una notable inclinación poniendo en peligro algunas casas del pueblo. Fue necesario realizar una intervención urgente, por la aparición de importantes grietas de desgarro en la nave. Se apuntaló la torre y posteriormente se recalzó con

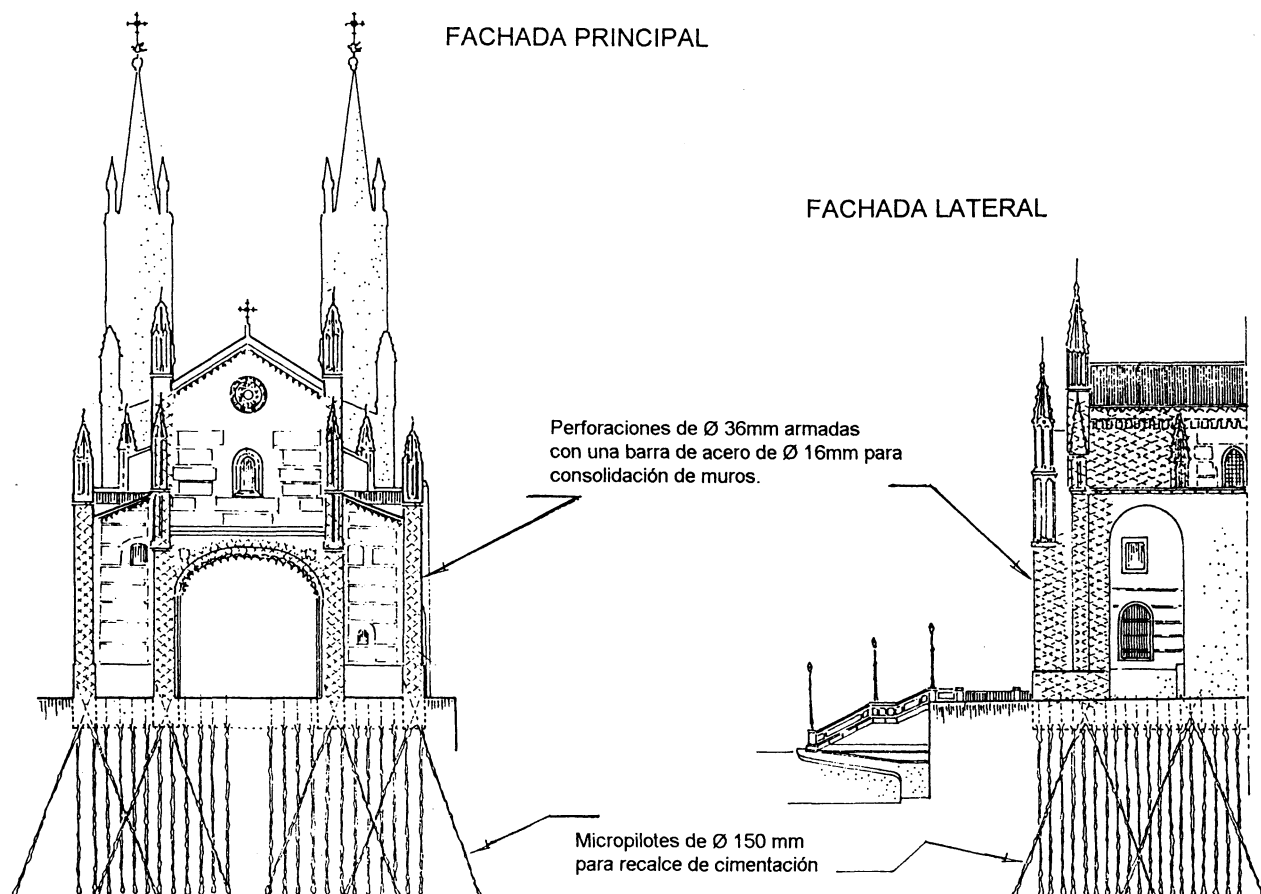


Fig. 1.- Recalce y refuerzo de la iglesia de San Jerónimo el Real.

micropilotes, restaurando la integridad de la fábrica con barras cementadas y reforzando el lado traccionado de la torre con barras de acero ancladas en la parte superior (Fig. 3).

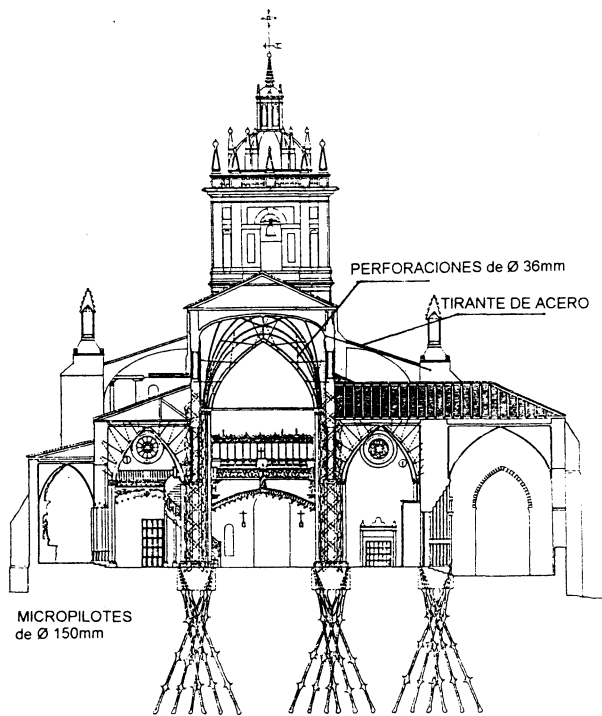


Fig. 2.- Iglesia de San Hipólito de Támara de Campos.

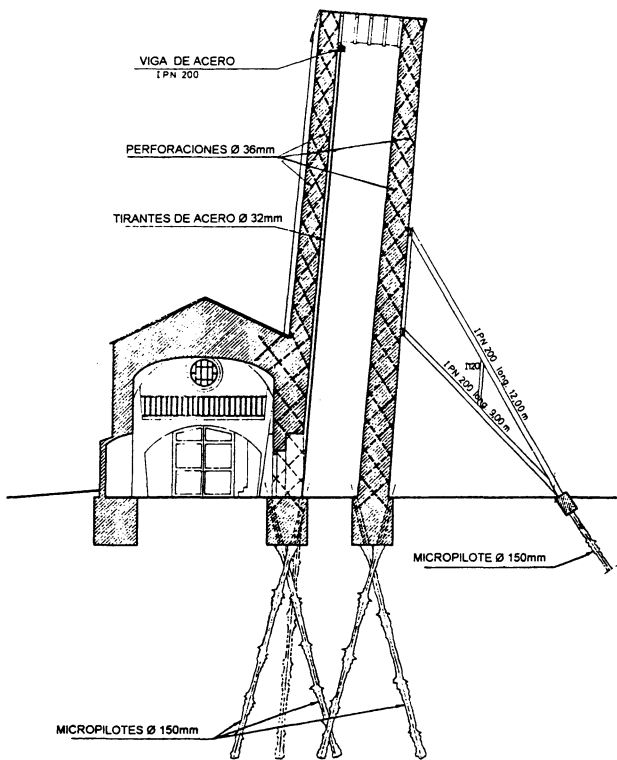


Fig. 3.- La torre inclinada de Santa Eugenia de Bellver de Cerdaña.

d) Plaza Mayor de Colmenar de Oreja (Madrid)

Esta hermosa plaza porticada fue construida en el siglo XVIII, ocupando uno de sus lados un antiguo valle que se niveló con un relleno de tierra. Las intensas lluvias y el fallo de la red de alcantarillado produjeron asentamientos importantes de los rellenos y, distorsiones en las cimentaciones superficiales de las columnas del lado de la plaza situado sobre relleno y, de los edificios adyacentes construidos hacia la parte inferior de la ladera.

La intervención consistió en el apuntalamiento del soportal, desmontaje de las columnas, encapsulado de las bases con hormigón y su posterior recalce con micropilotes, así como la reubicación de las columnas. Además, a través de los muros de mampostería, se colocaron micropilotes inclinados para estabilizar los edificios y consolidar la ladera (Fig. 4).

e) Palacio de las Torres, Tembleque (Toledo)

Este Palacio del siglo XVIII sufrió importantes daños por la degradación de los muros de adobe, el efecto de la lluvia y del agua subterránea, así como por su descuidado uso como edificio público. Los muros de la planta baja se reforzaron con barras cementadas y los principales muros portantes se recalzaron con micropilotes (Fig. 5).

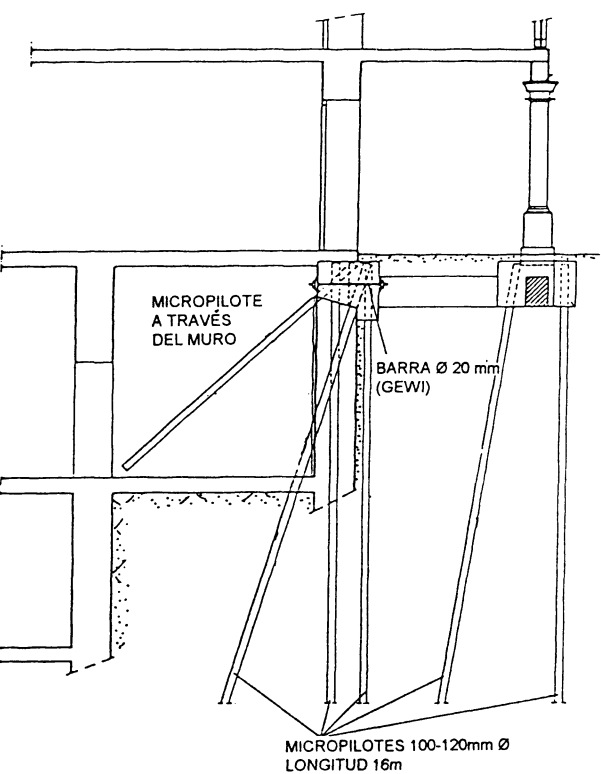


Fig. 4.- Sección de la intervención en la Plaza Mayor de Colmenar de Oreja.

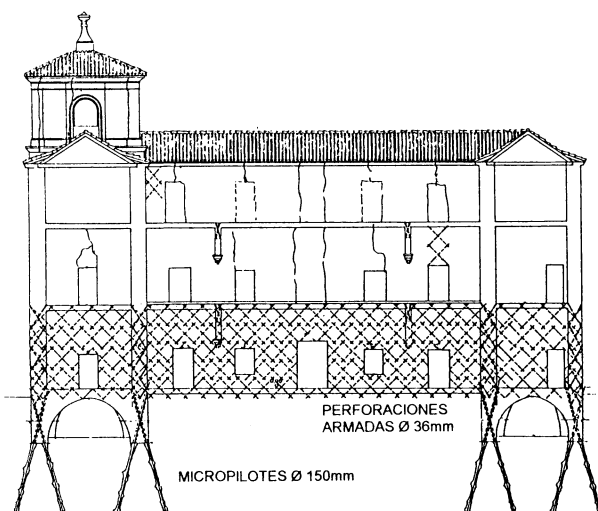


Fig. 5.- Refuerzo de los muros y recalce del Palacio de las Torres.

Intervenciones similares se hicieron en las iglesias de:

- Sant Andreu del Palomar (Barcelona), donde la fachada principal se inclinó hacia el exterior por influencia de las excavaciones próximas que se hicieron para renovar la red de saneamiento (Fig. 6).

- Iglesia parroquial de Cantalapiedra (Salamanca), construida en los siglos XIV y XV a base de ladrillo y mampostería, fue recalzada con micropilotes y atirantada en el arranque de las bóvedas principales (Fig. 7)

- La importante iglesia de Santa María de los Reyes, Grijalba (Burgos) presentaba graves distorsiones en los pilares situados entre la nave principal y la lateral, sobre todo en la zona del crucero. Se reforzaron los arcos con barras cementadas y los pilares se recalzaron.

- La Iglesia de Los Balbases (Burgos) presentaba el clásico problema de inclinación del ábside hacia el exterior, con grietas de desgarro en el muro de la nave, a pesar de la existencia de grandes contrafuertes. La continuidad de la fábrica se repuso con barras de acero de ϕ 30 mm cementadas y se recalzó el ábside con micropilotes de 100 mm de ϕ , situados dentro de perforaciones de 150 mm de ϕ y reforzados con 2 barras de ϕ 16 mm (Fig. 8).

- La iglesia de Dolerta en Leintz-Gatzaga (Guipúzcoa) presentaba grandes grietas verticales en los muros de sillería de las fachadas principal y lateral. Las fachadas dañadas se recalzaron con micropilotes (ϕ 150 mm, armados con tres barras de ϕ 16 mm) y las grietas se cosieron con barras cementadas (ϕ 36 mm, armado con una barra de ϕ 16 mm) (Fig. 9).

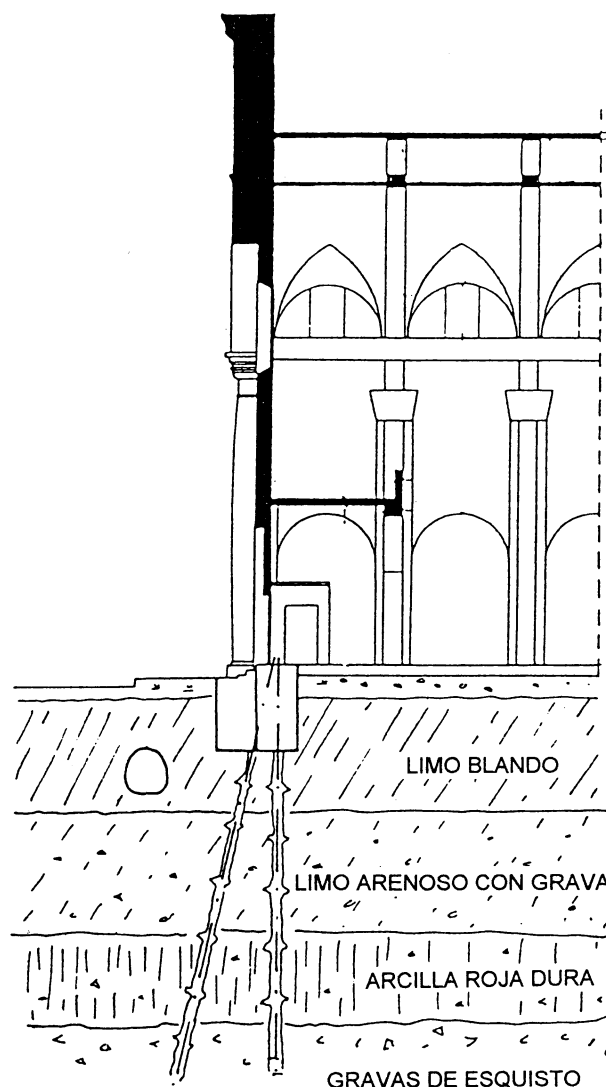


Fig. 6.- Recalce de la fachada de la iglesia de Sant Andreu del Palomar.

- El Monasterio de Santa M^a de Valpuesta (Burgos) se recalzó con micropilotes por los importantes asentamientos que presentaba debidos a la insuficiente capacidad portante de arcilla limosa blanda del terreno de apoyo. La investigación previa del edificio reveló que los pilotes de madera originales estaban podridos y la base de los muros seriamente degradada.

- Para recalzar los muros de la Iglesia de Lachar (Granada) se emplearon columnas de jet-grouting de 80 cm de diámetro, e inclinadas, para servir de superficie de apoyo de los muros. Sin embargo, para el recalce de los pilares centrales se utilizaron micropilotes, por el menor riesgo de asentamientos diferenciales que podía presentar durante la ejecución (Fig. 10)

El micropilotaje se utilizó también para mejorar la estabilidad de algunas pilas y estribos de puente, como

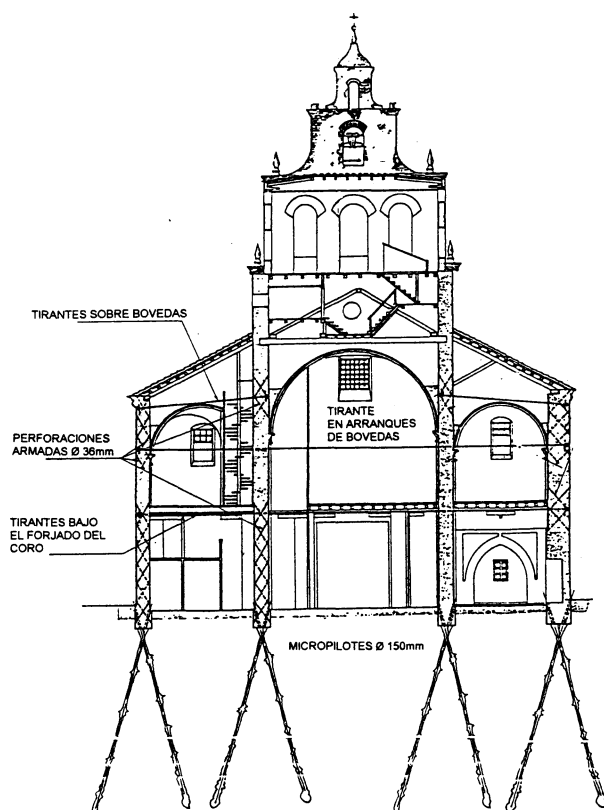


Fig. 7.- Actuación en la iglesia parroquial de Cantalapiedra.

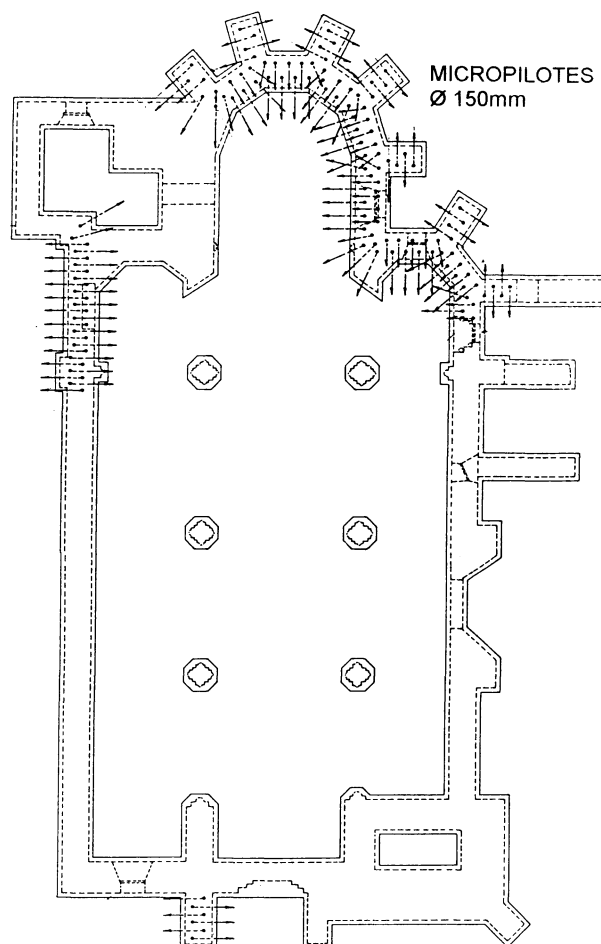


Fig. 8.- Plan del micropiloteaje de la iglesia de Los Balbases.

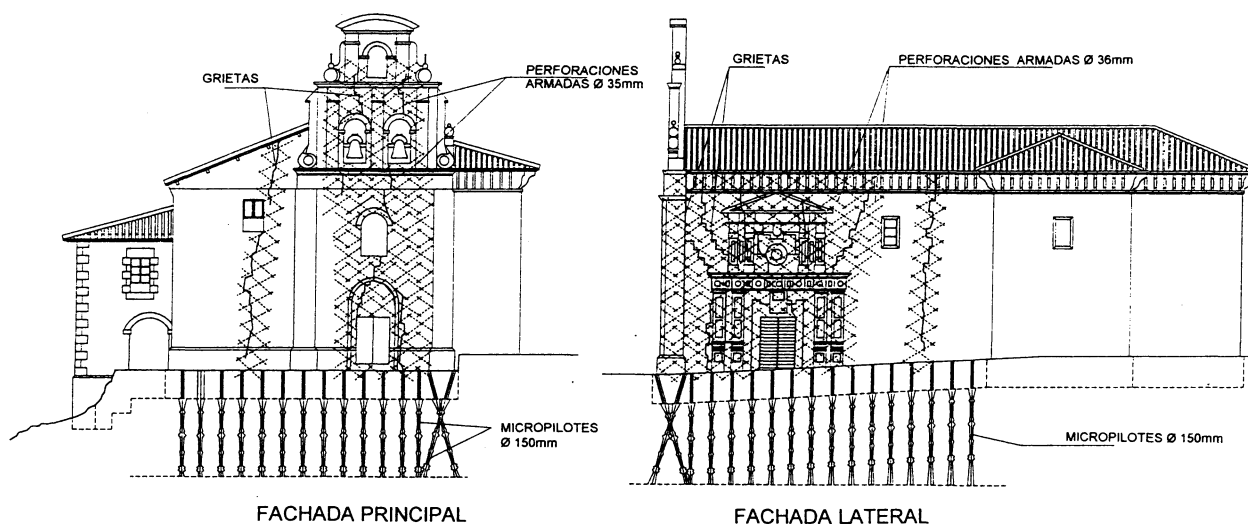


Fig. 9.- Actuación sobre la iglesia de Dolerta de Leintz-Gatzaga.

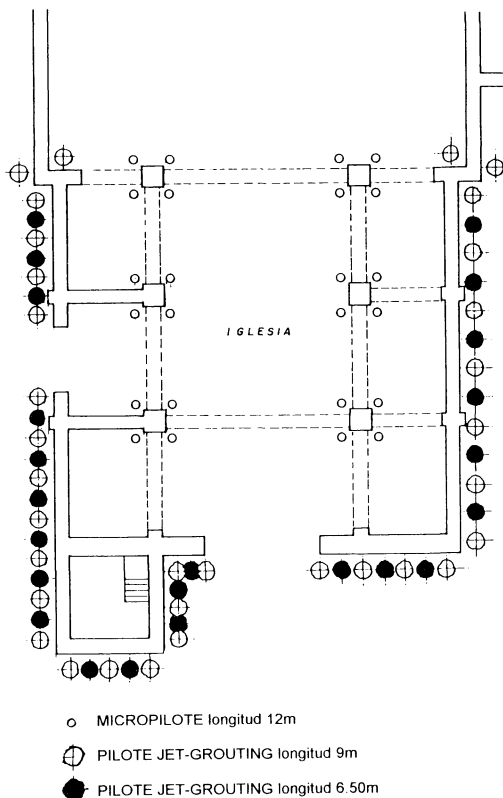


Fig. 10.- Recalce de la iglesia de Lachar.

puedan ser los de Tudela, sobre el río Ebro, Peralta, sobre el Arga o Cordovilla, sobre el Pisuerga. Las cimentaciones de estos puentes medievales son de pilotes de madera, coronados por un emparrillado de vigas de madera y grava, presentando problemas de socavación. Otros casos típicos son:

a) Puente románico sobre el Arga, en Puente la Reina (Navarra)

Las pilas medievales del puente, con cimentación superficial, presentaban una intensiva socavación. El recalce, por

micropilotes, de las pilas se ejecutó desde el tablero a través de las propias pilas, utilizando una entubación temporal para atravesar los ovals de la riada (Fig. 11).

b) Puente de Piedra en Zaragoza

Este importante puente había sido reparado en múltiples ocasiones y, en 1917, se le ensanchó el tablero con voladizos de hormigón. Con ello, se incrementó la carga sobre las pilas hasta alcanzar los 120 MN, un valor excesivo para este tipo de elementos. El lecho del río está formado por 12 a 17 m de arena floja y grava, sobre un estrato de margas yesíferas karstificadas de baja capacidad portante en su parte superior. La profundidad de socavación en la mayor avenida, se aproxima a la profundidad de los sedimentos flojos, poniendo al descubierto los pilotes de madera podridos.

La solución adoptada tiende a proteger las pilas de la socavación y mejorar las condiciones de la cimentación. Se llevó a cabo con una pantalla perimetral de columnas secantes de jet-grouting y la inyección, con una mezcla de cemento y cenizas volantes, de la zona interior bajo las pilas, realizada a través de tubos manguito (Fig. 12).

3. Refuerzo de murallas antiguas

Un número bastante elevado de murallas antiguas está en peligro por problemas de socavamiento de ríos, oleaje, subsidencia, degradación de la fábrica, excavaciones al pie, etc., a lo largo de todo el país.

La Fig. 13 muestra diferentes tipos de los clásicos daños observados en cubos de antiguas fortificaciones, elementos, por otra parte, bastante propensos a las inestabilidades y que han sido ya descritos por Rodríguez Ortiz (1988).

Las intervenciones más comunes en estos elementos incluyen recalces, refuerzo de la fábrica con barras cementadas, mejora de la estabilidad general con anclajes,

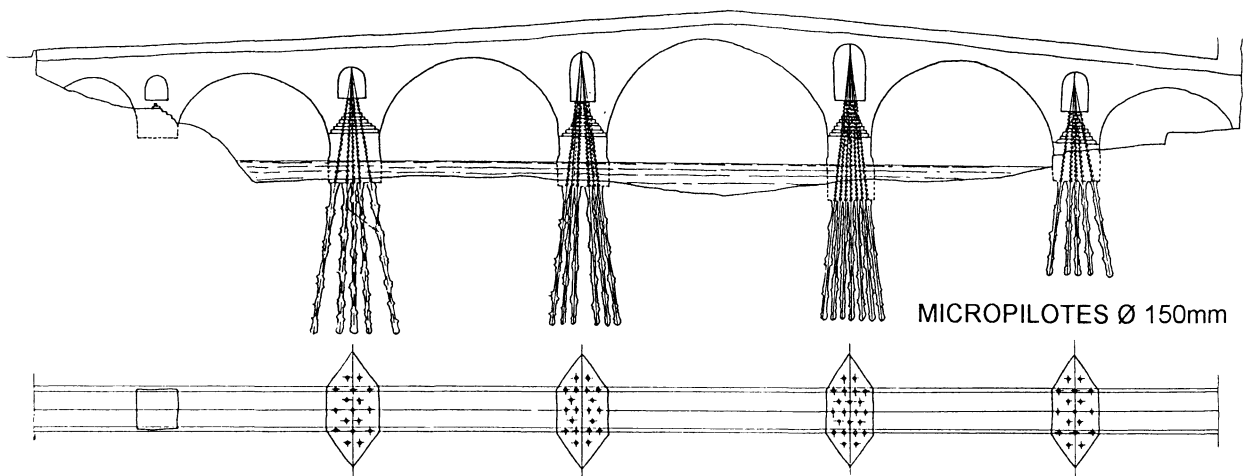


Fig. 11.- Puente sobre el río Arga, en Puente la Reina.

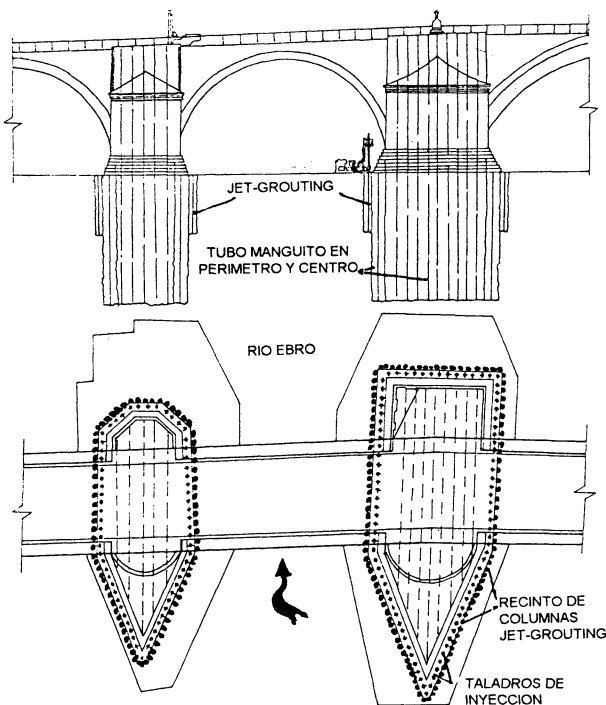


Fig. 12.- Actuación sobre el Puente de Piedra en Zaragoza.

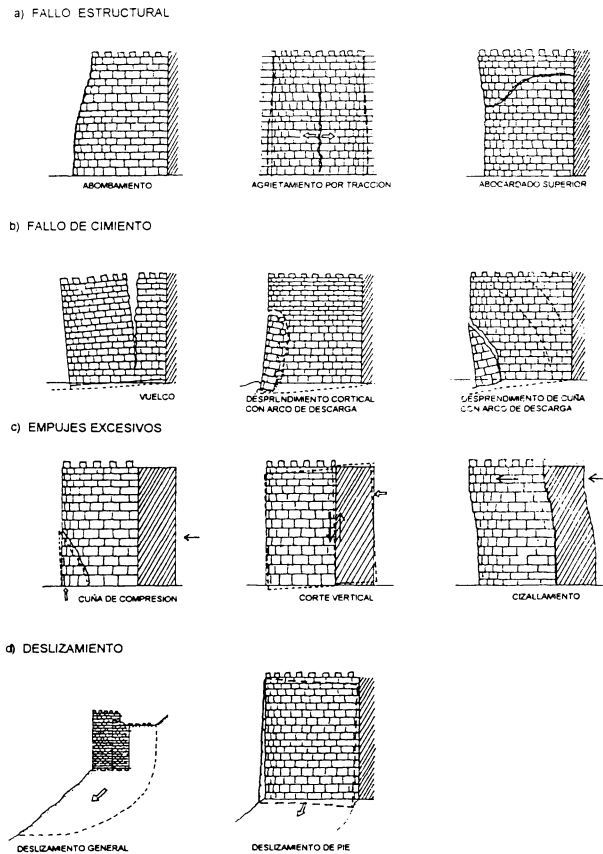


Fig. 13.- Fallos característicos de los cubos circulares de las murallas.

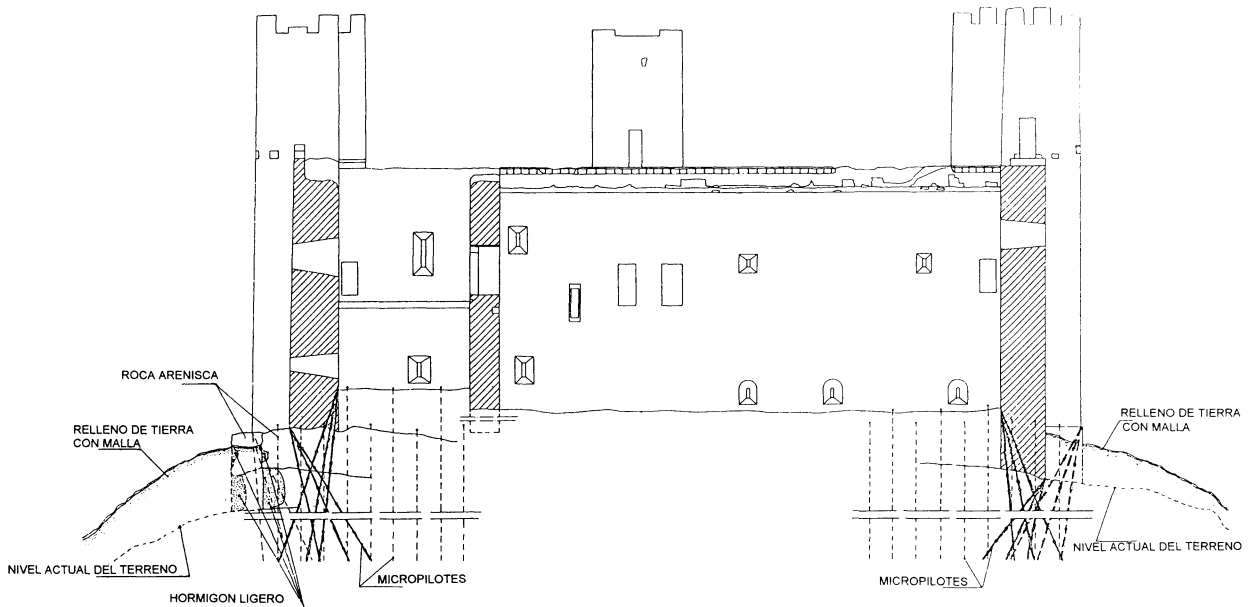


Fig. 14.- Actuación en el Castillo de Sádaba.

drenaje, etc... Como ejemplos de interés, se pueden citar los siguientes casos:

a) Castillo de Sádaba (Zaragoza)

El muro exterior del castillo peligraba por el progresivo descalce de la arenisca de apoyo de la cimentación. La

muralla se micropilotó y las cavidades de la roca se rellenaron con hormigón ligero. Además, alrededor del castillo se colocó una capa de relleno de tierra reforzada con una malla, elevando el nivel actual del terreno en la zona de apoyo de la cimentación, para protegerla y reducir los efectos climáticos (Fig. 14)

b) Murallas de Galisteo (Cáceres)

Se trata de una muralla de mampostería de canto rodado que mostraba giros y daños en la fábrica. Los muros se reforzaron con barras cementadas y se prefirió inyectar lechada de cemento en el terreno, en lugar de colocar micropilotes, dada la fragilidad de la cimentación incapaz de admitir la inclusión de un elemento tan rígido como es el micropilote.

c) Murallas de Segovia

Esta hermosa muralla muestra un deterioro importante, sobre todo en los puntos en que fluye o se infiltra el agua, causado por la erosión interna de las capas areno-limosas, así como el deslizamiento de la ladera. En este caso, las intervenciones planificadas están sin ejecutar.

d) Otros casos

Romana e Izquierdo (1987) describieron la consolidación del acantilado rocoso coronado por el Castillo de Denia. Las cuñas de roca inestables se cosieron con bulones de acero y se cubrieron con hormigón proyectado coloreado y reforzado con una malla.

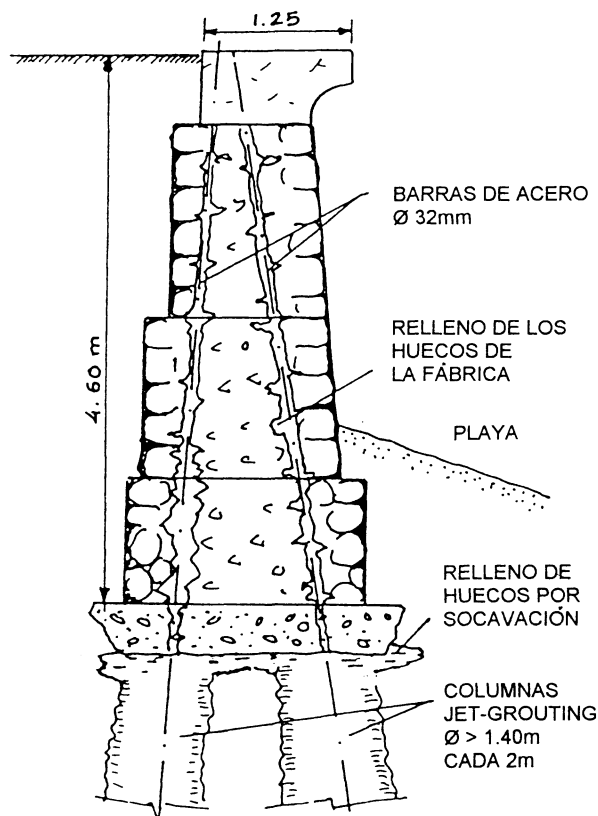


Fig. 15.- Recalce por jet-grouting del muro de la Playa de San Lorenzo (Gijón).

Puebla y otros (1992) describieron la consolidación de la roca del Castillo de Almansa con contrafuertes de hormigón anclados.

Para consolidar el antiguo muro de mampostería del frente de la playa de San Lorenzo de Gijón, por la socavación debida al oleaje, se utilizó la técnica del jet-grouting, que rellenó, además, los huecos existentes en la mampostería, así como los producidos por la socavación en la base de los muros (Fig. 15).

4. Inestabilidad de laderas

Muchos monumentos situados en laderas tienen problemas de inestabilidad, fundamentalmente por deslizamientos planos o reptaciones y con períodos intermitentes de actividad, que comúnmente se ven incrementados por la lluvia o por las fluctuaciones del nivel freático.

La distorsión del claustro gótico del Monasterio de Yuste es un buen ejemplo de reptación secular. Este Monasterio se fundó en 1402 y fue ocupado por Carlos V cuando se retiró allí voluntariamente. A pesar de la ligera pendiente de la ladera, sus suaves movimientos afectan a la construcción original de tal modo, que en 1958, el claustro renacentista precisó una completa reconstrucción. El antiguo claustro gótico presenta distorsiones tangenciales que superan los 60 cm en planta (Fig. 16). Las soluciones de recalce previstas están en suspenso, mientras se estudia la estabilidad global de la ladera.

El pueblo de Salinas de Léniz se ve afectado por un movimiento de ladera generalizada (Fig. 17), a pesar del enorme muro de escollera que se construyó en la parte de abajo de la ladera, en 1981. Actualmente se están valorando diferentes medidas adicionales como el drenaje horizontal tipo California (Fig. 18), el incremento del muro e incluso, el recalce por micropilotes de todos los edificios (García Yagüe, 1986).

Los casos de núcleos históricos afectados por problemas de inestabilidad son muy frecuentes (Carmona, Tarazona, Zahara, etc.) y no es posible extenderse más en tan breve espacio.

El agrietamiento y la erosión del acantilado de Arcos de la Frontera han puesto en peligro parte de la población, donde ya se ha llevado a cabo el anclaje de cuñas inestables. En este caso, el riesgo de inestabilidad es muy elevado si se produce un movimiento sísmico, a menos que el promontorio de roca se refuerce con anclajes, además de proteger el substrato de margas azules de la infiltración del agua de lluvia y de la red de saneamiento, con el sellado de juntas y grietas en la parte superior de la arenisca.

Algunos monumentos al pie de escarpes rocosos deben protegerse contra la caída de cantos o rocas. Este es el caso

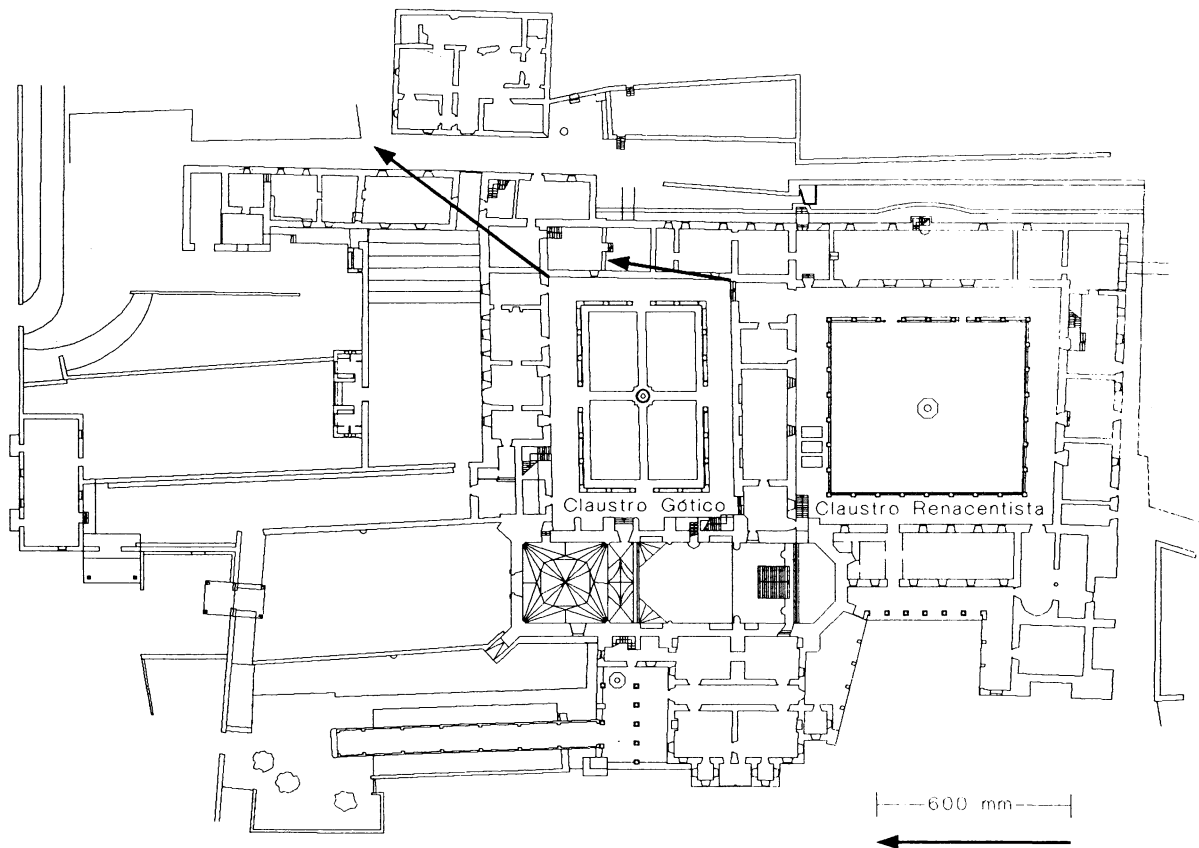


Fig. 16.- Distorsión del claustro gótico del Monasterio de Yuste.

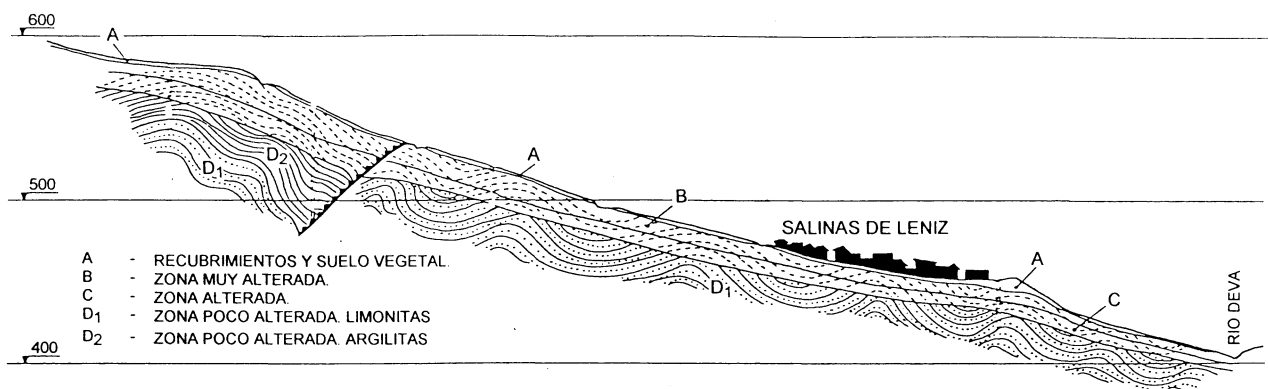


Fig. 17.- Sección de la ubicación de la población de Salinas de Léniz.

del Monasterio de San Juan de la Peña, donde la degradación del acantilado de conglomerado ha obligado a recurrir una malla anclada, dado que por limitaciones paisajísticas, no son posibles intervenciones más duras.

El desprendimiento de rocas es muy común en bastantes zonas de la Península y se han realizado múltiples intervenciones de protección en diferentes poblaciones. Estas actuaciones incluyen anclajes de rocas inestables, colocación de mallas, sellado de grietas, etc...

5. Subsistencia

Algunas zonas están sometidas a fenómenos de subsistencia por disolución de yesos, que, en ocasiones, afecta a edificios y monumentos.

Este problema es de gran importancia en Calatayud, donde un elevado número de edificios presenta graves distorsiones debidas a la disolución del terreno yesífero. Un claro ejemplos el Ayuntamiento, interesante edificio construido

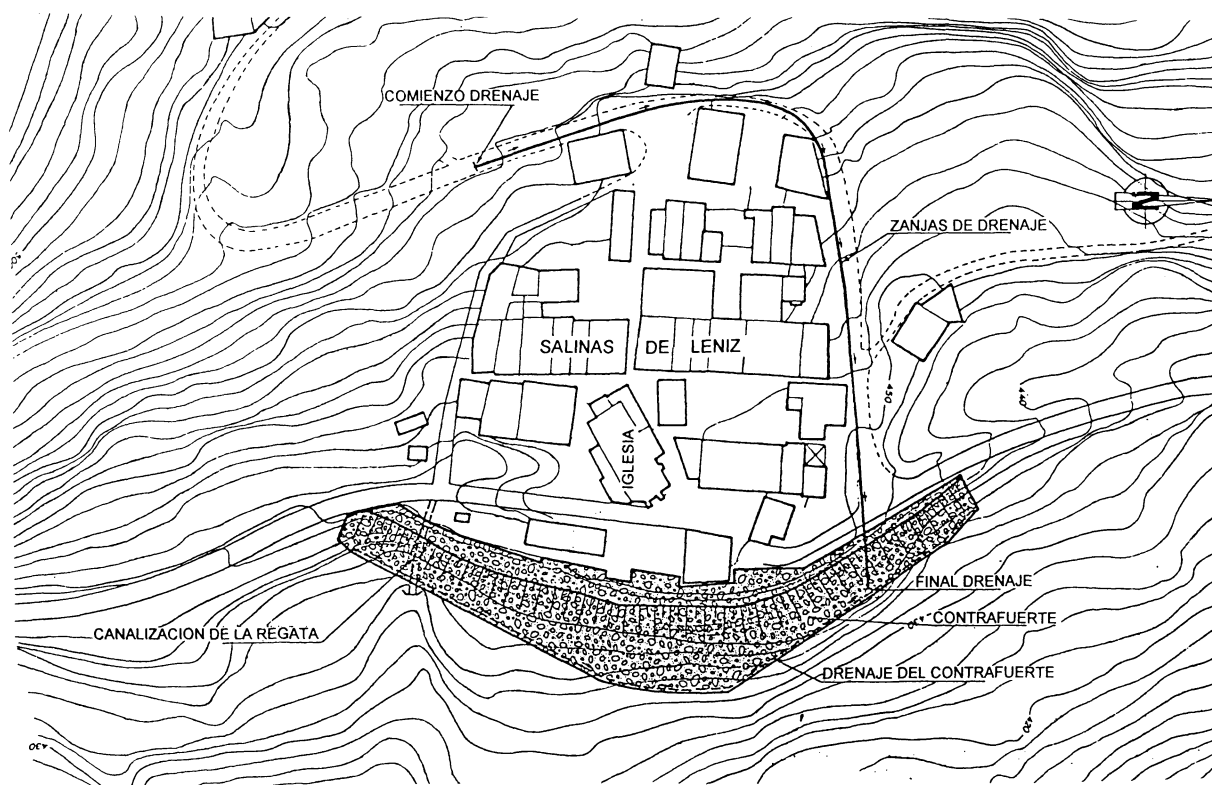


Fig. 18.- Situación del contrafuerte y medidas de drenaje en Salinas de Iéniz.

en el siglo XV cuya cimentación, por zapatas, descansa sobre 8 m de limos yesíferos colapsables, apoyados sobre un estrato de grava arenosa y el substrato de marga yesífera. El agua, que circula a través de las gravas, provoca la lixiviación de las margas, además del colapso de la parte inferior del limo yesífero y el arrastre de partículas. Este lento proceso ha producido importantes grietas en los muros (Fig. 19) y las soluciones que se plantean pasan por la reconstrucción completa del edificio, conservando únicamente los muros exteriores, o por el recalce completo con micropilotes o jet-grouting hasta el substrato rocoso.

Se puede mencionar también el caso del Palacio de la Diputación de Cuenca, donde un cambio en las condiciones hidrogeológicas, unido a la capacidad de disolución del agua freática, ha producido importantes asentos y grietas en el edificio. El estrato de apoyo de la cimentación, arcilla limosa blanda, sufrió un tratamiento correctivo con lechada de cemento para consolidar y reducir su permeabilidad, que resultó ineficaz porque la disolución siguió progresando en las zonas donde no alcanzó la lechada.

Bastantes ciudades y pueblos presentan problemas de subsidencia local por la existencia de cuevas, bodegas de aceite o de vino, etc... que, con frecuencia, o carecen de mantenimiento o llevan varios siglos abandonadas, desconociéndose, incluso, hasta su localización en algunos lugares. Este es el caso de Toro, Valdepeñas, Tordesillas, Aranjuez, etc... En Cisneros (Palencia), la torre de la

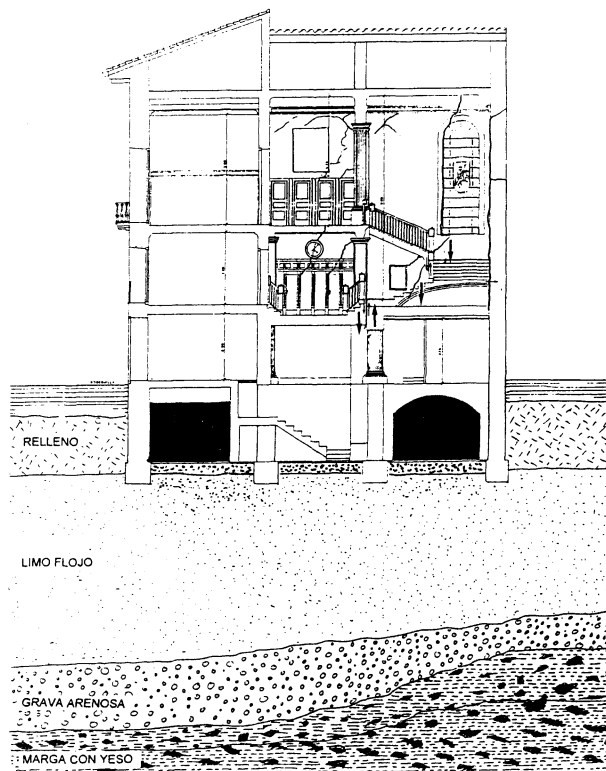


Fig. 19.- Estado del Ayuntamiento de Calatayud.

iglesia se inclinó y separó de la nave por las cuevas existentes, próximas al plano de apoyo de la cimentación (Fig. 20). El hundimiento de una bodega de vino en

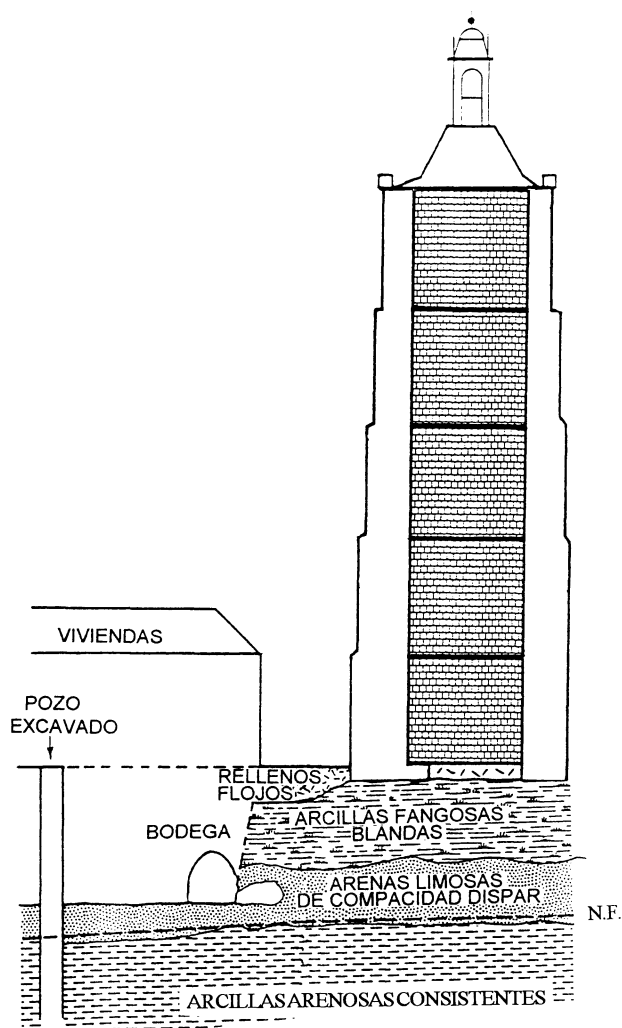


Fig. 20.- Sección de la torre de la iglesia de Cisneros y ubicación de la bodega.

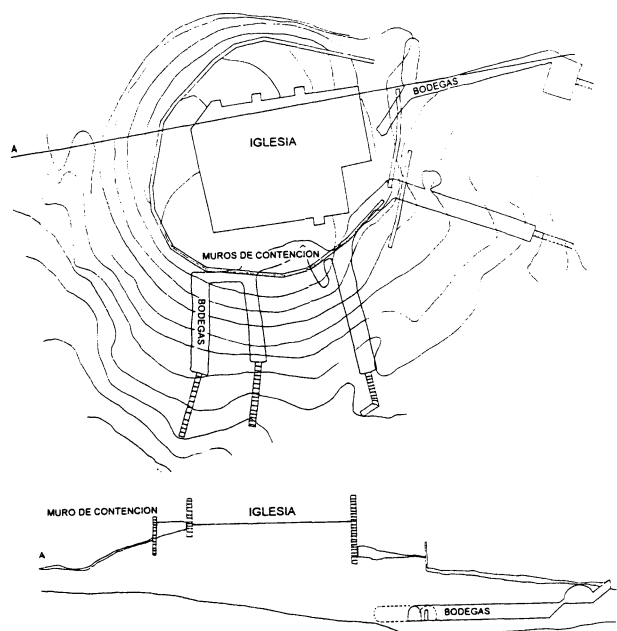


Fig. 21.- Situación de las bodegas excavadas en Castrillo de Duero.

Castrillo de Duero (Valladolid) originó la inclinación del abside de la iglesia (Fig. 21).

Son también frecuentes los daños, debidos a subsidencia minera, en las cuencas de carbón de Asturias y León, así como en Cabezón de la Sal (Santander), donde hubo que demoler varios edificios por las minas de sal. Del mismo modo, las obras del metro de Sevilla se paralizaron tras el grave agrietamiento de varios edificios por asientos diferenciales.

6. Obras de drenaje

Muchos monumentos, próximos a cursos de agua y sobre todo en el Norte, sufren las crecidas periódicas, llegando a ser, en ocasiones, incluso riadas, sin mencionar el generalizado problema del ascenso capilar del agua. Las oscilaciones del nivel freático reducen la capacidad portante del terreno y conllevan asientos diferenciales, ya que las condiciones del agua subterránea distan de ser homogéneas.

Las soluciones más frecuentes son zanjas de drenaje y medidas de sellado, como en el caso de la Ermita de San Adrián de Sásabe (Huesca) (Fig. 22 y 23), pequeña iglesia

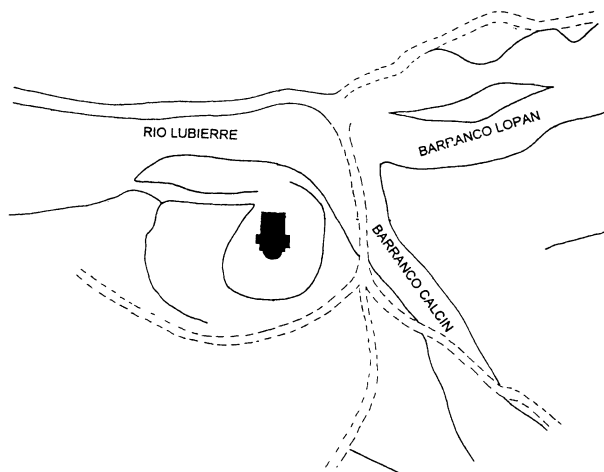


Fig. 22.- Posición de la Ermita de San Adrián de Sásabe rodeada por varios barrancos.

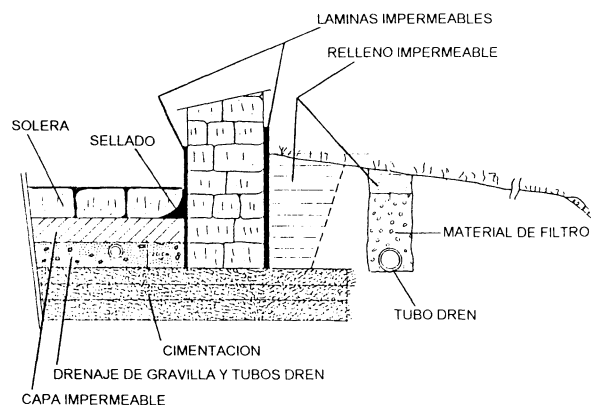


Fig. 23.- Drenaje y medidas de impermeabilización.

rodeada por barrancos que llevan aguas torrenciales en época de deshielo, situada 2 m por debajo del nivel del cauce. En el caso del Monasterio de Santa María de Huerta (Soria), se utilizaron pantallas drenantes como solución de drenaje profundo para interceptar el agua. Las paredes de las zanjas se mantienen con lechadas o biopolímeros que, una vez degradados, devuelven las condiciones de drenaje al relleno de grava de la zanja.

7. Nuevos sótanos

La rehabilitación de edificios antiguos incluye, cada vez con mayor frecuencia, la construcción de nuevos sótanos bajo la estructura existente, que precisan, para su ejecución, recalces especiales y elementos de contención.

Las obras, ampliamente divulgadas, de la Casa del Cordón de Burgos, son un claro ejemplo en el que se utilizó la congelación del terreno para excavar, hasta 12 m de profundidad, los pozos secantes en los que se ejecutaron las pantallas que constituyen los muros del nuevo sótano (Muzás y otros, 1985).

Para la construcción de nuevos sótanos bajo el Hospital de las Cinco Llagas (Sevilla), bajo el nivel freático, se necesitó rodear el edificio con un muro pantalla de pilotes secantes de jet-grouting.

Una solución parecida se utilizó para crear tres nuevos sótanos bajo el edificio del Archivo Histórico Nacional (Salamanca). La necesidad del anclar las pantallas de jet-grouting, aconsejó reforzar la misma con micropilotes separados 1,70 m. En las zonas de mayor carga, el refuerzo se incrementó con grupos de seis micropilotes separados 0,33 m. Los micropilotes, de 150 mm de diámetro, armados con un tubo de acero de 100 x 80 mm en acero 52, se perforaron a través de las columnas de jet-grouting.

Si se trata de terrenos sin agua, se puede utilizar la excavación a mano hasta alcanzar un terreno más competente o prolongar las pantallas continuas existentes, pero con costes muy elevados. Un ejemplo en este sentido es la Casa de las Conchas (Salamanca), donde por un cambio de uso, fue preciso realizar un nuevo sótano, profundizando los muros existentes 4 m, así como incrementar las cargas sobre el terreno.

Otra intervención interesante fue la creación de nuevos sótanos bajo el Palacio de Linares (Madrid). Se utilizaron para ello micropilotes verticales que sustentaban los muros originales a través de un emparrillado de vigas carreras y transversales. Los micropilotes se arriostraron, frente a pandeo, con conectores de acero que se colocaban a medida que se realizaba la excavación (Fig. 24). En algunos casos, una vez levantados los muros del sótano, los pilotes se retiraron y, en otros casos, permanecieron embebidos en los nuevos muros (Herrador, 1994).

Para rehabilitar una antigua iglesia, como nuevo Palacio de Justicia en Alcalá de Henares (Madrid), se proyectó un recalce de micropilotes para los muros de carga exteriores, que sirviera, al mismo tiempo, como contención de la excavación de un nuevo sótano (Fig. 25).

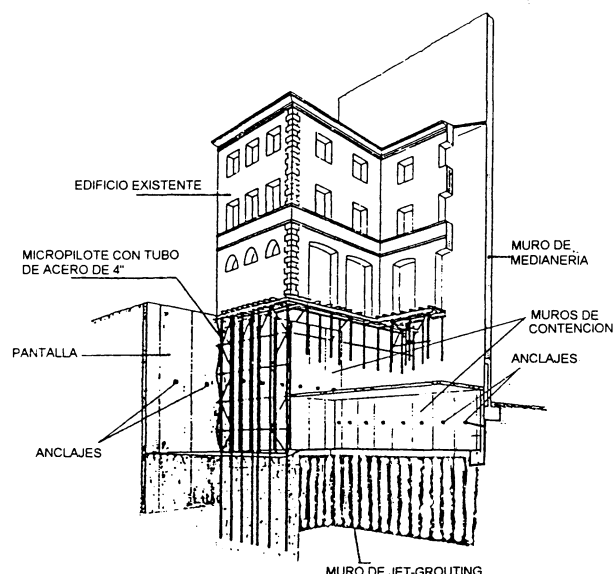


Fig. 24.- Creación de nuevos sótanos bajo el Palacio de Linares.

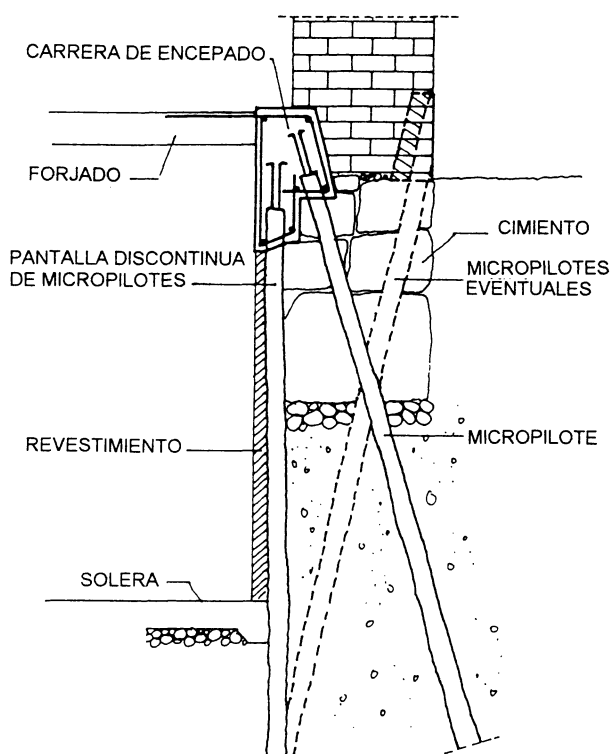


Fig. 25.- Recalce y contención de micropilotes del Palacio de Justicia de Alcalá de Henares.

8. Agradecimientos

Los autores quieren manifestar su agradecimiento a las compañías FONDEDILE, S.A., RODIO ESPAÑA, S.A.,

TERRATEST S.A., KRONSA y GEONOC S.A., así como a los Arquitectos Srs. Azpilicueta y Barbero (†), por suministrarles la información a la que hace referencia el texto.

BIBLIOGRAFÍA

HERRADOR, J.M.: (1994); "Recalce del Palacio de Linares" CEDEX, Madrid.

GARCÍA YAGÜE, A.: (1986); "Estabilización del núcleo histórico de Salinas de Léniz (Guipúzcoa)". Simposio "El Subsuelo de los Monumentos"

MUZÁS, F. y otros: (1985); "Foundations for the Rehabilitation of an Ancient Building". 11th Int. Conf. SMFE, San Francisco, 3, 1565-1568.

PUEBLA, F.J. y otros: (1992); "Estabilización del cerro del castillo de Almansa". III Nac. Simp. on Slopes. La Coruña, Vol. II, 731-742.

RODRÍGUEZ ORTIZ, J.M.: (1988); "Stability problems of historic sites atop degrading cliffs". Proc. Int. Symposium IAEG, Athens, 1, 1-9.

ROMANA, M. e IZQUIERDO, F.A.: (1987); "Reinforcement of slopes under Denia Castle (Spain)". 6th Int. Congress on Rock Mechanics, Montreal, 1, 485-489.

* * *

Publicaciones del Instituto Eduardo Torroja - CSIC

Número monográfico de MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

INSTITUTO
EDUARDO
TORROJA

IETCC

n°s 242-243

MATERIALES

EL VIDRIO EN LA CONSTRUCCIÓN

DE

CONSTRUCCIÓN

CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Madrid/España Volumen 46 abril-junio-julio-septiembre 1996

EL VIDRIO EN LA CONSTRUCCIÓN

(n°s 242-243)

- Procesos de alteración de las vidrieras medievales. Estudio y tratamientos de protección.
(*Alteration processes of medieval stained glass windows. Study and protection treatments*).
J. M^a Fernández Navarro.
- El efecto de la corrosión en vidrieras coloreadas.
(*The effect of corrosion of stained glass windows*).
J. Leissner.
- Formulación de vidrios absorbentes del calor.
(*Formulation of heat absorbing glasses*).
P. Álvarez-Casariago y P. Mazón.
- Dimensionamiento de placas de acristalamiento para edificios mediante un modelo probabilístico de rotura.
(*A probabilistic model for failure design of glass plates in building*).
A. Fernández Canteli, I. Viña y A. Bernardo Sánchez.
- Caracterización de fibras en forma de lana de roca para aislamiento obtenidas a partir de basaltos canarios.
(*Characterization of fibers as rockwool for insulation obtained from canary islands basalts*).
J. M. Cáceres, J. E. García Hernández y J. M^a Rincón.
- El GRC: Material compuesto de matriz inorgánica reforzado con fibras de vidrio AR.
(*GRC: Composite material from an inorganic matrix reinforced with ar glass fibres*).
P. I. Comino.
- Los materiales vitrocerámicos en la construcción.
(*Glass-ceramic as building materials*).
J. M^a Rincón y M. Romero.
- Gres porcelánico: Aplicaciones arquitectónicas, procesado y propiedades físico-mecánicas.
(*Porcelainized stoneware: Architectural, processing and physico-mechanical properties*).
T. Manfredini, M. Romagnoli y J. M^a Rincón.

Venta de ejemplares: distribución de Publicaciones

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja
c/Serrano Galvache, s/n - 28033 Madrid
Tfno. (91)302.04.40 - Fax: (91)302.07.00