

ÍNDICE GENERAL

Prólogo.....	I
Introducción.....	II
Índice.....	III
1. Proceso para un estudio de patología.....	1
2. Ventajas de saber patología de la edificación.....	9
3. Zapatas.....	15
4. Muros de contención.....	33
5. Vigas centradoras.....	43
6. Zunchos de cimentación.....	45
7. Losas de cimentación.....	47
8. Muros de carga de fábrica.....	51
9. Pilares de hormigón armado.....	61
10. Vigas de hormigón armado.....	91
11. Daños en forjados unidireccionales de viguetas.....	113
12. Zunchos de forjados.....	123
13. Daños en forjados reticulares.....	125
14. Forjados de losas de hormigón.....	135
15. Forjados de vigas de cuelgue y losas de hormigón.....	141
16. Ménsulas.....	145
17. Cerramientos.....	149
18. Tabiques.....	181
19. Petos de azoteas.....	187
20. Soleras.....	195
21. Enfoscados.....	205
22. Solería.....	207
23. Aceras.....	209
24. Vallas de fábrica de ladrillo.....	213
25. Piscinas.....	223
26. Humedades más usuales.....	235
Bibliografía.....	245

1. PROCESO PARA UN ESTUDIO DE PATOLOGÍA

1.1. Proceso a seguir en busca de información

Antes de comenzar a estudiar los daños existentes en un edificio, conviene conocer la clase de estructura, pues cada una tiene su forma de trabajar, y sus tipos de lesiones. Así se tiene una idea de los daños que podemos encontrar.

A continuación se enumeran las lesiones más usuales según su clase de estructura:

A) Edificios antiguos de muros de carga:

- Humedad de capilaridad.
- Rotura en tabiques por descensos de soleras.
- Fisuras verticales de retracción.
- Deterioro de enfoscados.
- Asientos de una zona de la cimentación.
- Corrosión de la armadura de viguetas en la última planta.
- Penetración de agua de lluvia en forjados de cubierta.

B) Edificios con pilares de hormigón y forjado unidireccional de vigas y viguetas:

- Descenso de una zapata.
- Fisuras de retracción en el forjado, paralelas a las viguetas.
- Fisuras de flecha en tabiques sobre viguetas de mayores luces.
- Fisuras en tabiques por deformación diferencial.
- Fisuras inclinadas o verticales de origen térmico en los tabiques extremos de última planta.
- Fisuras verticales de retracción entre el cerramiento y los pilares situados en los extremos de la fachada.
- Fisuras horizontales en fachada a nivel del último forjado
- Fisuras verticales en petos de azotea.
- Fisuras de flecha en voladizos superiores a un metro en planta primera.
- Corrosión de la armadura de la base de los pilares en planta baja.
- Corrosión en forjados sanitarios sin ventilación cruzada.

C) Edificios con forjados reticulares:

- Fisuras en tabiques por deformación del forjado primero.
- Fisuras en tabiques por deformación diferencial.
- Fisuras de origen térmico en los tabiques extremos de última planta.
- Fisuras horizontales en fachada en última planta por dilatación del forjado.
- Fisuras por flecha en voladizos de planta primera.
- Fisuras horizontales en fachada de torsión secundaria.
- Fisuras verticales de retracción entre cerramiento y pilares situados en extremos de fachadas.
- Fisuras verticales en petos de azoteas.
- Corrosión de la armadura en las bases de los pilares de planta baja.

D) Viviendas aisladas:

- Asientos diferenciales.
- Asiento de las zonas que se han ampliado.
- Grietas verticales por asiento y retracción entre la zona existente y la ampliada.
- Fisuras de origen térmico.
- Fisuras inclinadas en los cerramientos por asientos diferenciales.
- Fisuras de flechas en voladizos.
- Fisuras por deformación diferencial.
- Corrosión de las viguetas del forjado sanitario, cuando han pasado más de 15 años y no existe ventilación cruzada.
- Humedad de capilaridad.
- Fisuras verticales de retracción en las vallas.

Quando se analice un edificio, conviene observar primero el exterior, después el interior, y si encontramos una rotura, debemos buscar otra que nos confirme el tipo de daño, que creemos puede ser.

A continuación se analizan distintos tipos de lesiones:

- 1º) Rotura en tabique por descenso de un extremo. Al descender en un extremo el tabique queda traccionado y la rotura suele suceder en discontinuidad como se indica en la **Figura 1**. Es usual en los asientos diferenciales.

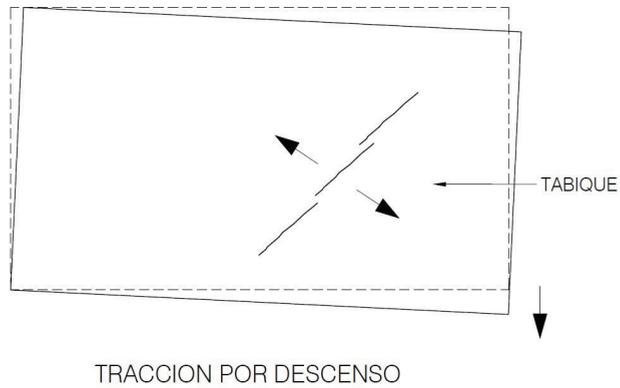


Figura 1

Si el mortero de agarre tiene menos resistencia que la fábrica, la rotura se sitúa en las llagas del ladrillo y es escalonada como aparece en la **Figura 2** y las fisuras horizontales son más abiertas.

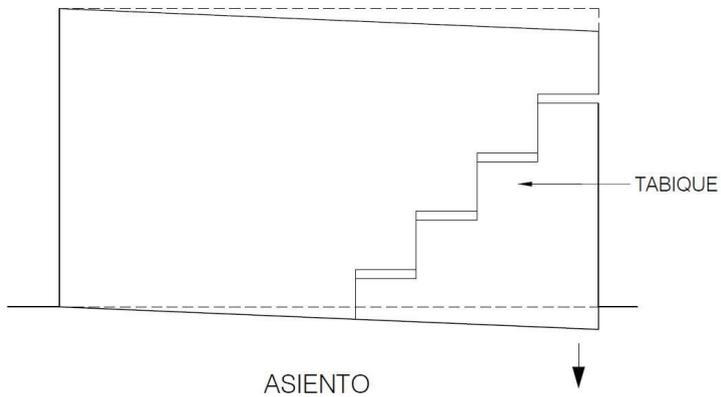


Figura 2

2º) Rotura en tabique. Cuando se encuentra sobre una viga o vigueta y flecta suele romper el tabique en forma de arco, como aparece en la **Figura 3**. También sucede cuando desciende una zona pequeña de una solera.

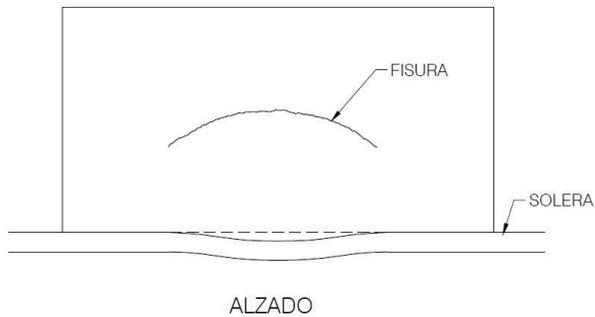


Figura 3

3º) Descuadre de ventanas por asientos diferenciales. Cuando los asientos diferenciales de la cimentación son pequeños no suelen romper los cerramientos, pero sí lo acusan las puertas y las ventanas quedando descuadradas, como se indica en la **Figura 4**.

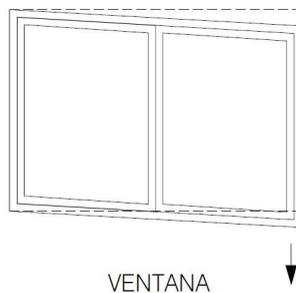
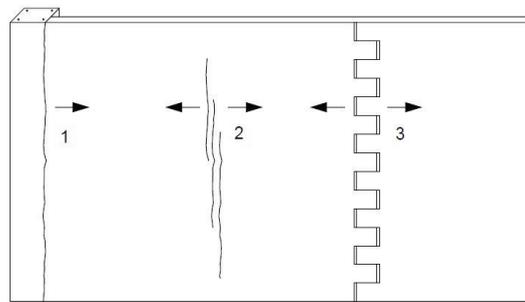


Figura 4

4º) Fisuras en tabiques por retracciones. En las retracciones las fisuras pueden surgir de las formas siguientes:

- a) En vertical en la unión del tabique con el pilar, número 1.
- b) En discontinuidad al quedar el tabique traccionado, número 2.
- c) Cuando el mortero tiene menos resistencia que el ladrillo, la rotura es la indicada con número 3, la fisura horizontal es cerrada y la vertical abierta, **Figura 5**.



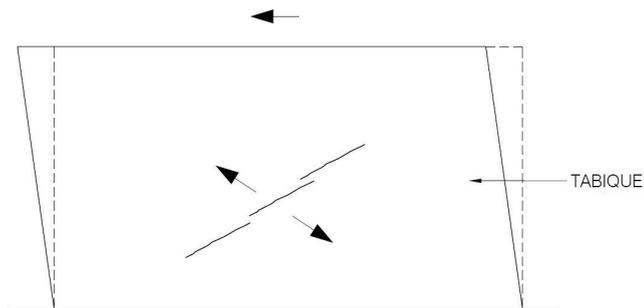
ALZADO DE TABIQUE



PLANTA

Figura 5

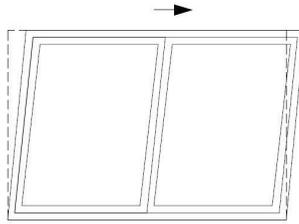
5º) Roturas en tabiques por dilataciones. En las dilataciones, es frecuente que en los tabiques situados en los extremos de la última planta se produzcan roturas en discontinuidad, **Figura 6**.



TRACCION POR DILATACION

Figura 6

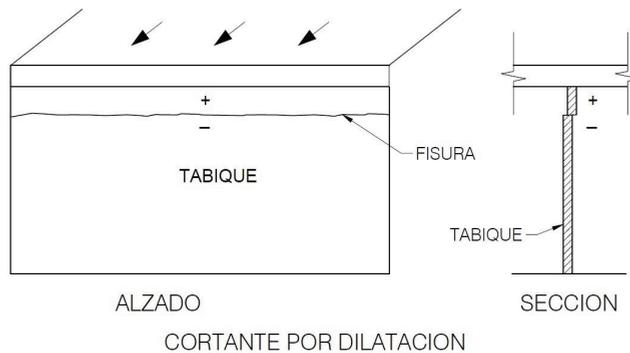
6º) Descuadre de carpinterías por dilataciones. En Los cerramientos situados en los extremos de última planta, cuando la dilatación es pequeña, no surgen daños, pero la forma de acusarlo es a través de deformaciones en las ventanas que quedan descuadradas y no cierran bien, **Figura 7**.



VENTANA

Figura 7

- 7º) Rotura de cortante en tabique por dilatación. Cuando dilata el forjado de cubierta, los tabiques situados en sentido transversal suelen romper por cortante con una fisura horizontal cerrada en distintos planos, como se indica en la **Figura 8**.



ALZADO

CORTANTE POR DILATACION

Figura 8

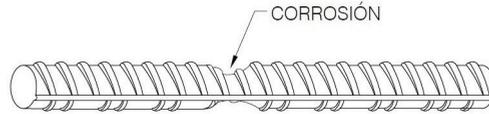
- 8º) Cuando se estudie la rotura de un elemento de hormigón, como una viga o un muro de contención, se debe observar si los bordes de la fisura son redondeados, lo que significa que ha roto durante su fraguado a retracción, pero si las aristas de la fisura son perfiladas, significa que ha roto cuando el hormigón tenía resistencia, como sucede por retracción térmica, flexión, cortante, etc.

Si los bordes de la fisura están limpios, indica que hace poco tiempo que ha roto, y si están sucios es que la rotura es antigua.

- 9º) Debemos observar si existen corrosiones de las armadura y especificar el tipo de corrosión, si sucede en una zona pequeña se denomina por

“picadura”, (**Figura 9**). Si es a lo largo de las barras es “generalizada”, y si tiene una corrosión muy avanzada se llama por “exfoliación”

Si la corrosión sucede en un elemento con armadura activa como un pretensado es mas grave y se llama “corrosión bajo tensión”.



BARRA DE ACERO

Figura 9

- 10º) Conviene observar si existen humedades y anotar si son de capilaridad, de condensación, de infiltración, residente por empuje hidrostático, etc.
- 11º) Debemos observar si existen desplomes, si el terreno es expansivo, si se trata de terreno en ladera y puede existir deslizamiento, o ha habido un movimiento sísmico.

1.2. Proceso a seguir después de analizar los daños

- A) Una vez analizados los tipos de roturas, si se detectan daños graves en los elementos estructurales como pilares o vigas, se debe de apuntalar con urgencia o desalojar el edificio.
- B) Conocidos todos los tipos de roturas hay que encontrar las causas que los han ocasionado.

Si una viga ha roto por cortante, puede ser debido a errores de cálculo o de ejecución, también porque se le haya aplicado una carga mayor de la prevista, o porque se hayan corroído los estribos.

Si se detectan deformaciones excesivas o roturas de elementos estructurales, se debe realizar un nuevo cálculo de la estructura y de esa forma poder comprobar el estado en el que se encuentra cada elemento.

Es muy importante tener como NORMA **“No reparar una fisura si no se conoce el tipo de rotura y las causas que las han ocasionado”**.

Si no se respeta esta norma y se repara una fisura sin conocer lo que ha sucedido, los daños pueden incrementarse y ocasionar problemas más graves, al mismo tiempo que dificulta la investigación.

1.3. Análisis para obtener la solución mas adecuada

Dependiendo de las causas y de los daños se puede precisar:

- Recalzar la cimentación.
- Reforzar elementos estructurales.
- Reparar grietas.
- Reparar armaduras corroídas.
- Eliminar humedades.

Se ha de tener presente que el coste de la reparación depende del profundo estudio que se realice, de las hipótesis de refuerzos estudiados, y de las soluciones que se adopten.

Para poder aplicar la solución lo más correcta posible, se deben conocer todos los tipos de daños, su gravedad, y las causas que las han ocasionados.

Se debe dar preferencia a la solución que cumpla con la mayoría de los requisitos siguientes:

1. La más segura.
2. La que ocasione menos desperfectos e incomodidades.
3. La más fácil de ejecutar.
4. La que precise menos mano de obra.
5. Aquella donde los refuerzos queden menos visibles.
6. La más duradera.
7. La más económica.
8. La que permita que la edificación pueda seguir en servicio durante las obras.

En las soluciones es muy importante indicar un orden riguroso de ejecución, y si procede la época en que se ha de ejecutar, como puede ser cuando se trata de recalce de cimentaciones o de problemas térmicos.

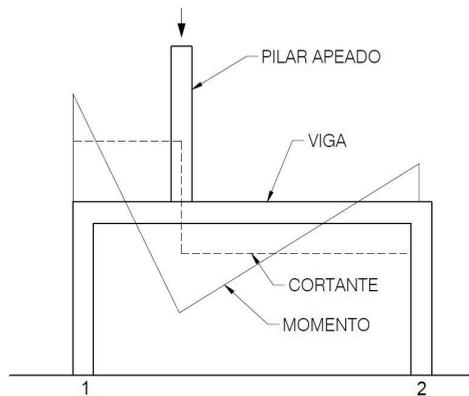
2. VENTAJAS DE SABER PATOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN

1º) Al proyectar una estructura se optimiza mejor y se evitan diseños problemáticos que pueden ocasionar daños como serían los siguientes:

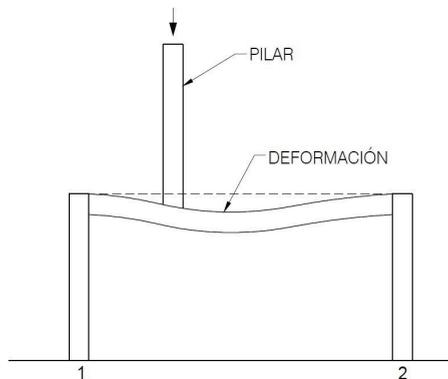
a) Pilares apeados que nacen desde vigas.

Estos pilares al ser muy problemáticos se comentan con algo más de amplitud.

Cuando un pilar nace desde una viga le ocasiona a ésta un momento flector y un cortante, **Figura 1**, también le ocasiona una deformación vertical, **Figura 2**.



PORTICO
Figura 1



DEFORMADA
Figura 2

Los pilares que nacen sobre vigas llamados “apeados” son diseños problemáticos y se deben evitar siempre que sea posible, sobre todo en zona sísmica, ya que durante un movimiento sísmico someten a las vigas que los soportan a desplazamientos laterales, y cuando el epicentro está cerca, a vibraciones verticales que son muy perjudiciales, y que no siempre son consideradas en los cálculos.

Las cargas puntuales, como en este caso la de un pilar, también ocasionan una deformación del pórtico y un desplazamiento hacia el pilar más alejado, como se indica en la **Figura 3**.

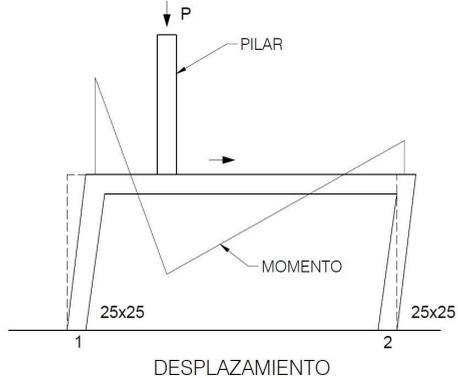


Figura 3

Si el pilar queda situado en el centro de la luz de la viga, no existe desplazamiento, pero si los pilares tienen distintas rigideces, el pórtico se desplaza hacia el pilar de menor rigidez, como se indica en la **Figura 4**. En este caso es como si existiera un empuje horizontal desde la izquierda hacia la derecha, es decir, desde el pilar 1 hacia el pilar 2 que tiene menor rigidez.

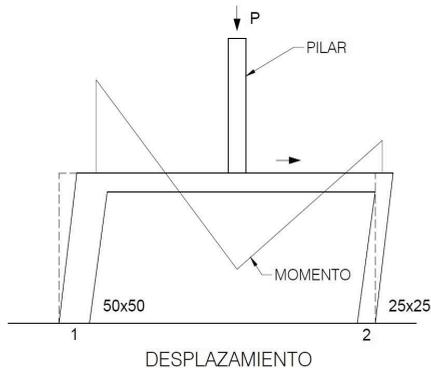


Figura 4

b) Pilares de muy poca longitud, llamados “cautivos”.

Estos pilares, al tener poca altura quedan con mucha rigidez, y al tener mucho momento, soportan un cortante hiperestático elevado, rompen por cortante, sobre todo en un sismo o en dilataciones, como les ha sucedido a los de la **Figura 5**.

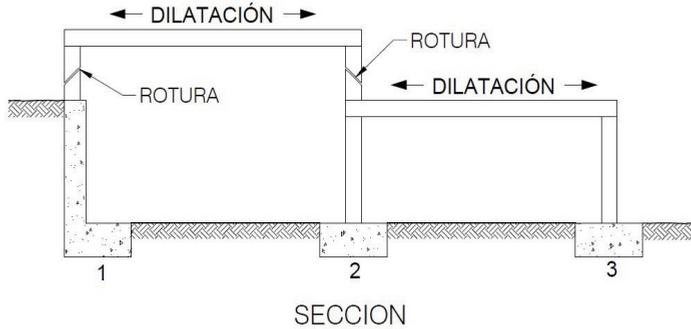
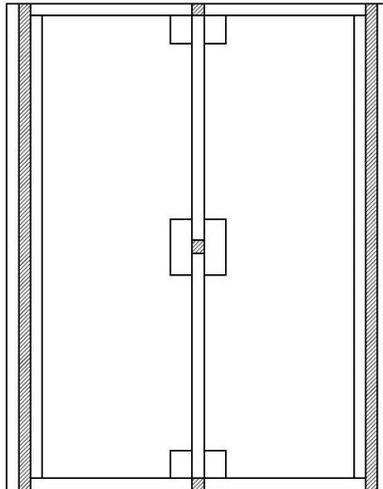


Figura 5

c) Proyectar cimentación mixta con zapatas y zanjas corridas donde suelen producirse asientos diferenciales con aparición de daños, (**Figura 6**) ya que en las zapatas el terreno queda a mayor tensión y se producen mayores descensos.



PLANTA DE CIMIENTO

Figura 6

2º) Al calcular una estructura se analizan los puntos problemáticos y se prevén fallos que se pueden producir durante o después de la ejecución, como serían los siguientes:

- a) En el cálculo de los voladizos se debe prever una mayor carga para el primero por transmisión entre plantas a través de los cerramientos.
- b) Colocar una armadura a 45º en los entrantes de forjados para evitar fisuras de retracción, **Figura 7**.

En la **Fotografía 1** se puede apreciar la fisura que ha surgido en el entrante de un forjado por no tener armadura a 45º.

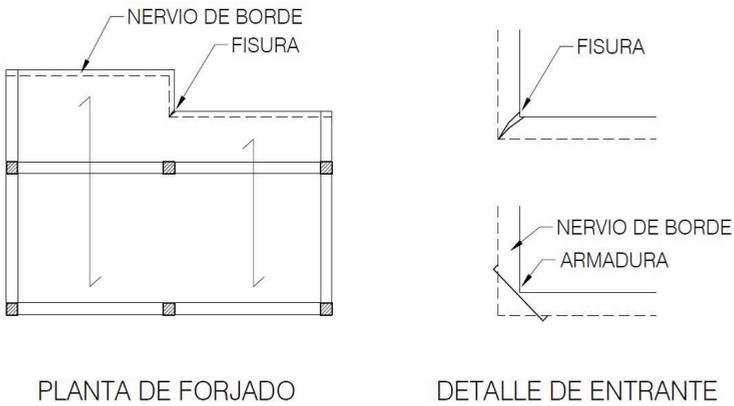
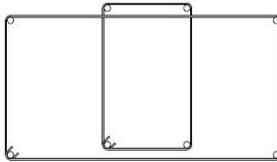


Figura 7



Fotografía 1

- c) En las vigas que soportan torsiones colocar los estribos como se indica en la **Figura 8** y no en dos partes iguales.

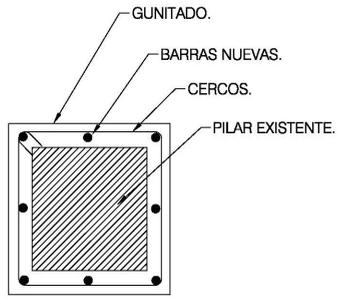


ESTRIBOS DE 4 RAMAS

Figura 8

- 3º) En las direcciones de obra, el técnico evita fallos y puede valorar con más exactitud las anomalías que surjan, y tomar decisiones con mayor seguridad como pueden ser:
- a) Que en vigas cierren los estribos en zonas de compresión y no en las zonas de los momentos flectores.
 - b) Que no omitan patillas de la armadura superior en vigas extremas.
 - c) Que no omitan los separadores en vigas.
- 4º) Una vez terminado el edificio, en caso de surgir daños, se conocen mejor los tipos de roturas, su gravedad y posibles soluciones como pueden ser las siguientes: :
- a) Un pilar que ha sido ejecutado con $4 \varnothing 12$ mm y debe tener $4 \varnothing 20$ mm, **Figura 9**.

Una forma fácil de reforzarlo consiste en colocar la armadura necesaria y aplicar un hormigón proyectado.



PLANTA

Figura 9

- b) Una viga extrema que no le han colocado patillas a la armadura negativa.

Se pueden realizar taladros y soldar patillas a las barras, figura 10.

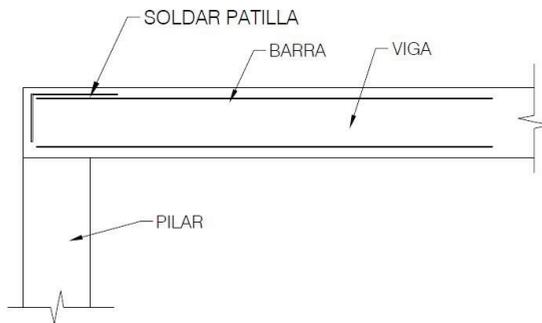


Figura 10

3. ZAPATAS

Cuando se produce el descenso de una zapata y es muy pronunciado, los tabiques que llegan perpendicularmente al pilar que ha descendido, rompen con fisuras de tracción diagonal, como las que aparecen en la **Figura 1**.

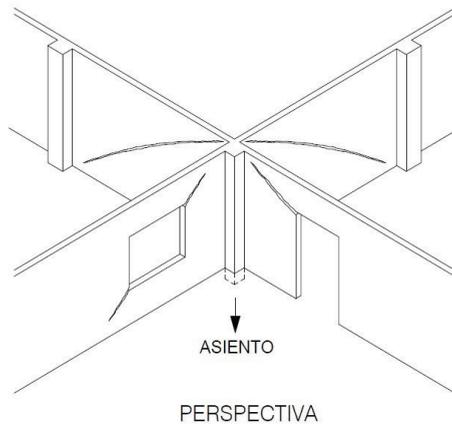


Figura 1

Los tabiques situados transversalmente al pilar que han descendido rompen en horizontal, con una fisura que es abierta en un mismo plano, **Figura 2**.

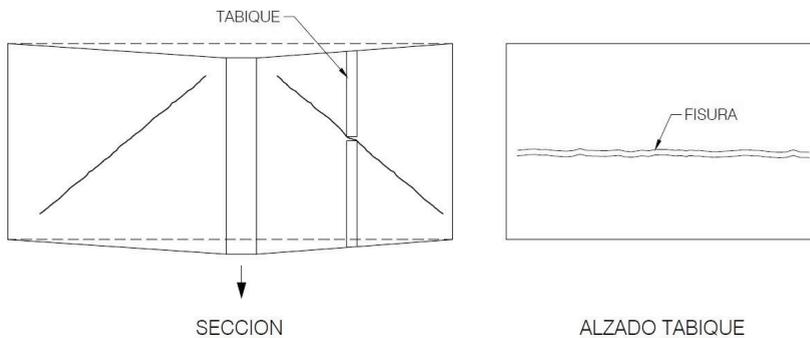


Figura 2

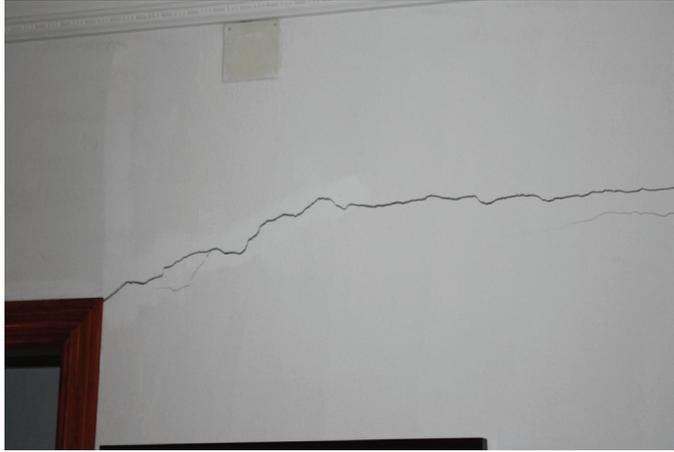
En las **Fotografías 1-2-3** se puede ver como han roto los tabiques situados en el sentido transversal al descender el pilar.



Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3

En los descensos de la cimentación, las roturas en los cerramientos a medida que se sube de planta, son cada vez más pequeñas hasta que terminan desapareciendo, como se indica en la **Figura 3**.

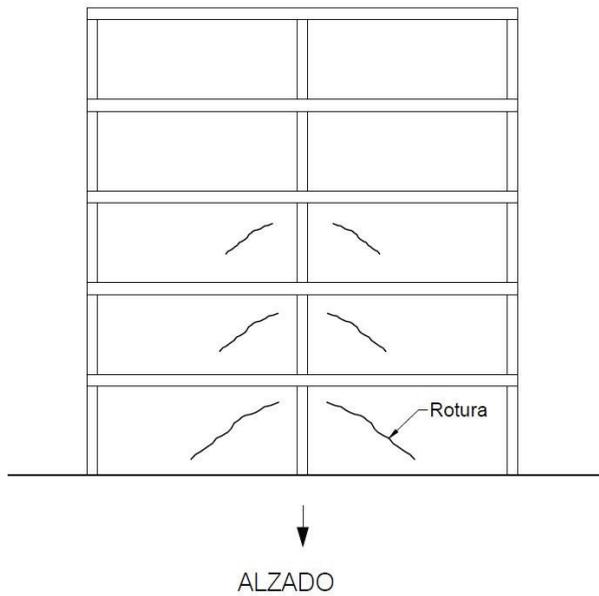


Figura 3

Cuando desciende una zapata, la diagonal del pórtico toma mayor medida y los tabiques rompen a tracción, como aparece en la **Figura 4**. Debido a ello se la conoce con el nombre de fisura de “tracción diagonal” y se aleja de forma descendente del pilar que ha asentado.

La otra diagonal trabaja a compresión y ayuda a reducir el descenso.

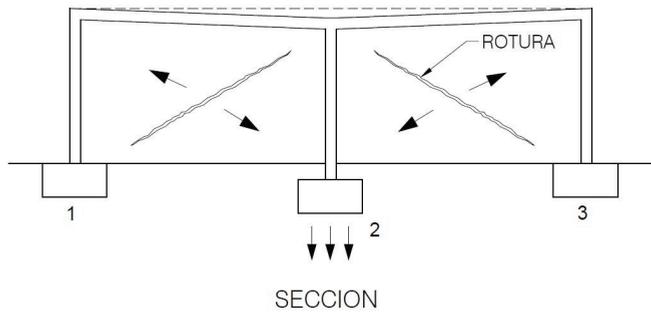


Figura 4

Para quedar más familiarizado con el tipo de rotura comentada se presentan las **Fotografías 4-5-6**.



Fotografía 4