



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Urbanismo

**Daños estructurales en edificios, producidos por roturas
en redes de Abastecimiento y Saneamiento.**

Autor:

D. Alfonso Garrido Molina

Directores:

Dr. D. Jesús H. Alcañiz Martínez

Dr. D. Francisco J. Sánchez Medrano.

Murcia, Noviembre de 2016



UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Urbanismo

**Daños estructurales en edificios, producidos por roturas
en redes de Abastecimiento y Saneamiento.**

Autor:

D. Alfonso Garrido Molina

Directores:

Dr. D. Jesús H. Alcañiz Martínez

Dr. D. Francisco J. Sánchez Medrano.

Murcia, Noviembre de 2016



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Jesús H. Alcañiz Martínez y el Dr. D. Francisco J. Sánchez Medrano como Directores de la Tesis Doctoral titulada: Daños estructurales en edificios, producidos por roturas en redes de Abastecimiento y Saneamiento realizada por D. Alfonso Garrido Molina en el Departamento de Ciencias Politécnicas, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento a los Reales Decretos 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 23 de septiembre de 2016.

(1) Si la Tesis está dirigida por más de un Director tienen que constar y firmar ambos.

UCAM



EIDUCAM
Escuela Internacional
de Doctorado

AGRADECIMIENTOS

Quiero en primer lugar, agradecer a mi mujer, Lola, e hijos, Alfonso y Leonardo, el apoyo y la paciencia que han tenido durante todos estos años. Espero que perdonen el tiempo que no les he podido dedicar para realizar esta Tesis, pero que seguro, les compensaré.

A mis directores de Tesis que han sabido guiarme en los momentos cruciales, con sus consejos y experiencia reconocida en el campo que se ha desarrollado este trabajo, en la que ellos son profesionales. La verdad es que han colaborado a que este trabajo haya sido muy ilustrador e influyente en mi carrera profesional. Les doy mis más sincera enhorabuena.

A todos aquellos que me han prestado su ayuda, tanto en la recopilación de información, como en la formación de conocimientos que eran nuevos y necesarios para el desarrollo de este trabajo.

A mis padres que inculcaron en mí, que sin trabajo y sacrificio no había recompensa y a ellos les debo el haber sido siempre una persona inconformista, siendo la superación personal uno de los motores que han hecho que me mueva en la vida en la dirección correcta: hacia el reconocimiento, el éxito y la felicidad.

También a los que ya no se encuentran entre nosotros y que han sido una fuente de inspiración constante. En especial, a mi abuela que siempre confió en mis posibilidades en el campo de la ingeniería y en la vida.

*Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor y la electricidad, **la voluntad.***

Albert Einstein.

INDICE GENERAL.

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES

AGRADECIMIENTOS

INDICE

SIGLAS Y ABREVIATURAS:	13
I. INTRODUCCION.....	17
1.1. MOTIVACIÓN DE ESTE TRABAJO.	17
1.2. OBJETIVOS CIENTÍFICOS.	21
1.3. DISTINCIÓN DE DAÑOS PROVOCADOS POR ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO. FENÓMENO FÍSICO.	22
1.4. TIPOLOGÍA DE AFECCIONES.....	26
1.4.1. Daños por humedades.....	26
1.4.2. Lavado de finos y vaciado de terreno bajo cimentación.....	27
1.4.3. Fisuras en paramentos verticales y horizontales.	29
1.4.4. Daños en puertas y ventanas.	30
1.4.5. Accidentes causados a vehículos.	31
1.4.6. Daños en la vía pública.	33
II. EL ESTADO DEL ARTE.	39
2.1. ESTUDIO DEL TERRENO.	39
2.2. CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS MÁS UTILIZADAS.	47
2.3. EVOLUCIÓN DE LAS CIMENTACIONES.	50
2.4. DIAGNÓSTICO INICIAL.....	52
2.5. ENSAYOS A REALIZAR PARA DETERMINAR LA IMPORTANCIA DE LOS DAÑOS.	54
2.5.1. Medición de grietas y fisuras:.....	54
2.5.2. Medición de asentos:	57
2.5.3. Medición de distorsiones de pórticos:.....	57
2.5.4. Control de giros y desplomes:.....	58
2.5.5. Inspección funcional de la estructura:.....	58
2.5.5.1. Pruebas no destructivas:	59
2.5.5.2. Pruebas destructivas:	60

2.5.6. Inspección del subsuelo del edificio:.....	60
2.5.6.1. <i>Inspección de la red de alcantarillado:</i>	60
2.5.6.2. <i>Inspección de la cimentación:</i>	61
2.6. REPARACIONES DE DAÑOS MÁS COMUNES.	61
2.6.1. Refuerzo y apoyo provisional de la estructura, si se precisa.	62
2.6.2. Transferencia de cargas de la cimentación primitiva al apoyo provisional.	62
2.6.3. Construcción de la nueva cimentación.	62
2.6.4. Transferencia de las cargas a la nueva cimentación.....	66
III. METODOLOGIA.	73
3.1. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	73
3.2. TIPOS DE CASOS EN FUNCIÓN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.	74
3.3. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.	74
3.4. PROCEDIMIENTO DE TOMA, RECOPIACIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS.....	82
IV. PROCESO DE INVESTIGACION.....	87
4.1. TOMA DE DATOS DE LOS CASOS A ESTUDIO.	87
4.2. DESARROLLO DE LA DOCUMENTACIÓN PROCESADA Y DATOS OBTENIDOS.	111
V. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS.....	395
5.1. GRÁFICOS.....	395
5.2. ESTUDIO DE CORRELACIÓN.	405
5.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.	407
VI. CONCLUSIONES Y NUEVAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN.....	411
VII. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	421

SIGLAS Y ABREVIATURAS:

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación.

CCPP: Comunidad de propietarios.

CT: Centro de transformación.

CTE: Código Técnico de la Edificación.

DPSH: Ensayo de penetración dinámica superpesada. “dynamic probing super heavy”.

EN: Norma Europea.

ENAC: Entidad Nacional de Acreditación.

FD: Fundición dúctil.

INTEMAC: Instituto Técnico de Materiales y Construcciones.

IPN: Perfil Normalizado de acero laminado cuya sección tiene forma de doble T.

NF: Nivel Freático.

PEAD: Polietileno de Alta Densidad.

PEBD: Polietileno de Baja Densidad.

PE100: Tipo de PE según EN 12201, EN 1555 y EN 13244.

PG3: Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes.

PN: Presión Nominal.

RC: Responsabilidad Civil.

SE-C: Seguridad estructural-cimientos.

SPSS: *Statistical Package for the Social Sciences*. Paquete estadístico de aplicación en ciencias sociales.

SPT: Ensayo de Penetración Estándar. “*Standard Penetration Test*”.

UNE: Una Norma Española.

ZA: Zahorra artificial según PG3 y UNE-EN 13242.

I INTRODUCCION.

1.1. MOTIVACION DE ESTE TRABAJO

1.2. OBJETIVOS CIENTIFICOS.

**1.3. DISTINCION DE DAÑOS PROVOCADOS POR ABASTECIMIENTO Y
SANEAMIENTO. FENOMENO FISICO.**

1.4. TIPOLOGIA DE AFECCIONES.

I. INTRODUCCION.

El autor de este trabajo de investigación ha elegido este campo consciente, por su trayectoria profesional, de los problemas que son generados por el agua en edificaciones, afectando a la vida cotidiana de las personas. Es una realidad, se conoce que se trata de un problema muy extendido que genera al año miles de siniestros. En la actualidad, no se dispone de investigaciones científicas de rigor que incidan en este campo, por ello se ha considerado muy interesante plantear esta investigación y otras actuaciones futuras que puedan surgir en relación con el tema aquí tratado.

1.1. MOTIVACIÓN DE ESTE TRABAJO.

Como es sabido el agua es un elemento vital para el ser humano, sin ella no existiría la vida tal y como la conocemos. De hecho, el ser humano está compuesto por agua hasta en un 75% (Darwin C., 1982). Desde tiempos inmemoriales el hombre ha intentado dominar en la manera que ha podido este elemento, para darle el uso que en cada momento era necesario para su desarrollo. Las civilizaciones necesitaban agua para sus asentamientos y para ello, o bien, se instalaban cerca de los ríos o los lagos, o construían pozos para poder extraer el agua. Luego intentaron transportarla a través de canales esculpidos en la arena o en la roca, después lo hicieron con cilindros huecos hechos de troncos fundamentalmente. Los egipcios usaban troncos de palmera huecos, y los japoneses y chinos usaban troncos de bambú; más tarde se empezaron a usar tubos cerámicos, de roca y de metal (Lenntech, 2004). Los griegos empezaron a construir redes de distribución y evacuación de aguas residuales, usando también las aguas de lluvia. Según algunos autores fueron estos últimos, los que primero se preocuparon por la calidad del agua que tomaban.

Pero sin duda alguna, fueron los romanos los que empezaron a desarrollar y revolucionaron todo lo relacionado al transporte y distribución de agua potable. Comenzaron captando el agua de donde era más pura y sana, que habitualmente

era en los manantiales, donde tenía poco sabor y menos minerales, porque sabían que el agua acumulada o estancada no era buena, ni tampoco lo era, aquella que estaba contaminada con restos animales y materia orgánica, que era la que se encontraba cerca de las ciudades (Moreno Gallo, 2007). Al mismo tiempo investigaron y vieron que el agua debía fluir en todo momento, pero siempre a velocidades adecuadas ya que sino provocaba erosiones que dañaban los conductos a velocidades altas, y a bajas, el agua corría el peligro de estropearse. Configuraban auténticas redes completas de distribución muy similares a las que ahora existen pero disponiendo de una tecnología, en teoría, peor que la de este tiempo. En un principio solo pretendían dar suministro a la población pero vieron más tarde que al tener desarrollada la forma de trabajo y conocer perfectamente la forma de transportar el fluido, usaron estas infraestructuras para usos agrícolas, lúdicos y medicinales. Sin duda, sus obras estrella eran los acueductos. Estas estructuras eran en algunas ocasiones de 240 Km en Constantinopla o 132 Km en Cartago; con seguridad de una complejidad espectacular, no solamente por su arquitectura, sino por el hecho en sí de ser capaces de transportar el agua en cantidad y calidad suficiente tantos kilómetros con la tecnología con la que contaban.



Ilustración 1¹. Acueducto de Segovia. (De la Peña, 2010)

¹ Se denominará en todo el documento: Ilustración, a aquellos documentos gráficos obtenidos de fuentes externas. Fotografías son las que han sido realizadas por el autor.

Luego distribuían el agua mediante partidores, donde no paraba de fluir hasta desaguar, siendo los caudales minuciosamente calculados en función de las demandas, teniendo siempre preferencia las fuentes públicas frente a termas, letrinas, obras públicas, etc... El sobrante abastecía a notables particulares como senadores y personas de prestigio y probado servicio al estado o al imperio. A medida que se incrementaba la demanda de agua, motivada por el cambio de hábitos de la población, hizo plantearse a los emperadores Cesar y Augusto, que se debía de invertir más en estas infraestructuras para dar cobertura a toda la población. Por ello, se crearon esquemas de distribución más complejos, introduciendo depósitos intermedios con desarenadores previos a los partidores. Diferenciaron lo que era la conducción de transporte desde el manantial hasta la ciudad, de una red de distribución que abastece a todos los suministros de la misma.



Ilustración 2: Puerta de Carmina de Sevilla, según el grabado de Villamil del siglo XIX, donde aparece el acueducto romano, cortado por la muralla de la ciudad (Fernández Casado, 1972)

En la red de transporte introdujeron decantadores y aireadores, para eliminar los sólidos en suspensión y evitar que el agua se corrompiera por la falta de oxígeno en grandes trayectos. Con respecto a la distribución, introducían depósitos que servían de aliviaderos de la red y como almacenes de agua para momentos de escasez, lo que se conoce hoy en día como depósitos de regulación. Estos esquemas hidráulicos eran y son muy eficaces y en muchos casos, después

de la desaparición de la civilización romana, hasta el siglo XVIII y XIX, hubo ciudades europeas que no disponían de infraestructuras similares. Diseñaron los primeros contadores de agua potable que servían para cobrar los impuestos a los que disfrutaban de este privilegio. Usaron, en conducciones de plomo o cerámicas a presión, elementos para regular la presión o el aire acumulado, lo que ahora conocemos como reguladores de presión y ventosas. Parece curioso que el principal motivo por el que los romanos enterraron las conducciones, era para que estas no fuesen interceptadas por sus enemigos y así no pudieran sabotearlas. No tuvo nada que ver con usar redes a presión, ya que ellos conocían de los inconvenientes que estas presentaban con respecto al mantenimiento y a los daños que podían generar, de hecho intentaban que sus conducciones fuesen siempre dentro de lo posible de lámina libre. Aprovechaban las conducciones a presión en sifones y conducciones para elevar el agua hasta depósitos secundarios elevados.

A medida que iban ejecutando infraestructuras hidráulicas más complejas se dieron cuenta que el mantenimiento que estas exigían era mayor y se vieron en la necesidad de crear equipos especializados de mantenimiento para intentar evitar averías, o en su caso repararlas. Hicieron complejos procedimientos de reparación que no se diferencian en gran cosa de los que se usan hoy en día. En función del uso que se le diese a la conducción se usaban diferentes tipos de tuberías, como eran: Cerámica ("*Tierra Cocida*"): que trabajaban a presión y a lamina libre en función de su espesor; Plomo: siempre iban a presión y eran tuberías de distribución; Bloques de Piedra: se usaban como arterias principales que comunicaban depósitos e iban a presión; Bronce: eran tramos pequeños a presión baja dentro de los edificios que conducían a los grifos. Crearon la primera legislación que protegía el agua "*jus aquae impetratae*", sus conducciones "*jus duccendae aquae*" y su distribución "*jus tuendae aquae*", estableciendo servidumbres de paso, distancias mínimas entre construcciones, etc. Y al mismo tiempo legislaron las sanciones, expropiaciones, tributos y régimen de licitaciones para el mantenimiento y construcción de algunas infraestructuras.

Como se ha expuesto, desde el comienzo de la existencia de las conducciones, ya sean de abastecimiento como las de saneamiento, han producido problemas de diverso orden, debido a sus roturas (Mateos de Vicente

M., 1997). Sin duda hay mucho que estudiar de este asunto pero centraremos nuestro trabajo de investigación en la zona geográfica de la Región de Murcia y en los problemas que se han podido estudiar al respecto de los daños en las edificaciones en los municipios a los que se ha tenido acceso.

1.2. OBJETIVOS CIENTÍFICOS.

Con esta investigación se pretende mostrar cómo afecta en la estructura de cualquier edificio, que se produzca una avería en las redes de abastecimiento o saneamiento en sus inmediaciones. Intentaremos mostrar las diferencias que existen cuando los daños son generados por las de abastecimiento o por las de saneamiento, aunque las más comunes son las primeras.

También es importante saber cómo influye el terreno que existe en la zona, porque es un elemento necesario pero no suficiente para determinar la gravedad de las afecciones. El clima como se conoce, es también influyente en el comportamiento del terreno, ya que, dependiendo de este último puede generar movimientos de los estratos que muevan a la vez las cimentaciones de las edificaciones (Lecuona A. et al, 2005).

Para poder conocer el origen del agua que genera la patología, trataremos de desarrollar un procedimiento de toma de datos que nos sirva para hacer un diagnóstico correcto con el mínimo coste. Se ha constatado que no existen trabajos de rigor sobre este asunto, a pesar de la importancia que tiene y con la frecuencia que se producen en cualquier ciudad donde existen infraestructuras como las tratadas. Una parte muy importante de todo este proceso de investigación, es una adecuada toma de datos de cada caso para poder disponer de las suficientes variables que nos lleven posteriormente a tomar una decisión acertada, basada en la experiencia y conocimientos adquiridos.

Sin embargo, no podemos olvidar que la estructura y la antigüedad de la edificación también son muy importantes. No causará el mismo daño en una estructura moderna con cimentación a base de zapatas arriostradas o con losa de cimentación, que sobre una de antigüedad mayor de 50 años que está construida sobre muros de mampostería.

En los años sesenta del pasado siglo, no se hacían prácticamente estudios geotécnicos previos a la construcción de una edificación, sino que se excavaba hasta un terreno que se consideraba estable por su apariencia y de ahí partía la cimentación, sin saber la composición de los sustratos que tenían debajo, ni tan siquiera la capacidad portante de donde se apoyaba. Se obviaba también la higrometría del terreno y sus consecuencias. Los estudios geotécnicos y técnicas de reconocimiento del terreno son cruciales para diagnosticar de manera exacta las patologías.

Mostraremos que las roturas de estas redes ponen de manifiesto o acentúan problemas ya preexistentes en las edificaciones. Lo complejo en estos casos, es determinar en qué medida es responsable la rotura de la conducción en los daños causados.

1.3. DISTINCIÓN DE DAÑOS PROVOCADOS POR ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO. FENÓMENO FÍSICO.

De manera generalizada en el sur y centro de España, casi la totalidad de las redes de distribución en las ciudades, están configuradas por lo general, de la siguiente forma:

- Abastecimiento: red a presión.
- Saneamiento: red en lámina libre o rodada.

En primera instancia, como parece lógico, la mayoría de los siniestros en los edificios son provocados por las redes de abastecimiento, pero no quiere decir que no sean provocadas también por las redes de saneamiento, aunque en menor medida. Se analizan las siguientes variables:

- La primera variable a tener en cuenta, es el tiempo que necesitan para provocar el daño, para redes de igual tamaño, será más rápido el daño que provoque la red a mayor presión.
- La segunda variable será el tamaño de la red, ya que cuanto mayor sea, mayor será el daño.
- La tercera, el material con el que está hecha, porque una red de fibrocemento se puede fracturar con mucha mayor facilidad que otra de fundición dúctil, o

tendrá menos posibilidades de romperse una red de saneamiento de hormigón armado que una de poliéster reforzado con fibra de vidrio.



Fotografía 1. Rotura por agotamiento de una red de fibrocemento DN60.



Fotografía 2. Detalle de la fractura producida.

- La cuarta variable sería la antigüedad de la conducción, así una que lleva instalada treinta años, será más susceptible de sufrir una avería por fatiga que otra que se haya instalado hace cinco años.
- La quinta es el tipo de terreno por el que discurre la red, porque para terrenos muy plásticos será más probable que se produzcan desplazamientos de la

conducción que provoquen fracturas o fisuras, que para terrenos estables y compactos donde la conducción no sufrirá apenas movimientos.

- La sexta sería el mantenimiento preventivo que se realice en la conducción, como parece obvio, se producirán menos roturas en redes con un adecuado mantenimiento y conservación.
- Para terminar, aunque se podría aumentar la lista, puede ser el tipo de fluido que discurra o fluya por el interior de la conducción, ya que, una red de saneamiento que se encuentre en un polígono industrial y en el que hayan empresas susceptibles de hacer vertidos corrosivos, tendrá muchas posibilidades de sufrir daños, sí es, por ejemplo, de hormigón que sí es de un material plástico. Al mismo tiempo si hablamos del agua potable, en las zonas de la Región de Murcia que se abastecen casi en exclusiva de la red de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, sufriremos las consecuencias del exceso de Carbonato Cálcico (CaCO_3), y se producirán continuos atranques y roturas en redes de material plástico en las épocas de cambio de tiempo, queremos decir, al comienzo del otoño y del verano, donde se pasa de calor a frío y viceversa, en un corto periodo de tiempo produciéndose dilataciones que provocan que la cal depositada en las paredes interiores de la conducción, se desprenda y formen acumulaciones u obstrucciones no deseadas.



Fotografía 3: Conducción de fibrocemento afectada por la acumulación de carbonato cálcico.



Fotografía 4: Unión Gibault fracturada por la acumulación de carbonato cálcico. Véase la obstrucción cuasi-total del conducto.

Lo complejo en estos casos de atranques producidos por este motivo es su localización y reparación. Puesto que en conducciones a presión donde no hay tomas intermedias no es fácil saber a partir de qué punto no hay suficiente flujo de agua. Un método que ha dado buenos resultados es escuchar mediante geófono y localizar puntos donde se produzca mayor intensidad de ruido.



Fotografía 5: Mallazo de un filtro en Y, totalmente colmatado por el efecto de la acumulación de carbonato cálcico de la red de distribución de agua potable.

1.4. TIPOLOGÍA DE AFECCIONES

Analizando los distintos tipos de afecciones, nos encontramos con:

1.4.1. Daños por humedades.

Es muy frecuente que en viviendas de más de 30 años de antigüedad, no haya forjado sanitario, ni cámara de ventilación, por lo que por efecto de la capilaridad, la humedad del terreno asciende por los paramentos verticales y genera manchas y desconchamientos. Es necesario que seamos capaces de distinguir cuando esas manchas son causa de la patología de la edificación comentada anteriormente o es debida a la humedad provocada por una fuga de agua potable o de saneamiento. Un factor a tener en cuenta es el color de la mancha. Si es amarillento o de un tono marrón puede venir de una fuga de saneamiento, pero debe estar húmedo, si la mancha está seca muy probablemente se deba a humedad por capilaridad del terreno con cierta antigüedad, y con la presencia de bacterias que le dan ese color característico.



Fotografía 6. Manchas de humedad y desprendimiento de piezas de rodapiés por una fuga de abastecimiento.



Fotografía 7. Manchas provocadas por humedad del terreno que ha ascendido por capilaridad, al no tener la vivienda forjado sanitario ni cámara de ventilación.

1.4.2. Lavado de finos y vaciado de terreno bajo cimentación.

Se producen cuando por efecto de la escorrentía del agua proveniente de una red a presión (muy rápido) o una red por gravedad (muy lento), se produce un desplazamiento o lavado de finos que hacen que los cimientos del edificio queden al aire, agotando la capacidad portante del terreno. Provocando lo que se llama “*efecto voladizo*” que genera un asiento diferencial de la estructura (Logeais, 1984). Es determinante en estos casos, el tipo de suelo que hay en la zona ya que el daño será proporcional a su calidad. Para terrenos arcillosos o limosos, el efecto es muy pronunciado ya que el vaciado será muy rápido. Por el contrario, si el terreno está formado por gravas o es rocoso con fracturación, el daño será mínimo o inapreciable al circular el agua libremente sin provocar desplazamiento de material.



Fotografía 8. Vaciado del terreno quedando sin apoyo la estructura. Se excavó hasta terreno estable y se ha reparado ejecutando a pie de obra una zapata corrida con aceros de 16mm y un hormigón HA-30.

La excavación se realiza hasta un terreno estable para poder efectuar la nueva cimentación sobre una base adecuada que permita soportar los esfuerzos reclamados por la estructura por efecto del peso del edificio.



Fotografía 9. Edificio con la cimentación reparada y estabilizado.

1.4.3. Fisuras en paramentos verticales y horizontales.

Al producirse un asiento diferencial en una edificación, las obras de fábrica son las primeras que acusan el desplazamiento ya que no son flexibles ni adsorben el movimiento. En los paramentos verticales cuando se observa una grieta oblicua nos indica, de manera general, que se ha producido un asiento diferencial y en qué zona se produjo. Eso lo sabemos porque se produce un descuelgue del paramento y por lo tanto la zona más alta de la grieta nos indica donde está el asiento.

También es muy importante distinguir grietas antiguas de nuevas. Un síntoma que es infalible, es inspeccionar si en el interior de las grietas se observa suciedad, si se aprecia que están ennegrecidas o con telarañas indica que la grieta hace años que se produjo y se debe a una patología de la cimentación previa a la rotura de la conducción. Otro síntoma de que las grietas son antiguas, es si se han repintado o enmasillado.

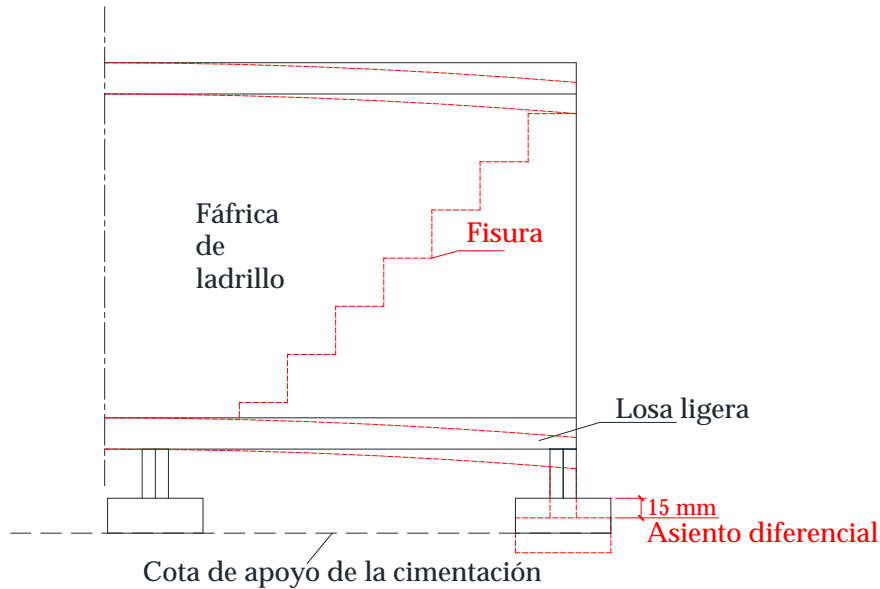


Ilustración 3. Efectos de un asiento diferencial en un muro de ladrillo. (Logeais, 1984).

1.4.4. Daños en puertas y ventanas.

Es frecuente que cuando se producen asientos en paramentos verticales o muros de ladrillo, las ventanas y puertas que hay en ellos sufran daños. Ello es debido a que son elementos que por su composición son los más frágiles con respecto a los otros del resto del paramento. Algunos de estos elementos quedan muy dañados en función del desplazamiento producido y del tiempo que éste lleve sin reparar. Habitualmente si son de madera el problema es menor porque se recoloca y endereza, luego se cepilla y puede cerrarse y abrirse de nuevo.

El caso es diferente si se trata de puertas y ventanas de acero que son muy complejas de reajustar debido a su rigidez. Es necesario utilizar elementos de compresión mecánica para intentar dejarlas en su posición primitiva pero no siempre se consigue siendo necesario la mayoría de ocasiones la sustitución. También hay casos en los que es imposible abrirlas sin tener que romperlas al quedarse totalmente impracticables por la compresión ejercida por la fábrica de ladrillo.



Fotografía 10. Se aprecia que en ese extremo del marco de la puerta de madera y contrachapado, se producido una elevación como de unos 5 cm, dejando un hueco importante.

Para caso de que estos elementos sean de aluminio, es más fácil debido a que es un material maleable y flexible, y que recupera su forma original sin demasiado esfuerzo y con pocos recursos, siempre que no se supere su límite elástico.

Pero en todos los casos sí hay cristales, se suelen fracturar con facilidad, cuando se ejerce sobre ellos una presión, si no son templados o laminado. De hecho en ocasiones, son esas fracturas las que nos hacen sospechar que se ha producido un asiento diferencial. Esto último es más común donde existen escaparates que abarcan una gran superficie y donde prácticamente no hay muros de ladrillo.

1.4.5. Accidentes causados a vehículos.

Cuando se producen precipitaciones importantes, con una intensidad de lluvia alta, es habitual que ciertas zonas de las ciudades donde no hay red separativa de saneamiento y pluviales, se produzcan desbordamientos de la red unitaria provocando que las tapas de los registros se levanten y desplacen. Ello supone un riesgo inminente para los vehículos que circulen por esas calzadas porque pueden introducir involuntariamente una o varias de sus ruedas, y provocarse daños en la zona baja del vehículo como pueden ser: rotura de

neumáticos, llantas, amortiguadores, daños en la dirección, en el cárter del motor, etc...

Otra causa que provoca daños en vehículos y que se repite a menudo, es que debido a la existencia de zanjas sin asfaltar o sin la debida compactación después a haber realizado una reparación en las redes de abastecimiento o saneamiento, se producen socavones en la calzada generados por la rodada de los vehículos. Estos pueden causar daños similares a los descritos anteriormente, en los bajos de los vehículos. Esa compactación del terreno se debe principalmente a que al tener suelos con arcillas, cuando se produce una avería, estas se esponjan y absorben gran cantidad de agua por lo que aumentan su volumen. La avería es reparada y el suelo sigue muy húmedo, pero la necesidad de restablecer el tráfico rodado hace que se entierre la tubería, de manera adecuada, se compacte en tongadas de 15cm de espesor de zahorra, sobre un lecho de arena. Pero cuando las arcillas, que han quedado en la zona inferior, se secan, se contraen y generan un vacío que provoca que la zahorra descienda, generando un desnivel o socavón, debido a la subpresión. Por ello es conveniente, siempre que sea posible dejar la zanja abierta hasta que las arcillas estén del todo secas, pero el problema es que pueden pasar periodos de tiempo inasumibles para zanjas abiertas dentro de una población.



Fotografía 11. Hundimiento de una zanja una vez asfaltada. Desnivel de unos 15 cm.

1.4.6. Daños en la vía pública.

Las redes que transcurren por la vía pública, ya sea calzada o acera, cuando se averían, provocan daños de diversa índole en las infraestructuras públicas. Dependiendo del tipo de terreno que existe en la zona y de la magnitud de la avería, los daños pueden ser de diversa consideración. También va a ser muy importante el tiempo que transcurra desde la generación de la avería y el descubrimiento de la misma, en ocasiones, no son detectadas hasta que se genera un desplome o un cráter de varios metros de diámetro. No debemos olvidar la altura a la que discurren las redes y su presión, porque si es superficial la avería se detecta casi de inmediato.



Fotografía 12. Rotura de una red a presión de agua potable

Sin embargo, si la presión de la red es alta y discurre a una profundidad superior a un metro, se pueden producir socavones de consideración como muestra la Fotografía 12.



Fotografía 13. Socavón provocado por una rotura sobre la calzada, provocando daños a un aljibe cercano que hubo de derruir.

En ocasiones, las roturas no son detectadas hasta que el tamaño del socavón es muy grande. Ello ocurre, por ejemplo, cuando las conducciones discurren por aceras amplias donde se ha colocado un emparrillado y se realizó una losa ligera de hormigón armado, que hace que no se aprecie ningún síntoma de lo que está pasando en las capas del subsuelo inmediatamente inferiores. Esto implica un elevado riesgo para las personas que circulan por esa acera ya que los socavones pueden llegar a ser de más de 10 metros de profundidad.



Fotografía 14. Socavón de 7 metros de profundidad, 3 de ancho y 8 de largo. En el fondo se aprecia la tubería de abastecimiento de fibrocemento desprendida.

Las roturas de conducciones de agua a presión son capaces de provocar lavados de finos de grandes volúmenes de arcilla en breves espacios de tiempo. Como se aprecia en la Fotografía 14, se podría decir que la avería en la conducción llevaba días o incluso semanas vertiendo grandes cantidades de agua, ya que de produjo una oquedad subterránea de más de 150 m³.

II ESTADO DEL ARTE.

2.1. ESTUDIO DEL TERRENO.

2.2. CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS MÁS UTILIZADAS.

2.3. EVOLUCIÓN DE LAS CIMENTACIONES.

2.4. DIAGNÓSTICO INICIAL.

**2.5. ENSAYOS A REALIZAR PARA DETERMINAR LA IMPORTANCIA DE
LOS DAÑOS.**

2.6. REPARACIONES DE DAÑOS MÁS COMUNES.

II. EL ESTADO DEL ARTE.

En este apartado se comentará el estado actual del conocimiento de los daños por redes subterráneas, de la tecnología y materiales de construcción y de las investigaciones que afectan al tema tratado en esta tesis doctoral.

2.1. ESTUDIO DEL TERRENO.

Como es sabido, el terreno es un elemento fundamental a la hora de poder calcular la cimentación de una edificación e incluso nos dirá si se puede construir sobre él. Antes de construir un edificio, es necesario responder a las siguientes preguntas sobre el terreno:

¿Qué clases de terrenos existen y a qué profundidad se hallan?

¿A qué profundidad se encuentra el terreno firme y qué espesor tiene la capa que lo forma?

¿Cuál es el nivel más alto de las aguas subterráneas (nivel freático)?

¿Son de prever asentamientos?

¿Existe peligro de que el terreno se hiele o se deslave?

¿Existen en el terreno materias perjudiciales para el hormigón?

¿La tierra o piedra arrancada del suelo puede tener aplicación como material de construcción?

Cuando se conozcan las respuestas a las preguntas anteriores, se puede decir que se conoce el terreno donde se pretende edificar.

Se define terreno como un conjunto de masas minerales con origen común o de la misma época, sobre él que puede apoyar el cimiento.

En función del tamaño de los granos que los componen se distinguen dos grandes grupos o clases de terrenos (García Valcarce, 2003):

- Granulares $\geq 20 \mu\text{m}$
- Cohesivos $< 20 \mu\text{m}$.

Dependiendo de la dimensión de sus partículas se puede clasificar como:

Denominación	Tamaño	
Bloques rocosos	>200mm	>300mm
Bolos, guijarros	200 a 20 mm	400 a 60 mm
Gravas	20 a 2 mm	60 a 2mm
Arenas	2 mm a 50 μm	2 mm a 60 μm
Limos	50 μm a 5 μm	
Arcillas finas	5 μm a 2 μm	
Arcillas muy finas	2 μm a 0,2 μm	
Coloides (caolinita, illita, bentonita)	< 0,2 μm	

Tabla 1. Clasificación de suelos por tamaño de sus partículas. (García Valcarce, 2003)

También se pueden clasificar los terrenos en función de su naturaleza y de la aptitud que tenga para soportar cargas:

	Terreno de cimentación bueno 3-8 kg/cm ²	Terreno de cimentación mediano 1,5-3 kg/cm ²	Terreno de cimentación malo 0-1,5 kg/cm ²
	Roca (hasta 30 kg/cm ²)		
Terrenos sin cohesión	Grava y gravilla Gravilla y arena Arena gruesa	Arena fina Arena mediana	
Terrenos cohesivos	Arcilla seca Barro seco Marga seca	Arcilla húmeda Barro húmedo Marga	
Terrenos orgánicos			Mantillo, limo, fango, marga con guijarros, turba, tierra pantanosa, tierras vertidas, arena muy fina.

Tabla 2. Tipología de terrenos por su naturaleza (Schmitt, 1998).

Se definen cada uno de esos materiales como:

- Rocas:

Es un excelente terreno para cimentar. La tensión admisible sobre este terreno según la norma DIN 1054, cuando se trata de roca con pocas grietas, con estratificación favorable y sin haber sufrido deterioros por la acción de los agentes atmosféricos, es de 15 a 30 kg/cm². Si el agrietamiento es importante o la estratificación es desfavorable hay que reducir esos valores en la medida adecuada. Cuando las rocas son compactas e impermeables, como el granito, el basalto, la caliza, los esquistos cristalinos y la arenisca de grano fino, no hace falta tener en cuenta la profundidad de congelación, porque las heladas no ofrecen el menor peligro. Los tipos de rocas permeables al agua y porosas, como la toba, la piedra pómez y la arenisca granulosa, están, en cambio, expuestas por la congelación a una meteorización progresiva e ininterrumpida. En tales casos es necesario proceder a una cimentación a profundidad exenta de heladas.

- Terrenos sin cohesión:

La grava, la gravilla y la arena están clasificadas como terrenos sin cohesión. Carecen de cohesión (no se adhieren entre si los granos sueltos) y son permeables al agua (no la absorben). La capacidad portante o aptitud para soportar cargas crece con el tamaño de los granos y la compacidad de las capas. Los materiales pétreos desmenuzados por procesos naturales se denominan piedras o cantos rodados, grava o gravilla y arena.

Las piedras o cantos rodados son una acumulación de piedras gruesas sueltas y cuyo diámetro es superior a 70 mm. La grava está formada por fragmentos o trozos de piedra de 2 a 63 mm; la gravilla es la fracción comprendida entre 2 y 6,3 mm; la grava mediana, la comprendida entre 6,3 y 20 mm; y la grava gruesa, la comprendida entre 20 y 63 mm. En tanto que la grava y gravilla que se suele encontrar en los valles y cauces de los ríos es, en su mayor parte, de superficies redondeadas y lisas, la que se encuentra en los acarreo y depósitos de los glaciares suele presentar casi siempre formas angulares. Con la grava y la gravilla puede contarse aproximadamente con una aptitud portante de unos 4 kg/cm². Aunque aumenta en capas más profundas porque allí, por efecto de la carga de las capas superiores y de la eventual acción de las aguas subterráneas, se produce una mayor compacidad de las capas.

Mezcla de grava y arena, si está formada con 1/3 en volumen de grava o gravilla, puede recibir una carga igual que la asignada a este material.

La arena está formada por partículas o granitos pétreos de menos de 2 mm de diámetro. Como la grava y la gravilla, se encuentra principalmente en el cauce de los ríos o en las morrenas de los glaciares. Admitiendo una presión sobre el suelo de 3 kg/cm² y con un tamaño granulométrico de 0,6 a 2 mm, la arena gruesa se clasifica todavía entre los terrenos buenos para cimentar, en cambio, la arena fina y la arena mediana, con tamaños granulométricos de 0,06 a 0,6 mm, sólo puede admitir una presión de 2 kg/cm².

Al igual que sucede con la grava y la gravilla, la aptitud portante de las arenas aumenta en las capas más profundas.

La relación entre el volumen de la parte sólida y el volumen de los huecos se denomina "*volumen de poros*". Se suele expresar por el tanto por ciento de huecos que contiene un material. En el caso de la arena de grano homogéneo, este tanto por ciento suele oscilar entre el 25 y el 50%: en la arena y grava de grano desigual, varía del 15 al 30%.

· Terrenos cohesivos o coherentes

La arcilla, el barro y la margas son materias térreas coherentes. La cohesión es la tendencia a adherirse o pegarse unos granos con otros y aumenta al crecer el contenido de arcilla. La capilaridad puede producir una tendencia análoga a la aglomeración en los conjuntos granulares. Según las proporciones de fracciones granulométricas de tamaño pequeño y muy pequeño se producen poros finísimos que dan origen a efectos de capilaridad muy marcados. Debido a estos poros muy estrechos, los terrenos dotados de gran consistencia ofrecen mucha resistencia a la penetración del agua. Las tierras que contienen impurezas, como las que llevan arena mezclada, pueden presentar una permeabilidad mucho mayor. Los terrenos que sólo tienen arcilla o barro no dejan penetrar el agua más que muy lentamente, pero también son lentos para acomodarse a las cimentaciones, por el efecto de la presión sobre éstas ejercida. Al aumentar la proporción de humedad, los terrenos consistentes van siendo cada vez más blandos y su aptitud para soportar cargas disminuye notablemente. Para juzgar si un terreno debe ser clasificado como bueno, mediano o malo para cimentar en él, puede determinarse la contracción que experimenta al desecarse.

Según el procedimiento "*Scheidig*", un cilindro del material térreo con su humedad natural es desecado y luego se calcula el valor o medida de su contracción en tanto por ciento.

- Contracción menor de un 5%: buen terreno para cimentar.
- Contracción comprendida entre un 5 y un 10%: terreno medianamente bueno para cimentar.
- Contracción de más de un 10%: terreno malo para cimentar.
- Contracción de más de un 15%: terreno muy malo para cimentar.

El volumen de poros de las arcillas viene a ser desde el 70% en las arcillas blandas hasta el 15% en las duras, en el barro oscila entre el 40% y el 25%.

La arcilla existe casi en todas partes. Cuando está seca y se halla en capas de un grosor no inferior a 3 m, constituye un buen terreno para cimentar que puede cargarse con 3 kg/cm². La arcilla debe protegerse contra la humedad, que la reblandece, y contra las heladas, que la desintegran. También pierde capacidad portante bajo los efectos de una desecación exagerada, por ejemplo en instalaciones de calefacción o cocción.

La arcilla húmeda puede ser cargada con una presión de 0 a 1,5 kg/cm², según la proporción de agua que contiene.

La arcilla debe contener de un 50% a un 80% de partículas de menos de 0,01 mm de diámetro. Si el contenido de estas partículas es menor se califica como arcilla magra o barro. En las arcillas magras, los granitos de arena, que son los que producen la aridez, son demasiado pequeños para poder ser notados. En el barro son ya algo mayores y se notan al tacto. El barro es también una mezcla de arcilla y arena. Cuando la proporción de arcilla que contiene es baja, se dice que es magro o áspero, y cuando es alta se denomina graso. Si está seco y la capa tiene buen espesor, el barro, lo mismo que la arcilla, puede soportar 3 kg/cm². Al aumentar la dosis de agua que contiene se reduce la presión que puede admitir como terreno. Las margas son una mezcla de arcilla, barro y caliza cuya proporción puede variar, en esta última, entre un 10% y un 90%. La marga seca presenta la misma resistencia a la presión que la arcilla o el barro. Si la dosis de

caliza es alta, incluso puede superarla. Es, desde luego, muy sensible a la acción del agua porque la caliza se empapa.

· Terrenos de naturaleza orgánica:

Son del todo inapropiadas para hacer cimientos sobre ellas al tener muy baja su presión admisible. Los terrenos de naturaleza puramente orgánica están formados por restos de plantas más o menos descompuestas y restos de organismos animales. Según su grado de descomposición se distingue entre "*turba no descompuesta y turba moderadamente descompuesta*", cuando todavía se advierte en ella una gran proporción de restos vegetales (musgo y plantas análogas). Y "*turba intensamente descompuesta*", cuando sólo está integrada por partes componentes sueltas, por lo general de tonalidad oscura, no identificables ya individualmente. Los terrenos con contenido orgánico notable, por lo común de constitución fina y semejante a la de la arcilla o del limo, reciben el nombre de "*marjales*".

En terrenos de naturaleza orgánica con adiciones minerales, las características de estas últimas se expresan mediante los adjetivos apropiados, como son por ejemplo: marjal arcilloso, marjal muy arenoso, turba poco arenosa, etc.

La capa superior del suelo, sometida a la acción del aire, que contiene humus y microorganismos vivientes, recibe el nombre de "*tierra vegetal*". Sólo raras veces se compone la tierra vegetal de humus puro; normalmente es una mezcla de humus y tierras minerales.

A modo de resumen, indicaremos las principales diferencias entre arcillas y arenas:

ARCILLAS	ARENAS
SUELOS COHESIVOS	SUELOS INCOHERENTES
SON PLÁSTICAS	NO SON PLÁSTICAS
SON IMPERMEABLES	SON PERMEABLES
ASIENTAN MUCHO	ASIENTAN POCO
ASIENTAN LENTAMENTE	ASIENTAN RÁPIDAMENTE

Tabla 3. Diferencias entre arcillas y arenas. (Aranda González, 2012).

Una vez que tenemos definidos los distintos tipos de suelo y sus características definiremos como se realiza el estudio del mismo y la toma de muestras.

En construcciones ligeras no se suele hacer un estudio completo del terreno. Para el estudio previo de un terreno de grandes dimensiones se recurre a sondeos de reconocimiento. Se practican una serie de perforaciones dispuestas de manera similar a un tablero de ajedrez y bastante distanciadas unas de otras, hasta una profundidad necesaria para encontrar una capa resistente de suficiente espesor. Para interpretar con más exactitud los resultados obtenidos se ejecutan entonces perforaciones adicionales o sondeos intermedios. Se debe tener en cuenta:

- Las relaciones entre las formaciones geológicas que afloran (mapas geológicos a escala 1: 25000).
- El nivel de aguas subterráneas y sus fluctuaciones en el transcurso de las estaciones.
- La experiencia obtenida con otras obras ya realizadas, si es el caso.

Las excavaciones y perforaciones se harán dentro del recinto del solar del edificio y en sus inmediaciones. La distancia entre estas no debe de superar los 25m. La profundidad mínima de perforación según la norma DIN 1054 es de 6m, por lo que las zanjas de explotación no son lo que más se utiliza ya que hacer zanjas de 6m o más, implica hacer entibaciones y desagües, por lo que no se superan los 3m. La ventaja de este método es que se pueden hacer los ensayos inmediatos del terreno.

Los sondeos es el procedimiento más simple y realizado, usado para realizar reconocimientos previos a pequeñas profundidades, por ejemplo sobre roca. Consiste en efectuar sondeos introduciendo sondas por percusión. Las sondas, que suelen ser barras de acero de 2 a 4 m de longitud con punta aguzada, se hincan en el terreno, fácil y rápidamente, a golpes, pero sólo permiten extraer escasas cantidades de muestra de las capas de terreno atravesadas. Los sondeos por hincado se efectúan con auxilio de una sonda de cabeza ensanchada y un martinete. Contando el número de golpes asestados y midiendo la profundidad de penetración, el progreso del hincado permite sacar conclusiones sobre la

compacidad y resistencia del terreno sin necesidad de extraer muestras. A profundidades superiores a 8 m este método no es eficaz.

En sondeos a presión se mantiene constantemente aplicada contra el terreno una sonda de medición. Con ello pueden obtenerse ya, sin necesidad de extraer muestras, buenos valores orientativos sobre la resistencia del terreno, ya que la presión de punta, el rozamiento lateral y la resistencia global pueden ser evaluados con exactitud.

Las perforaciones permiten un trabajo rápido, cuestan relativamente poco y pueden emplearse en todas partes. Llegan a grandes profundidades y el agua que en el subsuelo pueda existir, no estorba a los trabajos. Es el método más usado.

La extracción de muestras es imprescindible para conocer la composición del terreno, por lo que se utilizan unos equipos para realizar las perforaciones, que a su vez llevan acopladas unas barrenas que son las que hacen los orificios y extraen el material.

Una vez extraídas las muestras, se puede determinar la composición y características mecánicas de todas las capas de sustratos que tenemos en el terreno del edificio afectado. Para ello se realizan una serie de pruebas en laboratorio con los datos y las muestras tomadas en campo.

El método SPT (García Varcace, et al., 2003) consiste en realizar en primer lugar una perforación mediante penetrómetro dinámico, con una maza de 63,5 Kg que se deja caer libremente desde una altura de 76,2 cm, lo que equivale a un trabajo de 474J sobre el varillaje. Una vez realizada la perforación se introduce en el fondo de la misma una cuchara normalizada que se hinca 15cm en la capa a reconocer. Se hace una marca en el varillaje y se cuentan los golpes necesarios para que la cuchara alcance una profundidad de 30cm. El número de golpes que resulte se usa para conocer las características del terreno según tablas.

El método más usado para reconocimiento geotécnico del terreno es el DPSH o ensayo de penetración dinámica superpesada según UNE 103.801/94. Consiste en realizar una hinca en el terreno con un elemento de penetración, generalmente cónico, unido a un varillaje y contar el número de golpes necesarios para alcanzar una profundidad de 20cm, N_{20} . La prueba se considera rechazo si se

necesitan más de 100 golpes para alcanzar los 20cm o se alcanzan 75 golpes tres veces consecutivas.

2.2. CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS MÁS UTILIZADAS.

En diversa bibliografía (Aranda González, 2012), se considera que hay tres tipos de cimentaciones, a grandes rasgos, que son las superficiales, los pozos de cimentación y las profundas. Son superficiales van de 0-4 m, los pozos de cimentación de 4 a 6 m, y las profundas o pilotes más de 6 m.

Hay que destacar que el tipo de cimentación queda determinado por su forma general y sus proporciones. Se podrían clasificar:

$(D)/(B) < 3$ cimentaciones superficiales (zapatas y losas)

$3 < (D)/(B) < 8$ cimentaciones semi profundas (pozos)

$(D)/(B) > 8$ cimentaciones profundas (pilotes) (según CTE).

Siendo D la distancia del plano de cimentación al nivel natural del terreno o cota excavada y B el ancho de la cimentación o Base.

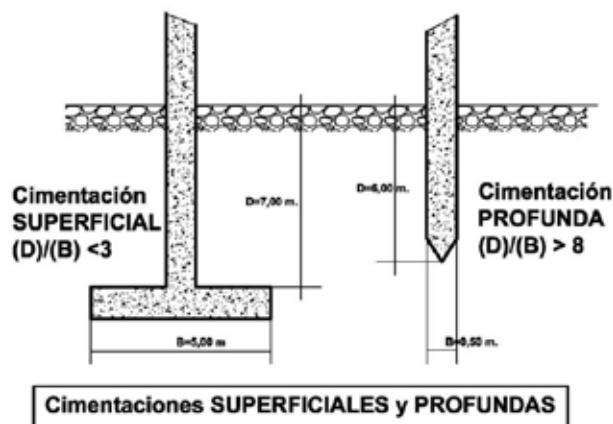


Ilustración 4. Clasificación de las cimentaciones. (Aranda González, 2012)

Los dos primeros tipos de cimentación, las superficiales y los pozos de cimentación, se calculan de manera semejante. El tercero por el contrario utiliza métodos muy diferentes.

Dentro de las superficiales tenemos (Aranda González, 2012):

- Zapatas:
 - § Aisladas.
 - Centradas.
 - De medianera.
 - De esquina.
 - § Combinadas.
 - § Zapatas continuas
- Vigas o losas flotantes.
 - § Vigas flotantes.
 - § Emparrillados
- Losas continuas

En las semiprofundas solo tenemos los pozos de cimentación.

Y en las cimentaciones profundas:

- Pilotes.
 - § Hormigonados y ejecutados “*in situ*”.
 - § Prefabricados.
- Cajones y pilas cuando son de gran diámetro.
- Tipo pantalla o Muro-pantalla:
 - § Pantallas de hormigón “*in situ*”.
 - § Pantallas prefabricadas.
 - § Pantallas mixtas.
 - § Tablestacas metálicas.

Sobre los cimientos se ejecuta la estructura, que es el armazón o es esqueleto de un edificio, y es la que soporta todas las cargas y presiones que este recibe.

Como es sabido, no solo soporta el peso del edificio, del mobiliario y de las personas, etc..., sino que también recibe fuerzas que vienen generalmente de fenómenos naturales como: el viento, la nieve y los terremotos.

Las estructuras de hormigón son las extendidas y usadas en todo el mundo para edificios bajos y de media altura, por su flexibilidad y eficacia. En algunos países industrializados, como Japón, prefieren usar estructuras metálicas (Gómez et al, 2008). En el pasado, las estructuras de muros portantes eran más usadas y todavía en algunos países del tercer mundo se usan, al no disponer de otros recursos mejores.

% toneladas	JAPON	USA	EUROPA
Viviendas	21	4	2
Industrial	34	33	58
Otros edificios	34	45	31
Torres	3	5	5
Puentes y obras hidráulicas	8	13	4
TOTAL	100	100	100

Tabla 4: Uso de estructuras de acero en edificios de Japón, EEUU y Europa. (Ministerio de Fomento, 2012)

El tipo estructural más habitual es el entramado de barras con nudos rígidos, realizados “*in situ*”, con continuidad de sus elementos. En algunos casos se pueden incorporar uniones con algún grado de libertad como juntas de dilatación o rótulas.

Estas estructuras se han extendido en todas las zonas de industrialización media o alta, con una relación de costes entre mano de obra y materiales muy razonable. Elegida también por las grandes ventajas que ofrece por su rigidez y óptimo comportamiento frente a agentes atmosféricos y al fuego (Hernández Montes et al., 2007).

2.3. EVOLUCIÓN DE LAS CIMENTACIONES.

Las cimentaciones como tales, nacieron hace miles de años, cuando el hombre se percató de que era necesario dar estabilidad a las edificaciones que hacía, de carácter religioso en su mayoría, ya que con el transcurso de los años veía que muchas de ellas se colapsaban, bien por el terreno donde estaban apoyadas o bien porque no tenían distribuidas las cargas. De ahí que les surgió la necesidad de empezar a estudiar el terreno donde afincaban sus edificios y la forma en la que se hacía el apoyo de los mismos.

Los primeros que tuvieron consciencia de que era necesario hacer una cimentación sólida para sus edificaciones, fueron los griegos (1000 aC). Usaban las zapatas, en diferentes configuraciones, como elemento de cimentación más común para apoyar sus edificios. Las zapatas corridas eran lo que más utilizaban, por lo que estas serán las que más datos facilitaran para ver la evolución de este sistema de cimentación.

Después de la época de los romanos no se consideraban los cimientos tan importantes por lo que ya no se edificaba sobre terreno resistente, aunque sabían que era algo muy importante. Se consideraban los criterios estéticos y económicos, antes que los de la seguridad del edificio, consideraban solamente la sección transversal del edificio y no tenían en cuenta ni la naturaleza del apoyo ni el peso que tenía que soportar. Sin duda fue un paso atrás en esta evolución. (García Gamallo, 1997)

La losa de cimentación era un elemento que se empleaba de manera excepcional en edificios singulares construidos sobre terrenos muy deficientes o con riesgo sísmico. Aunque no era empleada por motivos meramente económicos, desde el Imperio Romano, también parece que era por motivos mecánicos y constructivos. La recuperación de la losa como sistema de cimentación coincidió con la primera Revolución Industrial (siglo XVIII), cuando se descubrió la influencia que las dimensiones en planta de los cimientos ejercen sobre los asientos de la edificación. Pero la plena recuperación llegó mucho después, cuando se introduce el hormigón armado en las fábricas de cimentación. Así pues los emparrillados de madera no presentan propiamente una evolución, hasta la primera revolución industrial, sino que se usaban por motivos:

- Económicos: para evitar el pilotaje.
- Constructivos: regularizar y nivelar el plano de arranque de las fábricas en los terrenos blandos o crear recintos para construir en seco las cimentaciones bajo el agua.
- Mecánicos: para atar las fábricas y repartir las cargas sobre un elemento capaz de contrarrestar las tracciones.

Se podría decir sin riesgo a equivocaciones, que las cimentaciones han evolucionado muy poco, en comparación con otras tecnologías, desde la época Romana hasta el siglo XIX. Fue entonces cuando con la aplicación de la maquinaria a vapor, a técnicas no muy usadas hasta entonces, como el pilotaje, permitieron avanzar en la seguridad de los edificios mejorando sus cimentaciones, sobre todo en terrenos inestables y con presencia de agua. Los pilotes metálicos de fundición comenzaron a usarse a mediados del siglo XIX y fue ya en el siglo XX cuando se introdujeron los perfiles laminados. Los pilotes de hormigón comenzaron a usarse a mediados del siglo XX en Suecia y ahora son los que más se usan. Actualmente, los pilotes alcanzan profundidades de más de 50 metros y diámetros de hasta 4 metros, con cargas por encima de las 1000 toneladas. Aunque antiguamente todos los pilotes eran de madera, en la actualidad prácticamente sólo se utilizan pilotes de hormigón, aunque en situaciones excepcionales se utilizan los metálicos.

Sin duda, desde el siglo XIX hasta ahora, ha sido cuando se ha producido la auténtica revolución en el desarrollo y mejora de las técnicas de la cimentación. Se han introducido modelos matemáticos y empíricos que nos permiten calcular con precisión las dimensiones de los cimientos de manera que nos garanticen una vida prolongada del edificio. Ahora se disponen de técnicas, como los estudios geotécnicos, que permiten al proyectista adecuar en función del terreno del que se dispone, la cimentación que mejor se adapte y que económicamente sea menos costosa. Por ejemplo, en ocasiones puede ser más económico ejecutar una cimentación por pilotajes que por losa de cimentación, dependiendo del tipo de terreno y de la superficie del edificio.

2.4. DIAGNÓSTICO INICIAL

El primer síntoma que aparece cuando existen daños en una cimentación son los asientos diferenciales, producidos por la pérdida de la capacidad portante del terreno. Como es sabido, esto se puede deber a muchos factores, por lo que será imprescindible realizar una investigación de causas. En primer lugar habría que conocer la interacción entre el suelo y la cimentación. Con respecto al suelo, existen dos grupos:

- Los granulares: gravas y arenas.
- Los cohesivos: arcillas y limos.

Según (Villalaz, 2004) y (Juárez Badillo E., 1974), en los suelos granulares podemos deducir la uniformidad de los granos y la capacidad de compactación, mediante las curvas granulométricas. El suelo granular es apto para soportar cimentaciones, si el espesor del estrato es suficiente y la compacidad es media o alta. Los asientos en este tipo de suelos, se aprecian de manera rápida, frente a cargas estáticas y de manera muy considerable frente a cargas dinámicas.

En los suelos cohesivos, la consistencia varía con la humedad y el asiento bajo carga estática es lento, pero puede llegar a ser importante, sobre todo en presencia de agua. Según el grado de humedad, la arcilla tendrá una consistencia fluida, plástica o seca. Los puntos de inflexión entre una consistencia y otra, se llaman límites de Atterberg. Estos límites se usan para clasificar un suelo y conocer su consistencia.

Será muy importante para poder determinar que está ocurriendo en el edificio, desde el punto de vista de sus deformaciones, conocer (Lozano y Lozano, 2001):

- Testimonios de propietarios, usuarios, vecinos o simples conocedores del edificio, que nos ayuden a estimar la fecha en las aparecieron los primeros síntomas y si se han agravado desde su inicio o por el contrario, siempre han permanecido como en el momento actual.
- Conocer las modificaciones que haya habido en el entorno inmediato del edificio: excavaciones, recocado o pavimentado de calles, instalación de redes de abastecimiento o saneamiento, etc..., teniendo especial importancia las edificaciones adyacentes a la que se quiere inspeccionar que han podido crear

afecciones por el bulbo de presiones producido por el peso de las edificaciones.

- Investigar posibles modificaciones del nivel freático, como consecuencia de bombeo de pozos, supresión de actividades agrícolas, construcción de embalses, aumento o descenso de lluvias en la zona, etc...
- Disponer del proyecto de ejecución del edificio y reformas históricas que nos puedan indicar usos anteriores, reparaciones, incendios, modificaciones estructurales o arquitectónicas, daños por terremotos o inundaciones.
- También es importante saber si hubieron edificaciones anteriores que se demolieron, para construir las existentes y las causas que llevaron a la ruina de aquellas, si la hubo.

Los asientos diferenciales pueden exhibir aspectos distintos:

- Fisuras inclinadas en estructuras endebles: si los muros son de fábrica de ladrillo las grietas serán escalonadas.
- Abertura de juntas en estructuras rígidas, como puede ser entre edificios.

Cuando no se producen asientos diferenciales porque se han tomado medidas estructurales, para hacer al edificio más rígido y resistente, se puede producir lo que llama asiento en conjunto. Si la capa compresible del suelo tiene espesor constante y la construcción no es más pesada en un extremo que en otro, es decir, si el centro de gravedad de las cargas está cerca del centro de gravedad de los cimientos, el edificio se asentará regularmente sin perder su verticalidad. En caso contrario, perderá su perpendicularidad, un caso muy conocido es el de la Torre de Pisa. Acto seguido, es lógico plantearse qué asiento de conjunto es admisible en un edificio. No existe una respuesta concreta a tal pregunta; si la construcción estuviera aislada en la naturaleza, sin enlace alguno con una red de abastecimiento o saneamiento, teóricamente no habría límite para asientos de conjuntos, siempre que se supiera su valor aproximado. Si se calcula un asiento de 1m, será suficiente prevenir sus efectos en las diversas plantas. Sin embargo, los asientos no se calculan más que con cierta aproximación, persistiendo la duda sobre el asiento real. Un error en la cota final de un edificio puede tener

consecuencias molestas, particularmente en la referida al nivel de acceso peatonal o de vehículos al mismo. Por otra parte, toda construcción está unida al exterior por redes de canalización de servicios que sufrirán también asientos, que a corto plazo, suponen roturas. (Logeais, 1984).

Otro aspecto a tener en cuenta, es la aparición de humedades en los paramentos verticales, que nos puede indicar que hay una rotura en las inmediaciones ya sea de saneamiento o de abastecimiento. No se debe de confundir entre humedades por agua procedente de una rotura y las que están producidas por filtraciones verticales por capilaridad, en edificaciones sin forjado sanitario ni cámara de ventilación.

En el caso que brote o emane agua, lo mejor es hacer un análisis químico, en primera instancia “*in situ*” de cloro libre y Total, de pH y conductividad. Para luego tomar una muestra y enviarla a laboratorio y que midan la presencia de coliformes o de e-coli, que puede decir, dentro de una relativa certeza, si el agua procede del agua potable o de otras fuentes como saneamiento o aguas subterráneas.

2.5. ENSAYOS A REALIZAR PARA DETERMINAR LA IMPORTANCIA DE LOS DAÑOS.

En este apartado se utilizarán las técnicas expuestas en el libro “*Ensayos y técnica de obtención de información*” (Alcañiz M. J., 2013), destacando:

2.5.1. Medición de grietas y fisuras:

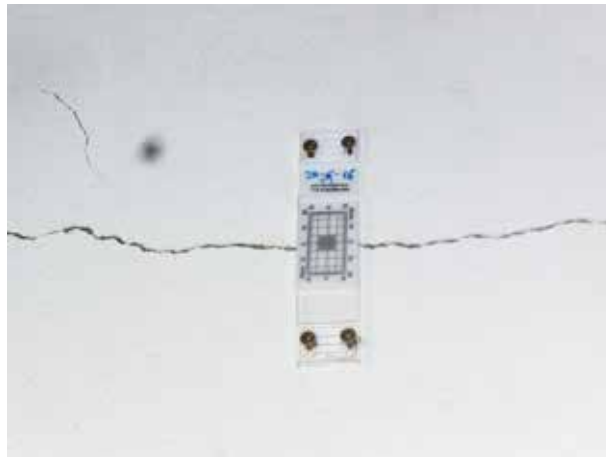
Estas son las primeras manifestaciones de los asientos. Debemos realizar una inspección de cada grieta que haya, realizando fotografías de las mismas para su estudio y comparación posterior. Además es conveniente la representación de las mismas en planta o alzados, definiendo los huecos de ventanas y puertas, ya que son las zonas más débiles y donde se acumulan las tensiones. Existen algunos métodos de control de grietas, citaremos los más significativos:

- Testigos de yeso: Nos dan una idea de si las grietas o fisuras siguen sufriendo movimientos, pero sólo a nivel cualitativo. El método consiste en tapar con

yeso una parte de la grieta por ambos lados, siendo las dimensiones aproximadas del testigo 10x5x0,5 cm. Es muy importante colocar el yeso sobre la “obra viva”, nunca sobre ningún tipo de revestimiento, sea pintura, enlucido o revoco. Luego anotaremos la fecha en la que ha sido colocado. De haberse producido la rotura del testigo se anotará la fecha en que se produjo la inspección y se procederá a colocar otro en su proximidad, de esta manera se podrá tener una idea sobre la velocidad con que se produce la deformación, generando gráficos de seguimiento. Entre sus ventajas, destacamos que el sistema de colocación es muy simple y permiten que personas no especialistas tengan una idea clara de la evolución sufrida por el edificio. Una fotografía de los testigos es un documento de gran importancia para la redacción del informe final. Entre sus inconvenientes, destacamos que el número de testigos no significativos es muy importante, por despegues, roturas, etc. No se deben utilizar en el exterior, ya que se entumescen y finalmente determinar si un testigo está fisurado o no, puede ser muy impreciso.

- Testigos de vidrio: se usan cuando aparecen grietas en el exterior, sustituyendo a los testigos de yeso. Los testigos de vidrio consisten en colocar un trozo de este material, de dimensiones aproximadas de 10x5x0,1 cm, que se pega con adhesivo adecuado (por ejemplo: resina) a los lados de la grieta. Son más sensibles a los movimientos que los testigos de yeso, lo que permite detectar movimientos a menor escala. Suelen dar más fallos que los testigos de yeso por su fragilidad.
- Fisurómetros: son instrumentos que permiten medir tanto los movimientos de una grieta, una fisura o una junta de dilatación, y son: fisurómetros de regleta; como su espesor: cuentahilos o lupas de precisión. Los fisurómetros de regleta son pequeñas reglas de plástico compuesta por dos piezas que se sujetan cada una de ellas a uno de los dos lados de la fisura y que lleva incorporada una escala graduada, que permite llevar un seguimiento de su evolución, con una precisión de 0,5 mm. El cuentahilos o lupa de precisión, es un instrumento que permite medir el grueso de la fisura con una precisión que puede llegar a ser de 0,1 mm. Posee una o dos lentes de aumento y una escala graduada impresa en un cristal. La medición se lleva a cabo sobreponiendo el cuentahilos en la fisura. Para evaluar el comportamiento de la grieta en obra, si no se dispone

de los elementos anteriores, se realiza un fisurómetro empotrando clavos a ambos lados de la fisura y midiendo la distancia entre ellos con un calibre convencional o pie de rey, por lo que es poco costoso y no tiene que quedar permanentemente en la obra.



Fotografía 15. Fisurómetro.

- Comparadores mecánicos: flexímetros y defómetros: se utilizan para un control óptimo de las grietas. Consiste en una pieza metálica extensible que posee un comparador en la parte central, que capta las variaciones de longitud. La medición se realiza instalando dos tetones fijados permanentemente a uno y otro lado de la grieta y colocando los extremos del defómetro sobre ellos. Se obtiene información sobre el aumento o disminución de la distancia que los separa. Para realizar la medición de los elementos en un plano, es necesario tomar lecturas entre tres puntos que formen un triángulo sobrepuesto a la fisura. Con las lecturas efectuadas periódicamente puede hacerse un gráfica tiempo-incremento de las deformaciones. Es posible averiguar la incidencia de la temperatura sobre la dimensión de la grieta, para ellos se toma la temperatura ambiente en el momento de la lectura y se descarta esta variable dentro de los incrementos totales medidos. Presentan algunos inconvenientes, como su elevado coste y

el consiguiente riesgo de que desaparezca, terminada la observación. Al sobresalir del muro es fácil que se les golpee y se pierda la información acumulada. Tiene extrema sensibilidad a los cambios térmicos. No deja un registro continuo y fehaciente de la evolución de las lesiones.

Con carácter orientativo, se puede afirmar que las grietas de tabiquería que alcancen velocidades superiores a 1,0 mm al mes se consideran problemas graves, mientras que el problema no es muy importante para velocidades de 1,0 mm al año.

2.5.2. Medición de asientos:

Las mediciones realizadas por un topógrafo experto, pueden alcanzar una precisión de 0,5 mm, teniendo en cuenta algunas precauciones a adoptar, empleando aparatos autonivelantes y disponer de referencias inamovibles en los pilares o elementos fijos del entorno.

Podemos usar los niveles de precisión, para la estimación de los asientos diferenciales, de flechas de gran magnitud, empleando niveles ópticos convencionales provistos de un micrómetro que aumenta su precisión, llegando a apreciar 0,1 mm. El nivel debe utilizarse siempre desde los puntos de referencia fijos.

Los asientos del orden de 1,0 mm por mes entrañan riesgos para cualquier edificación, mientras que los de 1,0 mm por año no exigen una evaluación inmediata. La tolerancia de estas medidas es mayor en mamposterías que en fábricas de ladrillo.

2.5.3. Medición de distorsiones de pórticos:

La medición se realiza mediante la instalación de pernos metálicos empotrados en la estructura, como bases para la medida, con cinta extensiométrica obteniéndose una precisión de 1,0 mm.

Podemos utilizar un extensiómetro de hilo para medir el movimiento horizontal relativo de estructuras verticales. El instrumento consta de un alambre

que se mantiene en tensión debido a un peso y a un transductor eléctrico conectado al sistema de recogida de datos. Al producirse un movimiento, se genera un potencial eléctrico que es enviado al sistema de lectura y transformado en milímetros de desplazamiento. Estos sistemas son fiables y su instalación es fácil gracias a su flexibilidad.

Podemos utilizar un péndulo directo para medir los movimientos horizontales absolutos de las estructuras verticales. En la parte superior de la estructura se cuelga el cable del péndulo, mientras que en la parte inferior una regleta mide las dos componentes de desplazamiento del cable. Utilizaremos un método similar para el control de verticalidad de elementos estructurales de edificación.

2.5.4. Control de giros y desplomes:

Se usan los siguientes métodos:

- a) Métodos ópticos: Plomadas ópticas.
- b) Métodos mecánicos: Taquímetros para ángulos y Clinómetros para niveles.
- c) Control de las condiciones ambientales: Las condiciones ambientales influyen tanto en el comportamiento de deformación de la estructura, como en algunos de los instrumentos de precisión anteriormente desarrollados, por ello se debe tener un control de la temperatura ambiente, niveles de radiación humedad relativa, dirección y velocidad del viento.

2.5.5. Inspección funcional de la estructura:

Una vez recopilada toda la información del historial del edificio, haber hecho varias inspecciones y el levantamiento del estado de las fisuras y grietas de la estructura, se pueden plantear las siguientes pruebas:

2.5.5.1. Pruebas no destructivas:

Son rápidas y no dañan la muestra:

- **Medidas sónicas:** basada en la emisión de ondas de sonido o ultrasonido a un punto de la estructura mediante un sistema de percusión y un transductor electrodinámico conectado a la vez a un aparato receptor. Con este ensayo estudiamos el tiempo que el impulso tarda en atravesar la sección del material existente entre el generador y el receptor. Los ultrasonidos son válidos para estructuras continuas, ya que para estructuras heterogéneas puede resultar de difícil interpretación.
- **Georradar:** destinado al estudio de las características estructurales de las paredes, muros, cimentaciones, terrenos, etc. Esta técnica utiliza ondas electromagnéticas de alta frecuencia, emitidas por unas antenas, las cuales vuelven reflejadas de la superficie de contacto entre materiales de diferentes constantes dieléctricas y son recibidas por una antena y transformadas en señales eléctricas. El resultado es de difícil interpretación.
- **Análisis termográfico:** analiza la radiación emitida por una estructura gracias a aparatos sensibles a los rayos infrarrojos, transformándola en señales eléctricas que a su vez se transformarán en imágenes de diferentes tonalidades. Es utilizada para detectar anomalías en los elementos estructurales cubiertos en revoques, de los cuales es muy difícil extraer muestras y otros usos donde la temperatura del elemento resulta significativa.
- **Tomografía eléctrica:** Se pretende conocer las resistividades del subsuelo y mediante técnicas de modelización numérica, determinar la composición geofísica del terreno. El método consiste en medir la resistividad por acoplamiento capacitivo mediante la configuración eléctrica dipolo-dipolo que lo forman un emisor y un receptor, uno emite un impulso electromagnético que el otro recibe, midiendo su voltaje. Con esto se genera una imagen 2D o 3D que permite mediante diferentes escalas de color, saber que materiales conforman las distintas capas del subsuelo. (Sánchez U. J., 2016) y (Dahlin T.; Bernstone C., 1997).

2.5.5.2. Pruebas destructivas:

Son las que complementan la información obtenidas por las pruebas no destructivas, necesarias para la evaluación de las condiciones estáticas de una estructura:

- Reconocimiento con sonda de televisión: Para conocer las características estructurales de los diferentes tipos de paredes o muros del edificio, o elemento a estudiar, es necesario realizar una perforación de pequeño diámetro, donde se puede además recoger unas muestras de los puntos más representativos de la estructura portante. Estas muestras son sometidas a las pruebas de laboratorio más adecuadas, para identificar las características físico-químicas de los materiales.
- Técnica de los gatos planos: nos permite obtener parámetros de deformabilidad y de resistencia, mediante el análisis de los siguientes parámetros:
 - Medida del estado de sollicitaciones.
 - § Determinación de las características de deformabilidad.
 - § Evaluación de las características de resistencia a compresión.
 - Prueba de elastometría: prueba menos fiable que la de los gatos planos, pero permite comparar los módulos de elasticidad exterior e interior de un muro.

2.5.6. Inspección del subsuelo del edificio:

Para llevar a cabo una correcta inspección del terreno, se hacen las siguientes actuaciones:

2.5.6.1. Inspección de la red de alcantarillado:

Teniendo en cuenta que una de las causas más frecuentes de aparición de asientos en edificios antiguos proviene de la presencia de agua en suelos arcillosos o limosos, es necesaria la inspección de estas redes para comprobar la existencia de averías, actuales y antiguas.

2.5.6.2. Inspección de la cimentación.

Pueden darse las siguientes tipologías en función del tipo de cimentación:

- Cimentación superficial: se deberán realizar pozos tangentes a los cimientos hasta alcanzar el plano de la cimentación, lo cual permite además inspeccionar el terreno que sirve de firme. Se debe poner especial cuidado en laderas, terrenos deslizantes y expansivos, ya que la excavación disminuye la capacidad portante del terreno de cimentación, pudiéndose producir movimientos horizontales combinados con los asentos.
- Cimentación por pilotes: en este caso el pozo deberá dejar al descubierto el encepado y la cabeza de los pilotes que necesitamos inspeccionar. Se comprobará la calidad de los materiales, las dimensiones y la posible existencia de fisuras en el encuentro de los pilotes y el encepado, lo cual daría señal de que se han producido esfuerzos de flexión sobre los propios pilotes. Se puede realizar también el ensayo con martillo sónico o pensar en otros métodos destructivos. Para poder comprobar la calidad de la ejecución de los pilotes, es conveniente, aunque costoso, realizar el sondeo de alguno de los pilotes, obteniendo un testigo continuo de hormigón que se puede inspeccionar y así conocer si el fallo proviene de la propia cimentación o no.

El paso siguiente sería realizar un estudio geotécnico completo y las pruebas “*in situ*” que sean necesarias y más adecuadas al objetivo que se pretende. (Alcañiz M. J., 2013)

2.6. REPARACIONES DE DAÑOS MÁS COMUNES.

Aunque no es el objetivo de este trabajo de investigación, se comentará brevemente los métodos tradicionalmente más usados para la reparación de las cimentaciones, en el caso de daño por agua.

Para recalzar una cimentación se usan varias técnicas en función de la cimentación existente, del suelo y de la patología detectada. Empezaremos por describir las fases que hay que seguir para efectuar un recalce (Romero Durán, 2005):

2.6.1. Refuerzo y apoyo provisional de la estructura, si se precisa.

En edificios modernos puede bastar un apuntalamiento exterior, mediante estructuras reticulares o el apuntalamiento de arcos y vigas. En edificios antiguos, este trabajo preparatorio puede constituir la mayor parte de la operación como ocurre en las grandes catedrales e iglesias. Se refuerzan los muros con barras de acero, los huecos se rellenan mediante inyecciones, etc. Cuando hay que recalzar una serie de cimientos aislados es frecuente unirlos mediante vigas de atado.

2.6.2. Transferencia de cargas de la cimentación primitiva al apoyo provisional.

Este proceso está íntimamente ligado al anterior. Con frecuencia es deseable transmitir la carga del miembro estructural que se va a recalzar a soportes provisionales, antes de proceder al recalce de aquel. Esto suele hacerse mediante cuñas y gatos hidráulicos. En muchos casos se transfieren las cargas a los soportes provisionalmente mediante una serie de vigas, llamadas “*agujas*” o en inglés “*needles*”, paralelas y horizontales, que atraviesan el muro que se va a recalzar a través de una serie de aberturas. Estas agujas apoyan, a veces mediante gatos, en dos apoyos provisionales.

Cuando se trata de pilares o columnas metálicas, se pueden soldar dos angulares en lados opuestos del pilar, que apoyan sobre estas vigas. Para cualquier tipo de pilar se puede emplear cepos de fricción.

Las cuñas tienen la ventaja de su economía y sencillez, pero tienen el inconveniente de que con ellas no se puede controlar la fuerza aplicada.

2.6.3. Construcción de la nueva cimentación.

En los métodos clásicos de recalce las nuevas cimentaciones se construyen debajo de las existentes, para ello se comienza por excavar bajo estas.

Para no tener que transferir las cargas a apoyos provisionales, se puede confiar en el efecto bóveda debajo de un muro continuo.

En cualquier caso, si fuese necesario este tipo de intervención será imprescindible la redacción de un proyecto de recalce de cimentación específico, para el caso particular que nos ocupe.

A continuación se muestra un método para ejecutar una nueva cimentación:

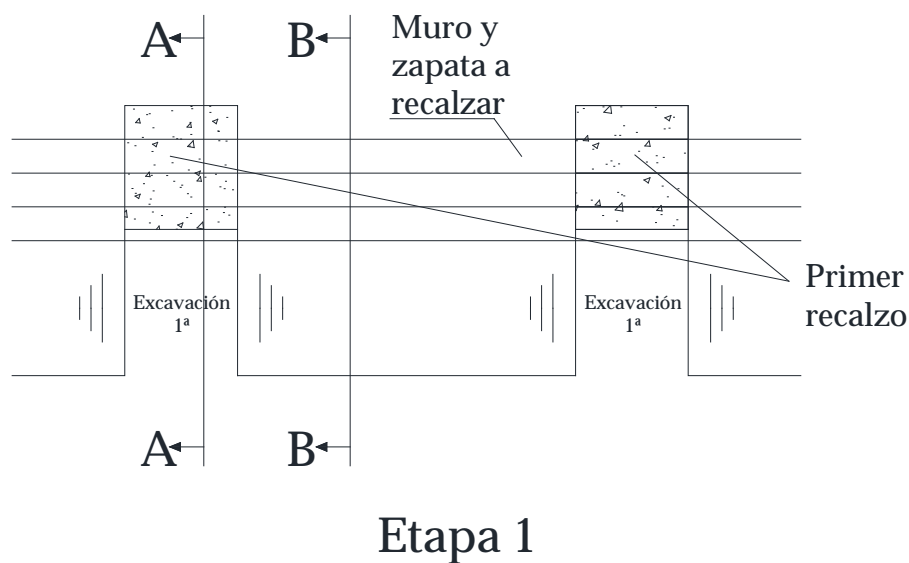


Ilustración 5. Inicio del proceso de recalce. (Romero Durán, 2005)

En primer lugar se ejecuta recalces que irán absorbiendo parte del peso de la estructura a estabilizar. Para ello, se hace tramo a tramo, para evitar descalzar la estructura al completo y no provocar nuevos movimientos que puedan colapsarla.

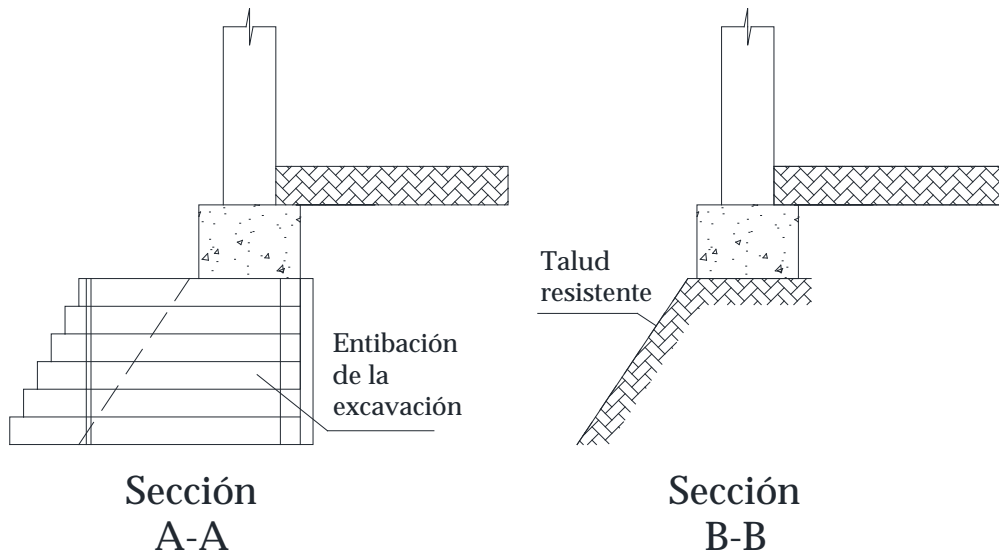
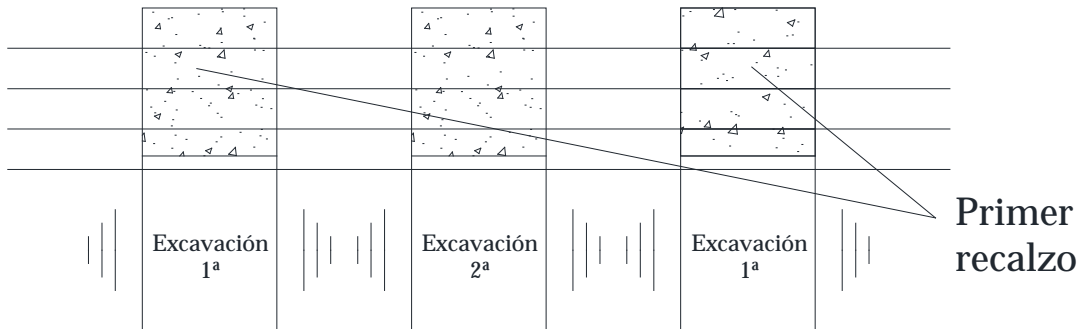


Ilustración 6. Detalle de las secciones de la etapa 1. (Romero Durán, 2005)

En el caso de muros continuos la distancia entre zanjas abiertas simultáneamente debe ser igual, al menos, a $1\frac{1}{2}$ veces su profundidad. Su ancho suele ser de 1 m y su longitud de 1,5 a 2 m.

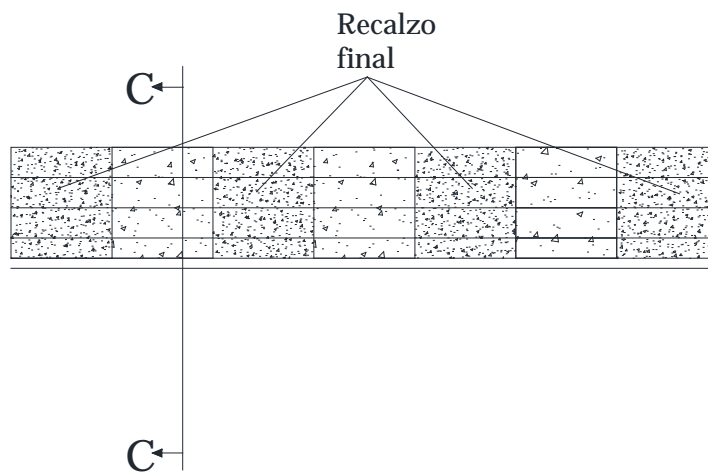
Una vez terminado el primer recalce se realiza la siguiente excavación y se recalza.



Etapa 2

Ilustración 7. Etapa 2 del proceso de recalce. (Romero Durán, 2005)

Una vez terminado el segundo recalzo, se realizan los de los espacios intermedios para dar continuidad a la nueva cimentación.



Etapa 3

Ilustración 8. Etapa 3 del proceso de recalce. (Romero Durán, 2005)

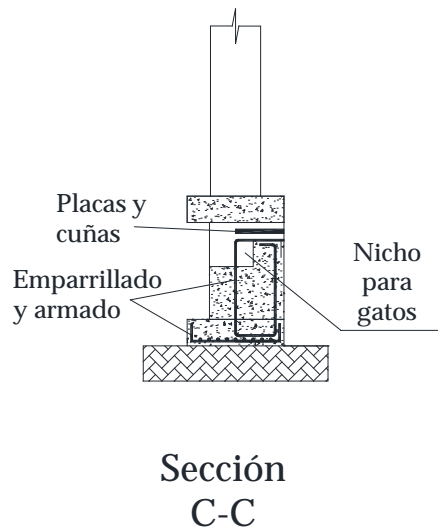


Ilustración 9. Sección de la etapa 3. (Romero Durán, 2005)

El material más usado hoy para ejecutar una nueva cimentación es el hormigón, que presenta grandes ventajas para ser usado en recalces, puede fluir, puede ser bombeado y desarrolla gran resistencia, incluso bajo el agua.

2.6.4. Transferencia de las cargas a la nueva cimentación.

Tradicionalmente se han empleado lajas de pizarra que se situaban en el hueco entre la nueva cimentación y la antigua, ejerciendo un efecto “cuña” (Romero Durán, 2005).

Una desventaja de este método es que la carga transferida no se conoce. No es adecuado para transferir cargas puntuales. Si la transferencia de la carga es insuficiente ocurrirán asentamientos al quitar los apuntalamientos.

Las cuñas de acero representan un avance. Si se conoce el ángulo de un par de cuñas se puede calcular cuánto se han separado de las cimentaciones. Sin embargo, sólo se puede hacer una estimación grosera de la carga transferida.

Los gatos de husillo son, en este aspecto, semejantes a las cuñas de acero, pero son más cómodos, permiten un mejor control y mayor separación cuando se requiere.

Cada vez son más usados los gatos hidráulicos para transferir cargas, pues con ellos se conoce la carga transferida y el control es adecuado, la bomba puede estar separada del gato, por ejemplo, en la superficie del terreno, como en general se requiere que este ocupe poco espacio, se usan con frecuencia gatos planos.

Antes de transferir la carga de modo permanente a la nueva cimentación deberían terminarse los asientos. Esto puede requerir introducir nuevas cuñas de tiempo en tiempo o volver a dar presión a los gatos.

Cuando la nueva cimentación se lleva hasta un suelo granular, cabe esperar que el asiento sea pequeño, pero si el suelo es arcilloso puede haber asientos de consolidación importantes. Ensayos de laboratorio o “*in situ*”, anteriores, deben permitir predecir el asiento lento, y estos resultados deben corregirse con las primeras medidas en la obra. El ajuste de los gatos debe continuarse hasta que el asiento remanente pueda ser absorbido por la estructura sin daño.

Para la unión final se rejuntan las lajas de pizarra y se sueldan las cuñas. El espacio no ocupado por cuñas o gatos debe rellenarse y acuñarse con lajas de pizarra o mortero seco apisonado. Los gatos pueden retirarse o remplazar finalmente el fluido hidráulico por uno que se solidifique y proporcione un medio permanente de transferencia de cargas.

En lo que se refiere a recalces superficiales, existen cuatro métodos o tipos: Ensanche o ampliación de la superficie de apoyo de la cimentación, creación de losas, profundización del plano de apoyo y recalce en profundidad de cimientos o micropilotaje. (Jiménez S. J. A., 1980):

- Ensanche-ampliación de la superficie de apoyo de la cimentación (Ruiz G. y Fernández E., 1995):

Es un caso habitual cuando los cimientos resultan insuficientes por trabajar a tensiones muy elevadas o se han degradado, perdiendo parte de su área efectiva. También se emplea este método cuando se van a aplicar mayores cargas que las preexistentes y el estrato de apoyo es de resistencia suficiente para la nueva situación.

El problema fundamental es la unión de la parte nueva con la antigua y que la puesta en carga del conjunto se consiga sin presencia de asientos adicionales.

En líneas generales se presenta la siguiente clasificación de soluciones:

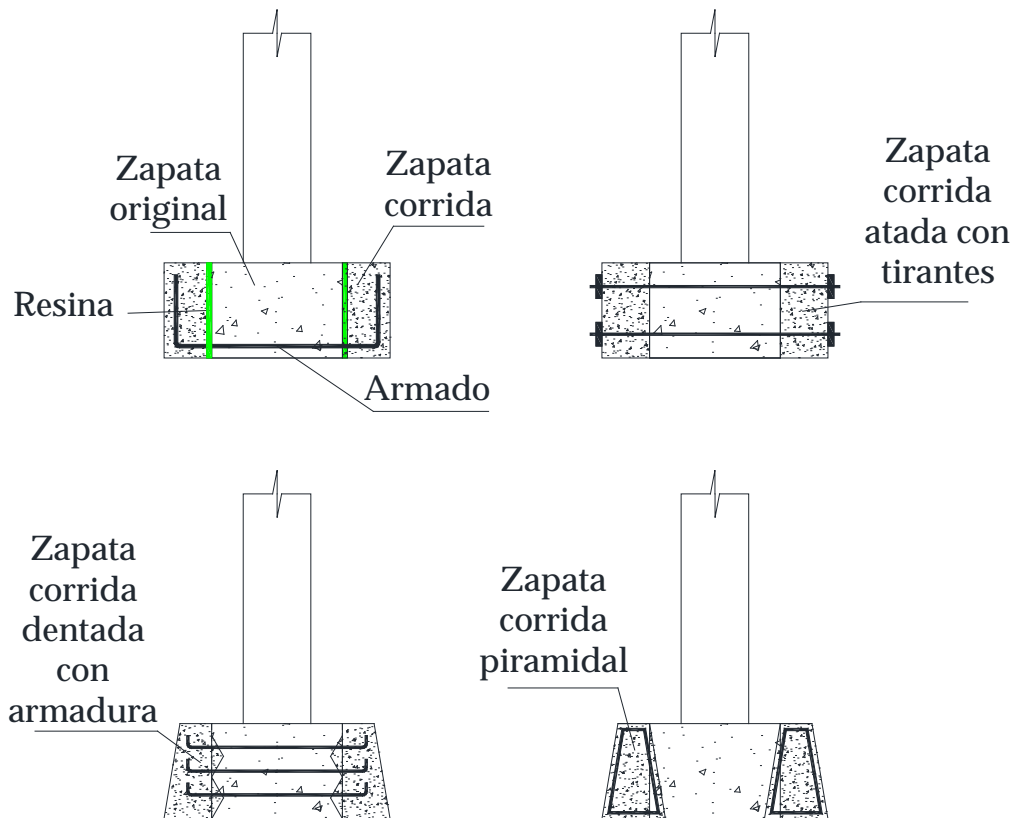


Ilustración 10. Diferentes soluciones. (López Rodríguez et al, 2004)

Una variante patentada la constituye el sistema Pynford, que consiste en introducir unos castilletes metálicos en huecos abiertos en las cimentaciones

pasando entre ellos las armaduras y sustituyendo así los viejos cimientos de mampostería por bloques de hormigón armado

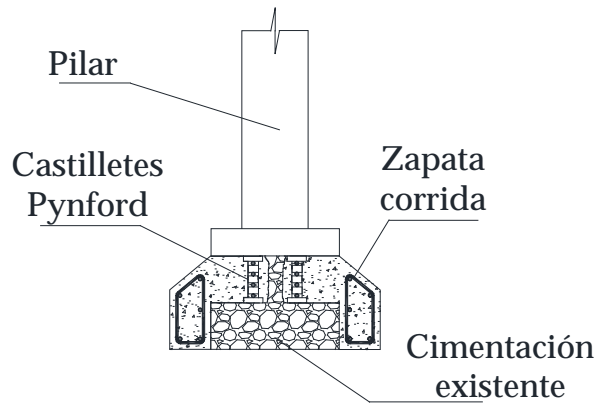


Ilustración 11. Sistema Pynford. (López Rodríguez et al, 2004)

Punteo del cimiento por su parte superior, transmitiendo las cargas a un anillo que contornea y ensancha la cimentación. En el caso de muros, el puente puede formarse mediante vigas de acero o de hormigón ("needle beams") que descansan sobre zapatas corridas paralelamente al cimiento

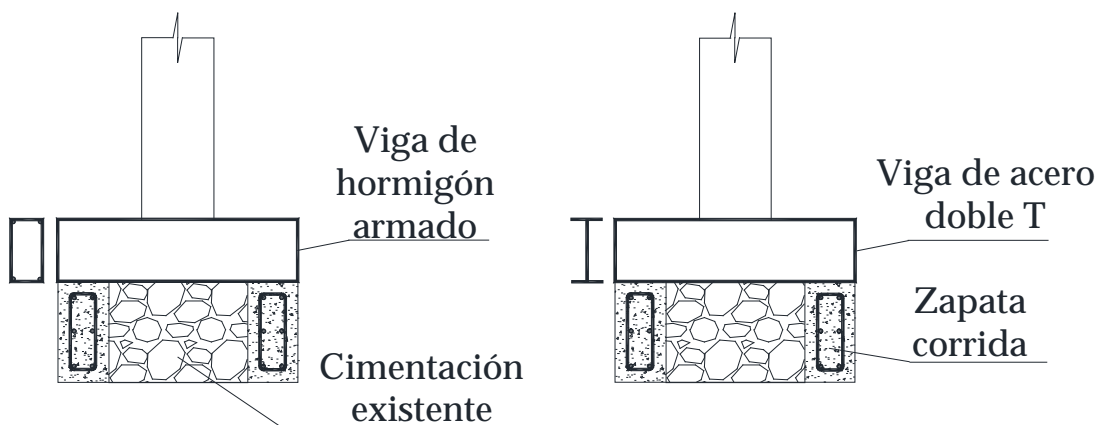


Ilustración 12. Casos de punteo del cimiento. (López Rodríguez et al, 2004)

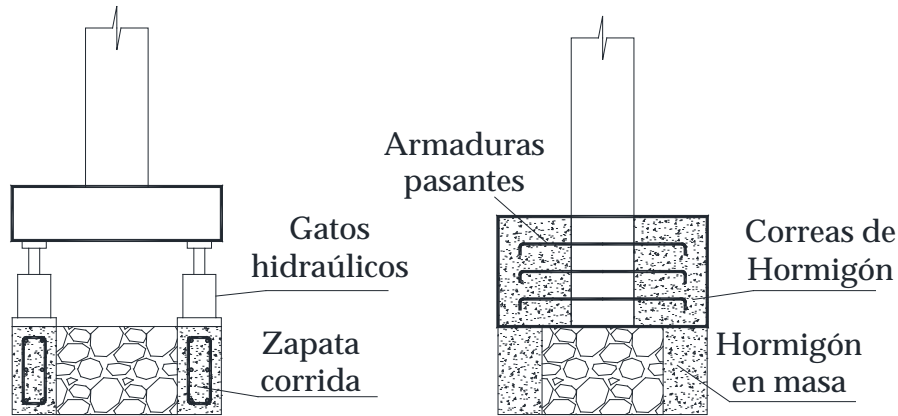


Ilustración 13. Otros casos de puenteo del cemento. (López Rodríguez et al, 2004)

No se desarrollaran los demás tipos de recalces superficiales en este trabajo, porque se extendería demasiado y no es el objetivo concreto del mismo.

Dependiendo de la naturaleza del terreno, como alternativa a los recalces descritos previamente, se pueden efectuar inyecciones cementosas que consiguen estabilizar el terreno rellenando a presión todas las cavidades que pudiera haber bajo la cimentación devolviéndole el apoyo que tenía previo a la aparición de la patología. También estas inyecciones, pueden ser armadas mediante varillas de acero que les dan mayor consistencia sobre todo en terrenos arcillosos o limosos, donde es impredecible, en principio, la distribución del cemento. Otro sistema son las inyecciones con resinas expansivas, que a la vez que estabilizan el apoyo, consiguen elevar la estructura para que alcance su equilibrio y posición primitiva.

Cuando no sea suficiente el recalce superficial, por los daños creados o el tipo de terreno, habrá que utilizar recalces profundos a base de pilotes o micropilotes.

Con estos esquemas, el doctorando ha pretendido exponer algunos detalles de procesos de recalce, que deberían ser tenidos en cuenta en planteamientos de intervención en cimentaciones dañadas.

III METODOLOGIA.

3.1. PLANIFICACION DE LOS TRABAJOS.

3.2. TIPOS DE CASOS EN FUNCION DE LA INFORMACION DISPONIBLE.

3.3. TECNICAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.

**3.4. PROCEDIMIENTOS DE TOMA, RECOPIACION Y TRATAMIENTO DE
DATOS.**

III. METODOLOGIA.

En este capítulo de esta investigación se pretende desarrollar la metodología seguida para realizar en primer lugar la toma de datos, para luego después de una serie de procedimientos se pueda llegar a unas conclusiones que nos indiquen cual es el origen del daño producido en las edificaciones.

3.1. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Para el desarrollo de esta Tesis Doctoral se ha seguido la siguiente metodología:

- Búsqueda bibliográfica de trabajos existentes en este campo y de líneas de investigación que pudieran estar relacionadas con nuestro trabajo.
- Recopilación de casos de siniestros provocados por roturas de las redes de abastecimiento y saneamiento, no solo los inspeccionados por el propio autor, sino también por otros compañeros de profesión y peritos de distintas compañías de seguros consultadas.
- Estudio minucioso de toda la información, de todos los casos, uno por uno, analizando sus peculiaridades y aspectos comunes en comparación con otros casos de similares características.
- Análisis de las pruebas realizadas “*in situ*”, como catas, colocación de testigos, etc..., así como la recopilación de distintos Estudios Geotécnicos de algunos casos investigados.
- Estudio de los motivos por los que se han producido los daños a diagnosticar. O sea, si efectivamente son provocados por el objeto de nuestro estudio, o por el contrario, por otras patologías.
- Análisis comparativo de resultados obtenidos de casos reales, verificando su origen e investigando sobre sus procesos diagnósticos.
- Análisis crítico de los resultados obtenidos en cada caso, lo que ha facilitado la emisión de las conclusiones finales.

3.2. TIPOS DE CASOS EN FUNCIÓN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

A la hora de estudiar cada uno de los siniestros objetos de esta investigación, se pueden dividir en dos grupos:

- Casos con Estudio Geotécnico del terreno.
- Casos sin Estudio Geotécnico del terreno.

Con rotunda seguridad, en los primeros tendremos mucha más información, sobre todo de lo que no se ve, y por ello nos ayudara a conocer los motivos y el alcance de la rotura.

3.3. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.

El trabajo de campo es algo primordial en el estudio de cada incidente, para ello se han realizado una serie de pruebas “*in situ*”, que nos ayudarán posteriormente en la fase de diagnóstico, destacando:

- Colocación de “*testigos*” en las grietas o fisuras, para el seguimiento de posibles movimientos en los edificios.
- Inspección de las redes mediante geófono. Este equipo amplifica el sonido producido por el paso de un fluido a través de una cavidad en una conducción generalmente a presión. Si la conducción es metálica el sonido se propagará de manera clara, a través de la misma, hasta elementos cercanos como válvulas de seccionamiento, donde el sonido se amplifica. Sin embargo, si la conducción es plástica el sonido será mucho menor y por lo tanto más difícil de detectar. Hay dos tipos diferentes de geófonos: Analógico y digital. Los primeros solo escuchan el ruido generado y aplican filtros de orden bajo, mientras que los segundos llevan incorporados filtros de todo tipo de orden (pasa bajo, pasa alto y pasa banda) que permiten aislar los sonidos no deseados como ruidos de vehículos cercanos o incluso la voz humana. De esta forma es mucho más efectivo para la detección de fugas.



Fotografía 16. Geófono Analógico.



Fotografía 17. Geófono digital.

Los geófonos tienen una serie de equipación complementaria que consiste en diversos utensilios para interactuar con el medio donde se pretende encontrar la fuga en la conducción. Como son:

- § Bastón de contacto: Se utiliza cuando existe algún elemento metálico, donde pueda apoyar su lanza puntiaguda para buscar sonidos. Se usa en válvulas de paso, seccionamiento y contador. También sobre cualquier otro elemento de la red como pueden ser: ventosas, reguladoras de presión, collarines de acometidas, etc...

- § Campana de asfalto: es la campana que aparece en la Fotografía 17 a la derecha. Su uso es simple, se va colocando encima del asfalto en busca de sonidos característicos de averías.
- § Campana de tierra: se usa solo cuando buscamos fugas sobre terreno no asfaltado, como en parcelas de cultivo o monte, donde el terreno es bastante irregular y abrupto. Es un trípode que lo que pretende es dar una estabilidad al equipo de escucha sin que este toque directamente en el terreno.
- Localización de fugas en la red de abastecimiento mediante “*correladores acústicos digitales*”, que determinarán si existe una avería entre dos puntos situados a menos de 200 m, con una precisión de aproximadamente dos metros. El sistema consiste en que uno de equipos funciona como emisor y el otro como receptor, el primero emite una señal y dependiendo de cómo de distorsionada llegue al receptor se puede determinar si hay avería y a que distancia está, mediante el análisis de la frecuencia de la señal y su amplitud. Este método se complementa con el uso de geófonos.



Fotografía 18. Correlador acústico digital.

- Uso de prelocalizadores de fugas o “*permalog*” (marca comercial más extendida en España). Con estos equipos se conoce con cierta precisión, si existen fugas en un sector que abarcara una superficie que vendrá en función de los equipos de los que se dispongan y el entramado de red de

abastecimiento a inspeccionar. Los equipos se instalan cada 50 metros aproximadamente y son capaces de escuchar todo tipo de sonidos, que mediante una base de conocimiento que llevan incorporada, son capaces de identificar averías en la red, determinando incluso a que distancia se encuentran de los equipos.



Fotografía 19. Prelocalizadores, patrullador y tablet de interpretación de datos.

- Búsqueda de fugas mediante la “inyección de gases” en la red de abastecimiento. Este método consiste en inyectar un gas llamado “*Formingas 5*”, (5% Hidrogeno y 95% Nitrógeno), vaciando previamente la red de agua. Para luego se presuriza, con el gas hasta valores de 1,5 a 2 bar. Una vez presurizada, si pierde muy rápidamente la presión es que la red presenta una avería importante y debe buscarse con otro equipo. Sino se comienza a recorrer el trazado de la red con un “*patrullador*”, que detecta solo el “*Formingas 5*” y cuando se aproxima a la avería, si la hay, emite un sonido muy agudo y una señal visual intermitente. Durante el proceso hay que ir comprobando la presión de la red e ir introduciendo gas a demanda, para que se mantenga una presión cuasi estable.



Fotografía 20. Detector de gases “Variotec”

- Búsqueda de fugas con la inserción de cámara flotante. Este método es bastante novedoso y consiste en introducir en una tubería en carga una cámara de reducido tamaño que va tomando fotografías de manera continua como si fuese una cámara de video. Luego se extrae de la conducción a través de un filtro de malla colocado previamente. El inconveniente reside en que se necesita un punto de la red donde poder introducir la cámara y luego otro donde podamos colocar el filtro, lo que en redes de cierto tamaño es muy complejo. A pesar de ese inconveniente, es un método que ha resultado ser muy efectivo a partir de un diámetro de 250mm, no solo se detectan averías sino que se pueden ver las acometidas clandestinas que hayan realizado.

- Inspección de la red de saneamiento mediante cámara motorizada o manual.



Fotografía 21. Cámara de inspección manual de saneamiento con grabación de video.

En el caso de la cámara de inspección manual, se introduce a través de un cable guía por una conducción de saneamiento, generalmente, una cámara sumergible de reducidas dimensiones conectada por medio de un cable protegido a una pantalla TFT que nos muestra las imágenes que va captando a lo largo del recorrido por la red a inspeccionar. El equipo muestra la distancia en metros de las imágenes mostradas para poder posteriormente proceder a la reparación de averías en el caso que las haya. Dispone también de un equipo de grabación de video para poder registrar toda la filmación de recorrido de la cámara en cada caso particular.

- Inspección mediante “*cámaras endoscópicas*”.

Esta cámara se usa para para buscar averías en las acometidas domiciliarias y conexiones clandestinas. Este equipo permite su utilización incluso a través de redes que se encuentren cargadas de agua. De esta forma podemos observar el estado de pequeños tramos de acometida para detectar posibles desperfectos interiores o derivaciones no autorizadas.



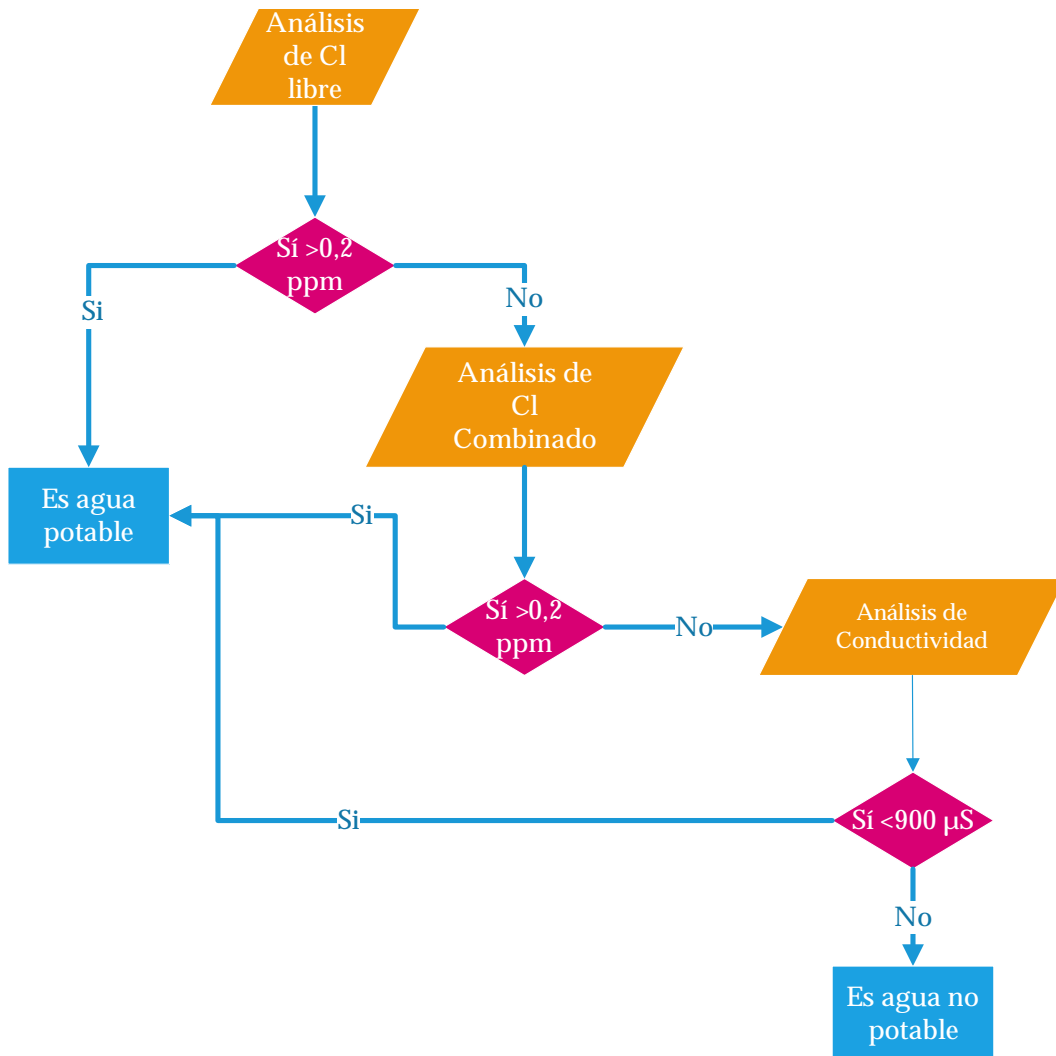
Fotografía 22. Cámara endoscópica portátil.

- Pruebas de estanquidad de la red de saneamiento mediante “*obturadores neumáticos*”. Con estos equipos se consigue bloquear la circulación de fluidos por la conducción provocando que la misma entre en carga y se pueda comprobar si tiene alguna fisura o grieta que provoque un vertido.



Fotografía 23. Obturadores de 200mm y 350 mm

- Realización de “catas de inspección” cerca de la red y también de los cimientos de los edificios afectados. Con este sistema podemos observar si hay presencia de agua en el terreno, o si ha habido lavado de finos en la cimentación. Además sirven para conocer la tipología de la cimentación ejecutada y el terreno donde está apoyada.
- Análisis del agua, si se manifiesta, para intentar determinar si proviene de agua potable o no, así como intentar identificar su procedencia.



Flujograma 1. Método de determinación del origen del agua con medidores de campo. (Fuente: Elaboración propia.)

Con la realización de estas pruebas y la interpretación de sus resultados, se facilita la investigación del origen de los daños y su diagnóstico.

3.4. PROCEDIMIENTO DE TOMA, RECOPIACIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS.

Previamente a cualquier visita para la toma de datos, es necesario disponer de una serie de documentos que ayuden a conocer los antecedentes de cada caso, ya que de no ser así, la toma de datos sería incompleta y sería necesario incrementar el número de visitas. Los documentos y otras informaciones necesarias, básicamente son:

- Esquemas de la red de abastecimiento, donde se debe incluir las acometidas y los elementos de maniobra o singulares, si los hay. En esta información vendrá reflejado los diámetros de la red, materiales, antigüedad de los mismos, presión de servicio y nocturna de la zona y cualquier otro dato que se considere de utilidad.
- Esquemas de la red de saneamiento, al igual que en caso anterior, con todos sus elementos. Definiendo en esta red en particular, las pendientes de las conducciones y datos sobre quién y cuándo ejecutó la acometida.
- Esquemas de todas las redes de servicios que vayan enterradas en la zona, como pueden ser: telecomunicaciones, gas, distribución de baja y media tensión, alumbrado público, redes de riego, en algunos casos yacimientos arqueológicos: como ocurre en Alhama de Murcia, donde discurren conducciones de distribución de aguas termales de la época de los Romanos. Cualquier servicio que pueda influir o haya influido en los servicios a estudio.
- Conocer el histórico de averías que se han producido en la zona, tanto de redes públicas como privadas, saber el punto exacto donde se produjeron. Es muy importante, en el caso de avería en red pública, saber si la red era de distribución o transporte, o si se trataba de una acometida. Estas últimas las podemos conocer por los consumos de agua anormales de los últimos años.
- Análisis del fluido "*in situ*": Cloro libre y total, pH, así como de conductividad para tratar de establecer la procedencia del agua. Si con

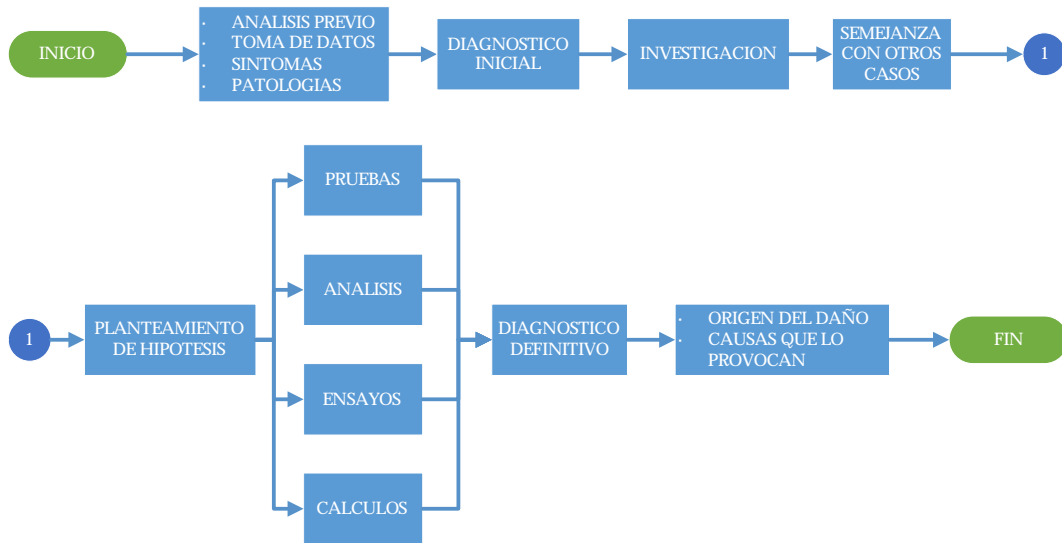
estos análisis fuese suficiente se realizaría uno microbiológico para determinar la presencia de bacterias procedentes de residuos fecales.

- Obras que se han realizado en la vía pública en el último año.
- Planos del edificio a estudiar.
- Antigüedad del edificio y remodelaciones o rehabilitaciones que se hayan hecho.
- Tipo de cimentación y estructura del edificio.
- Testigos de yeso, o de otro tipo, que hayan sido colocados y la fecha en la que se hizo. Si sospechamos que el edificio está en movimiento, solicitud que se coloquen lo antes posible.
- Realizar calicatas en el interior o el exterior de la vivienda para averiguar si existe causalidad entre los daños y las redes de abastecimiento o saneamiento.
- Valoración económica de los daños del edificio.
- En el caso de anteriores visitas ver las fotografías para intentar establecer similitudes con los daños y ver si se han agravado.
- Estudio geotécnico de la zona.
- Sí se considera que la seguridad estructural del edificio está comprometida, se debe ordenar el apuntalamiento inmediato y en caso necesario el desalojo de la vivienda.

Una vez realizada la toma y recopilación de datos, se hace necesario efectuar un diagnóstico previo, de manera totalmente independiente, sin que nos afecte la posibilidad de que le cueste mucho dinero a la empresa para la que trabajamos, se debe ser profesional en el trabajo y no dejarse llevar por motivos económicos. No olvidaremos que los técnicos son los que firman los informes o dictámenes, no las empresas, y las responsabilidades recaen sobre el autor. Tendremos que ser justos e imparciales como técnicos cualificados en la materia. A pesar de esto, se pueden cometer errores, que debemos tratar de evitar, para una mayor fiabilidad.

Para poder estudiar algunos casos que pudieron considerarse como más complejos, es necesario acudir a expertos en diversas materias, como la

arquitectura, estructuras, siniestros, etc. También es necesario documentarse y para ello, se han usado bases documentales obtenidas de la biblioteca propia del autor, biblioteca de la Universidad Católica San Antonio (UCAM), biblioteca de otros colaboradores, bibliotecas públicas, páginas web, bibliotecas digitales, etc...



Flujograma 2. Proceso de toma de datos, análisis y diagnóstico. (Fuente: Elaboración propia)

Se ha realizado una minuciosa selección entre más de 100 casos recopilados, eligiendo los más significativos y completos desde la óptica de la información disponible, pudiendo luego obtener las conclusiones más fiables.

Para la presentación abreviada de cada uno de los casos, se ha realizado una leve descripción que permite definirlos de un modo más simple. A continuación esos datos se han estructurado en una tabla, de manera que todos los casos se observen de forma global. Después se incluye una completa descripción de los casos, aportando la información más relevante y al final se muestran unas conclusiones donde se determina el origen del daño causado. En el capítulo V, en base a esa información, se realizarán unas estadísticas, en función de las variables que se consideran más adecuadas para esta investigación.

IV PROCESO DE INVESTIGACION.

4.1. TOMA DE DATOS DE LOS CASOS A ESTUDIO.

**4.2. DESARROLLO DE LA DOCUMENTACION PROCESADA Y DATOS
OBTENIDOS.**

IV. PROCESO DE INVESTIGACION.

En este apartado de la Tesis Doctoral se trata de mostrar la relación que existe entre las roturas de las redes de abastecimiento y saneamiento con los daños estructurales que se producen en los edificios. Esta relación depende de varios factores de diverso orden, entre los cuales se consideran más determinantes los procedentes de los sistemas de conducción y las características del entorno. También se pretende encontrar si existe causalidad o no, entre las roturas y los daños en los edificios. En ocasiones, las roturas de estas conducciones no provocan afecciones en los edificios, sino que el agua se filtra sin más, probablemente por la naturaleza del terreno que sostiene la cimentación.

El terreno y la cimentación son elementos que influirán decisivamente cuando se produce una fuga. Este binomio y sus combinaciones, nos indican cómo de importantes pueden ser los daños que se provocan por esa fuga. En presencia de terrenos arcillosos y cimentaciones poco estables, el daño que provoca el agua es mucho mayor que el que se produce en terrenos arenosos y gravosos estables, con una cimentación más segura. (García Valcarce, A. et al., 2003).

La presión de la conducción es un factor a tener en cuenta, ya que presenta una relación directamente proporcional a los daños causados. Por lo general, son en las redes de abastecimiento donde se produzcan la mayoría de las averías, y además se producirán por la noche, debido al incremento de presión que se genera por el descenso de consumo. Las roturas se suelen producir en mayor medida en redes antiguas, montadas con materiales en desuso o con una corta vida útil.

4.1. TOMA DE DATOS DE LOS CASOS A ESTUDIO.

La realización de esta Tesis Doctoral se ha basado en el análisis e investigación en cuarenta y seis casos reales, de los más significativos y de casuística más diversa, que dieron lugar a reclamaciones por daños en viviendas

desde el año 2005 hasta 2016, sobre todo en el entorno de la Región de Murcia, aunque hay algunos de otras comunidades donde se ha podido tener acceso a la información. Se describe como se efectúa habitualmente la toma de datos:

a) Saber si se ha producido una avería en el último año en las inmediaciones del edificio. Si la hubo, saber si fue de abastecimiento o saneamiento. Conocer el punto exacto donde se detectó la avería. Es importante saber si se trataba de una red general o de distribución, o si por el contrario era una acometida domiciliaria.

b) Conocer las características de las redes que discurren por la calle donde está situado el edificio, tales como tipo de material, antigüedad de la misma, quien realizó la obra, etc.

c) Inspección visual del exterior del inmueble, especialmente en si se aprecian fisuras en la fachada cerca de los dinteles de las puertas y ventanas. Direccionalidad de las fisuras que nos indique hacia donde está asentando el edificio (Lozano et al, 2001). Se debe realizar reportaje fotográfico.

d) Una vez dentro del inmueble, hacer una relación de daños, y a simple vista, intentar determinar la causa que los ha creado. Realizar reportaje fotográfico.

e) Investigar qué tipo de cimentación y estructura dispone el edificio.

f) Si se sospecha que el edificio está en movimiento, se tiene que proceder a la colocación de testigos de yeso que nos confirmaran nuestra suposición e indicaran en que zona es más acusado.

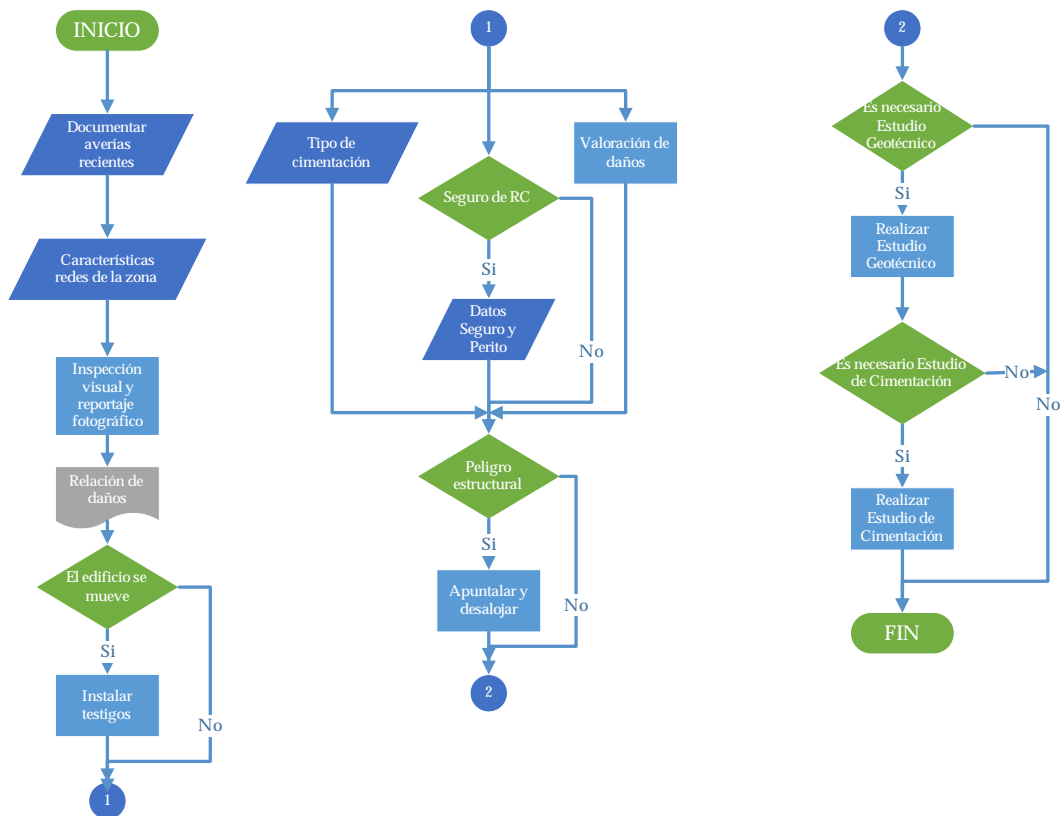
g) Preguntar al propietario de la vivienda si dispone de seguro de siniestros del Hogar con una compañía de seguros y en caso afirmativo si ha recibido visita de algún perito, para poder luego intercambiar impresiones. También es importante saber si han hecho un estudio geotécnico del terreno.

h) Es necesario saber si han realizado una valoración económica de los daños y recopilar esa información, a ser posible.

i) Una vez finalizada la visita y en base a lo observado, si existe una relación de causalidad de los daños con las redes de abastecimiento y saneamiento, generar una reclamación al seguro de RC para que se realice una peritación. En caso de existir una duda razonable, se deben de hacer calicatas en las zonas que estimemos oportunas, salvaguardando la seguridad estructural de la finca. Si ello

no nos aclarase nada y los daños estructurales son importantes, tendremos que pedir un estudio geotécnico del terreno si no se ha realizado todavía. También puede ser útil tener una tomografía eléctrica capacitiva del terreno, que nos pueda mostrar las diferentes densidades del terreno en el subsuelo. En el caso de que se detecten daños de importancia, se debe realizar un estudio de cimentación para poder determinar con garantías, el mejor método de reparación de la cimentación.

j) Si se considera que la seguridad estructural del inmueble está comprometida, se debe ordenar su apuntalamiento inmediato y, en caso necesario, recomendar el desalojo de la misma.



Flujograma 3. Procedimiento de toma de datos y estudio de cada siniestro. (Fuente: Elaboración propia).

A continuación se enumeran y describen brevemente los casos que he considerado más relevantes e interesantes para este trabajo de investigación, motivado porque eran casos con mayores peculiaridades y algunos de ellos, con una complejidad sustancial:

CASO 1:

Población: Alhama de Murcia.

Calles: Pedro Gambín, 30, 32, 34 y 25; Conde de Elda 14,18, 26, 21, 23 y 27.

Zona: Barrio de San Cristóbal.

Red que ha causado los daños: Se detectó una fuga en las redes públicas de la calle Conde de Elda pero no se encontró relación de causalidad con los daños.

Año: 2011

Descripción breve: Asientos diferenciales en 9 viviendas y una nave industrial. La vivienda con más daños es la de Pedro Gambín 30, que presenta importantes asientos diferenciales y grietas de más de 4 cm de abertura.

CASO 2:

Población: Alhama de Murcia.

Calles: Arapiles nº 1.

Zona: El Praico.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014.

Descripción breve: Asientos diferenciales en 4 viviendas motivado por un lavado de finos bajo la cimentación y pérdida de capacidad portante motivado por la rotura de una conducción general de fibrocemento a la altura del número 61 de la calle Parricas. Esta vivienda es la más afectada posiblemente debido a que es muy antigua y a su carencia de cimentación adecuada.

CASO 3:

Población: Alhama de Murcia.

Calles: Parricas 63.

Zona: El Praico.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014.

Descripción breve: Asientos diferenciales motivados por un lavado de finos bajo la cimentación y pérdida de capacidad portante motivado por la rotura de una conducción general de fibrocemento a la altura del número 61.

CASO 4:

Población: Alhama de Murcia.

Calles: Parricas 61.

Zona: El Praico.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014.

Descripción breve: Origen de la patología igual que el caso 3, daños similares de distinto orden.

CASO 5:

Población: Alhama de Murcia.

Calles: Parricas 59.

Zona: El Praico.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014.

Descripción breve: Origen de la patología igual que el caso 3, al ser la vivienda más alejada presenta menos daños que las otras tres edificaciones afectadas.

CASO 6:**Población: Beniaján-Murcia.**

Calle: Nieves Viudes Romero 1 y 3.

Zona: Barrio de El Secano, junto Rambla del Garruchal.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014

Descripción breve: Vuelco con giro del edificio nº1 hacia la calle unos 20 cm, en el extremo superior. Se aprecia un movimiento superior a 1mm/mes. Se hicieron inyecciones cementosas pero no se estabilizó completamente el edificio por falta de medios económicos.

CASO 7:**Población: Murcia.**

Calle: Torre de la Marquesa 10.

Zona: Barrio de San Miguel.

Red que ha causado los daños: ninguna, causa nivel freático.

Año: 2008

Descripción breve: Asiento diferencial del edificio debido a una patología desconocida agravada por la construcción de un parking "La Vega".

CASO 8:**Población: Alhama de Murcia.**

Calles: Antonio Machado 21

Zona: Barrio del Fuente del Ral.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014

Descripción breve: Giro solidario del edificio motivado por pérdida de capacidad portante del terreno por la presencia de agua de la rotura de la conducción. La avería estaba localizada en la esquina oeste del edificio.

CASO 9:

Población: Alhama de Murcia.

Calles: Antonio Machado nº 19.

Zona: Barrio del Fuente del Ral.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014

Descripción breve: Patología del mismo origen que el caso 8. Diferentes daños en estructura y paramentos verticales y horizontales.

CASO 10:

Población: Alhama de Murcia.

Calles: Antonio Machado nº 17.

Zona: Barrio del Fuente del Ral.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014

Descripción breve: Patología del mismo origen que el caso 8. Diferentes daños en estructura y paramentos verticales y horizontales, sobre todo en la planta alta.

CASO 11:

Población: Alhama de Murcia.

Calles: Federico García Lorca nº 18.

Zona: Barrio del Fuente del Ral.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014

Descripción breve: Patología del mismo origen que el caso 8. Daños únicamente en el patio de la parte trasera de la vivienda.

CASO 12:

Población: Zarandona-Murcia.

Calle: Cuatro Caminos 16.

Zona: Cruce Ctra. de Alicante.

Red que ha causado los daños: Saneamiento.

Año: 2012

Descripción breve: Por la rotura de una red principal de Saneamiento de la ciudad, se produjo un asiento diferencial de la vivienda en la zona más próxima a la red afectada.

CASO 13:

Población: Alguazas (Murcia).

Calle: Reyes Católicos, 15, 17 y 19.

Zona: Barrio del Carmen.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2012.

Descripción breve: Asiento frontal de la fachada del número 17, supuestamente por lavado de finos bajo la cimentación. Al tener la pared medianera compartida con dos viviendas a ambos lados, aparecieron daños en los paramentos al producirse un movimiento en bloque.

CASO 14:

Población: Alhama de Murcia.

Calle: Manila 10.

Zona: Barrio de las Filipinas.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014.

Descripción breve: En un periodo de dos años se han producido un total de 4 averías en las inmediaciones del inmueble, provocando un asiento generalizado del edificio en la esquina de las calles Manila y Panay.

CASO 15:

Población: Alhama de Murcia.

Calle: Lorenzo Rubio nº 7, 10, 12, 14

Zona: Barrio de San Cristóbal.

Red que ha causado los daños: Averías internas de Saneamiento.

Año: 2008.

Descripción breve: Reclamaban las 4 viviendas daños producidos en sus viviendas supuestamente por la rotura de una red de abastecimiento, que luego resultó ser una avería en la red interior de saneamiento de la vivienda nº 10. Existen asientos diferenciales en la cimentación de las viviendas de diversa consideración.

CASO 16:

Población: Alhama de Murcia.

Calle: Virgen del Pilar nº 9

Zona: Falda del Castillo.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2005

Descripción breve: Asientos diferenciales en el extremo oeste del edificio motivado por lavado de finos. Afectada la cimentación de la fachada y el muro de carga.

CASO 17:**Población: Cartagena (Murcia).**

Calle: La Feria

Zona: Cabezo Beaza.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2008

Descripción breve: Grietas y humedades de diversa consideración provocadas por la absorción de agua del terreno expansivo situado bajo la cimentación. Existe, al parecer, un error de cálculo de la cimentación que no tuvo presente el tipo de terreno sobre el que se apoyaba.

CASO 18:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Paraje de Las Flotas, Polígono 23 Parcela 5.

Zona: Las Flotas de Alhama.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2013

Descripción breve: Daños en una nave que tenía defectos previos estructurales por mala ejecución, cálculo y montaje de la estructura metálica. Se produjo un socavón en el interior del solado de la nave que supuestamente afectó a la cimentación de esa zona.

CASO 19:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Avda. Antonio Fuertes nº 52 y San Isidro 59, 61 y 63.

Zona: Barrio de la Virgen de los Dolores.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2011.

Descripción breve: En la calle Ginés Campos en una nave industrial, empezó a brotar agua por la zona norte en la zona que era medianera con la calle San Isidro. La calle San Isidro está a distinto nivel que la calle Ginés Campos, en ese punto hay un desnivel de aproximadamente +4,00 m. No hay daños estructurales en la nave. Hay 3 viviendas de la calle San Isidro 59, 61 y 63 reclaman daños por la rotura de una acometida frente al número 63, que se reparó el 3 de agosto de 2011.

CASO 20:**Población: Bullas (Murcia).**

Calle: Pértigos nº 2 y 4

Zona: Barrio Nuevo.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2012.

Descripción breve: Asiento diferencial en dos viviendas contiguas, motivado por la rotura de una acometida de plomo.

CASO 21:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Salitres nº 33

Zona: Los Baños de Alhama.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2008.

Descripción breve: Asiento diferencial en el extremo del edificio que hace esquina con la calle Parricas, motivado por la rotura de una red de Fibrocemento de una antigüedad superior a treinta años.

CASO 22:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Avenida Juan Carlos I, 63 y 65.

Zona: Centro población.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2012

Descripción breve: Socavón de grandes dimensiones bajo la acera, no hay viviendas afectadas solo hay daños en la vía pública.

CASO 23:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Venta del Jumillano, polígono 10, parcela 51

Zona: La Costera.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2013.

Descripción breve: Reclaman que por la rotura de la acometida de agua, se produjo un asiento diferencial notable en la estancia noroeste de la vivienda.

CASO 24:**Población: Castillejar (Granada).**

Calle: Barrio Vente Vacío, 23

Zona: Los Carriones.

Red que ha causado los daños: Saneamiento.

Año: 2012.

Descripción breve: Derrumbe de 2 estancias de una vivienda tipo cueva motivado por la rotura de una conducción de saneamiento en la parte superior de las mismas.

CASO 25:**Población: Espinardo-Murcia.**

Calle: Regidor Cayetano Gago s/n

Zona: Estrella de Levante.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2015.

Descripción breve: Se produce un hundimiento en bloque de la cimentación de una pequeña edificación destinada a recepción y aula de formación. Al parecer la patología fue debida a una avería en la red interna de agua de una piscina.

CASO 26:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Pasaje de Las Cábilas s/n

Zona: La Costera.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2013.

Descripción breve: La vivienda manifestaba síntomas evidentes de humedad en sus paramentos verticales y habían aparecido algunas grietas y fisuras de poca importancia.

CASO 27:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Sagunto 17

Zona: El Praico.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014.

Descripción breve: Asiento diferencial en la zona afectada por la rotura de la acometida domiciliaria de la vivienda. Hay grietas y fisuras por la fachada y en el interior de la vivienda.

CASO 28:**Población: Almendralejo (Badajoz).**

Calle: Cantares 24

Zona: -

Red que ha causado los daños: Saneamiento.

Año: 2015.

Descripción breve: Motivado por un atranque en la red general de saneamiento que pasa por debajo del edificio se ha inundado completamente el sótano a través de los muros de hormigón que no están impermeabilizados.

CASO 29:**Población: Cartagena (Murcia).**

Calle: La Feria

Zona: Barrio Peral

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2015.

Descripción breve: Grietas de cierta importancia y desprendimiento de alicatados de los paramentos verticales. Los daños no fueron mayores por la rapidez de la detección y reparación de la avería. No hubo afección a la cimentación.

CASO 30:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Mindanao nº 39

Zona: Barrio de las Filipinas.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2010.

Descripción breve: En primera instancia, como consecuencia de la aparición de una avería en la acometida de abastecimiento parecía que se había producido un leve asiento de la cimentación que generó la aparición de grietas y fisuras. Cuando se iba a reparar la cimentación con una zapara corrida, se comprobó que el problema estaba en la red de saneamiento interior de la vivienda que estaba partida o fracturada.

CASO 31:

Población: Navalmoral de la Mata (Cáceres).

Calle: Callejón Colector

Zona: Junto a la Ciudad Deportiva.

Red que ha causado los daños: Saneamiento.

Año: 2014.

Descripción breve: Los muros de cerramiento de la ciudad deportiva asentaron considerablemente debido a la rotura de la red general de Saneamiento y a las filtraciones que se produjeron del arroyo cercano. Se produjo un socavón de más de 5 m de profundidad.

CASO 32:

Población: Alhama de Murcia.

Calle: Isla Mindoro 37 y 39.

Zona: Filipinas.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2015.

Descripción breve: Por la rotura de la acometida domiciliar del número 39, se produjo un asiento en la zona de fachada de las dos viviendas. Sin embargo, los daños observados en las viviendas no corresponden todos a esta patología sino que vienen de otras anteriores.

CASO 33:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Mayor 26.

Zona: Pedanía de El Berro.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2013.

Descripción breve: Había una avería en la red privada o propiedad de la comunidad de vecinos, que discurría por la acera que causó daños tanto en el dominio público como en privado. Los daños en la cimentación de la edificación no se repararon.

CASO 34:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Pedro Gambín 27.

Zona: Barrio de San Cristóbal.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2013.

Descripción breve: Avería que provocó daños en la calzada, afectando levemente a la vivienda nº27 sin afecciones al nº 30 que tuvo daños 3 años antes por causas no concretadas.

CASO 35:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Acisclo Díaz 2 y 4.

Zona: Barrio de El Ral.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2013.

Descripción breve: Leve acción en 2 viviendas provocada por 2 roturas en la misma acometida en un periodo de 3 meses.

CASO 36:

Población: Alhama de Murcia.

Calle: Ginés Campos 34.

Zona: Circunvalación.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2013.

Descripción breve: Con motivo de la rotura de una conducción general se produjo un socavón en la calzada y en la acera, los materiales existentes en el subsuelo no eran los más apropiados.

CASO 37:

Población: Alhama de Murcia.

Calle: Las Cábilas.

Zona: La Costera de Alhama de Murcia.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014.

Descripción breve: Socavón en calzada de unos 4 metros de profundidad que afectó a un aljibe que hubo que demoler.

CASO 38:

Población: Alhama de Murcia.

Calle: San Antonio 9.

Zona: La Costera de Alhama de Murcia.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2011.

Descripción breve: Fisuras y humedades en paramentos verticales que los propietarios achacaban a una rotura de una acometida de esa vivienda.

CASO 39:

Población: Alhama de Murcia.

Calle: San Francisco Javier 3.

Zona: Centro.

Red que ha causado los daños: Saneamiento.

Año: 2014.

Descripción breve: Socavón en la calzada que fue motivado por un desplazamiento y desencaje de la tubería de la acometida del pozo de registro.

CASO 40:

Población: Alhama de Murcia.

Calle: Mayor 21.

Zona: El Berro.

Red que ha causado los daños: Pluviales.

Año: 2014.

Descripción breve: Coincidiendo con episodios de lluvia aparecen humedades generalizadas por todos los muros del sótano de una vivienda.

CASO 41:

Población: Navalmoral de la Mata (Cáceres).

Calle: Puerto Piqueras 2A.

Zona: Centro.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2014.

Descripción breve: Inundación del hueco del ascensor de un edificio y diversas humedades.

CASO 42:**Población: Alguazas (Murcia).**

Calle: La Rosa 8 y 10.

Zona: Centro.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2015.

Descripción breve: Lavado de finos que provocó un asiento diferencial en la cimentación de la vivienda nº10 que arrastró a la nº 8.

CASO 43:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Los Carrascos 6-28.

Zona: La Costera.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2015.

Descripción breve: Lavado de finos que provocó un asiento diferencial en la cimentación de la vivienda.

CASO 44:**Población: Molina del Segura (Murcia).**

Calle: Paraíso 29

Zona: Centro.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2015.

Descripción breve: Lavado de finos que provocó un asiento diferencial en la cimentación de la vivienda.

CASO 45:**Población: Molina de Segura (Murcia).**

Calle: Europa

Zona: P.I. La Estrella

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2015.

Descripción breve: Asiento y colapso de un muro de contención que ha provocado un descenso del terreno que ha generado daños en las naves industriales cercanas situadas en la parcela superior.

CASO 46:**Población: Alhama de Murcia.**

Calle: Colegio

Zona: Los Ventorrillos de La Costera.

Red que ha causado los daños: Abastecimiento.

Año: 2011.

Descripción breve: Rotura de una acometida que generó un lavado de finos que provocó un asiento diferencial en la cimentación del colegio.

A modo de esquema resumen de todos los casos, se ha realizado una tabla donde se indican los datos más relevantes de las variables que dan mayor conocimiento sobre el origen de los daños en cada caso. Otros datos complementarios se exponen en la propia descripción de cada uno de los casos.

Caso	Municipio	Dirección	Tipo de cimentación	Descripción del terreno	Estudio geotécnico	Identificación del daño	Origen del agua que provoca la patología	Fecha detección avería	Tipo de red averiada	Díametro de la red	Material de la red	Presión de servicio de la red (SP (bar))	Número de viviendas afectadas	Valoración de daños	Tipo de reparación
1	Alhama de Murcia	Pedro Gambin 30	Tipologías varias, sobre todo mampostería con zapatas de hormigón en las casas de reciente construcción.	El terreno es arcilloso. Limos arcillosos, limos arenosos, gravas, arenas. Presencia de nodulos de sales y cristales de yeso.	SI	Diversos asientos diferenciales. El dato más agudo lo tiene la vivienda de Pedro Gambin 30. Posiblemente sea porque es una vivienda antigua originalmente de planta baja sobre la que se construyó otra, hace unos 10 años	AGUA SUBTERRANEA	14/01/2012	Tipo de red averiada unos 8 m de las viviendas afectadas. Una avería interior en el Pedro Gambin 30		FD+ FC+ PEAD		8	110.000,00 €	Inyecciones cementosas
2	Alhama de Murcia	Arapiles 1	Mampostería con mortero sobre roca	Limos arenosos y limos arcillosos	SI	Asientos diferenciales en la edificación motivados por avería en la red general abastecimiento en la calzada frente a la vivienda.	ABASTECIMIENTO	04/12/2014	Rotura de red de distribución	80mm	FC	5,5	4	31.888,98 €	Recake cimentación mediante zapata corrida perimetral
3	Alhama de Murcia	Paricás 63	Mampostería con mortero sobre roca	Limos arenosos y limos arcillosos	SI	Asientos diferenciales en la edificación motivados por avería en la red general abastecimiento en la calzada frente a la vivienda.	ABASTECIMIENTO	04/12/2014	Rotura de red de distribución	80mm	FC	5,5	4	11.959,93 €	Recake cimentación mediante zapata corrida perimetral
4	Alhama de Murcia	Paricás 61	Mampostería con mortero sobre roca	Limos arenosos y limos arcillosos	SI	Asientos diferenciales en la edificación motivados por avería en la red general abastecimiento en la calzada frente a la vivienda nº 63. Las viviendas se han movido solidariamente.	ABASTECIMIENTO	04/12/2014	Rotura de red de distribución	80mm	FC	5,5	4	23.185,16 €	Recake cimentación mediante zapata corrida perimetral
5	Alhama de Murcia	Paricás 59	Mampostería con mortero sobre roca	Limos arenosos y limos arcillosos	SI	Leves asientos diferenciales en la edificación motivados por avería en la red general abastecimiento en la calzada frente a la vivienda nº 63. Vivienda menos afectada y más algeida de la avería.	ABASTECIMIENTO	04/12/2014	Rotura de red de distribución	80mm	FC	5,5	4	7.652,22 €	Reparación de grietas y fisuras.
6	Benijuan Murcia	Nieves Vides Romero	Zapatas de Hormigón Armado	Limos arcillosos y limos arenosos	SI	Ciro en bloque del edificio hacia la calzada, que ha provocado una inclinación que por seguridad no permite habitar el edificio.	ABASTECIMIENTO	05/08/2014	Rotura de acometida en dominio publico	90mm	PEAD	6,5	15	500.000,00 €	Inyecciones cementosas
7	Murcia	Torre de la Marquesa 10	Zapatas y correas de hormigón armado	Arcilla y Limos blandos.	SI	Asiento diferencial debido al descenso brusco del nivel freático en las inmediaciones del edificio. (Sustitencia del terreno) , posiblemente motivado por la construcción de un parking frente al edificio, que extrae en continuo agua del nivel freático para evitar que se inunde.	AGUA SUBTERRANEA	17/11/2008					12	100.000,00 €	Inyecciones cementosas
8	Alhama de Murcia	C/ Antonio Marchado 21	Mixta: Zapatas arriestradas y zapatas corridas de hormigón armado	Limos arenosos, arenas y limos con cantidades variables de gravas, limos con horizontales arenosos	SI	Asiento diferencial en la esquina del edificio a la altura del numero 21 provocando el movimiento solidario de 4 viviendas. Han aparecido fisuras y grietas de diversa consideración.	ABASTECIMIENTO	06/08/2013	Rotura acometida.	25 mm	PEAD	8	4	48.651,55 €	Inyección armada de lechada de cemento hasta una profundidad máxima de 8,0m
9	Alhama de Murcia	C/ Antonio Marchado 19	Mixta: Zapatas arriestradas y zapatas corridas de hormigón armado	Limos arenosos, arenas y limos con cantidades variables de gravas, limos con horizontales arenosos	SI	Asiento diferencial en la esquina del edificio a la altura del numero 21 provocando el movimiento solidario de 4 viviendas. Han aparecido fisuras y grietas de diversa consideración.	ABASTECIMIENTO	06/08/2013	Rotura acometida.	25 mm	PEAD	8	4	27.649,16 €	Inyección armada de lechada de cemento hasta una profundidad máxima de 8,0m
10	Alhama de Murcia	C/ Antonio Marchado 17	Mixta: Zapatas arriestradas y zapatas corridas de hormigón armado	Limos arenosos, arenas y limos con cantidades variables de gravas, limos con horizontales arenosos	SI	Asiento diferencial en la esquina del edificio a la altura del numero 21 provocando el movimiento solidario de 4 viviendas. Han aparecido fisuras y grietas de diversa consideración.	ABASTECIMIENTO	06/08/2013	Rotura acometida.	25 mm	PEAD	8	4	13.986,32 €	Inyección armada de lechada de cemento hasta una profundidad máxima de 8,0m
11	Alhama de Murcia	C/ Federico García Lorca 18	Mixta: Zapatas arriestradas y zapatas corridas de hormigón armado	Limos arenosos, arenas y limos con cantidades variables de gravas, limos con horizontales arenosos	SI	Asiento diferencial en la esquina del edificio a la altura del numero 21 de la calle Antonio Marchado provocando el movimiento solidario de 4 viviendas. Han aparecido fisuras y grietas de diversa consideración.	ABASTECIMIENTO	06/08/2013	Rotura acometida.	25 mm	PEAD	8	4	780,00 €	Reparación de fisuras y grietas.
12	Zarandona Murcia	C/ Cuatro caminos 16	Zapatas y correas de hormigón armado	Limos arcillosos.	SI	Asiento diferencial debido a la apertura de una zanja de grandes dimensiones cercana a los cimientos del edificio y además su inundación por rotura de un conducción o por presencia de nivel freático	SANEAMIENTO	21/05/2012	Rotura acometida.	2000 mm	HA		1	65.000,00 €	Inyecciones cementosas con resinas

Caso	Municipio	Dirección	Tipo de cimentación	Descripción del terreno	Estudio geotécnico	Identificación del daño	Origen del agua que provoca la patología	Fecha detección avería	Tipo de red averiada	Dímetro de la red	Material de la red	Presión de servicio de la red (SP (bar))	Número de viviendas afectadas	Valoración de daños	Tipo de reparación
13	Aguazas	Avda. Reyes C/Padres 17	Ladrillo perforado con restos de hormigón, que ahora, esta totalmente degradado	Una capa de hormigón 90cm y luego arcilla limosa con algo de arena y grava. Agresividad ataque medio Tensión Ad 0,8 kg/cm2	SI	Asiento diferencial frontal de la fachada del edificio, arrastando a las 2 viviendas colindantes, porque comparten medianeras	ABASTECIMIENTO	17/08/2012	Rotura de acometida en dominio publico	12mm	Pb	4	3	73.750,78 €	Recaje cimentación mediante zapata corrida perimetral
14	Alhama de Murcia	C/ Manilla 10	Zapatatas y correas de hormigón armado	Arcillas limosas, gravas y limos arcillosos	SI	Asiento diferencial en la esquina de la vivienda, entre las calles Panay y Manilla, donde se realizó la primera avería.	ABASTECIMIENTO	20/03/2013	Punchazo en la acometida de la vivienda	25 mm	PEAD	8,5	1	62.406,77 €	Recaje cimentación mediante micropilotes
15	Alhama de Murcia	Lorenzo Andreo 10	Mampostería con hormigón y zapatas arriestradas en la zona nueva	Terreno de limos arcillosos, muy cercano al caso de la c/ Pedro Gambín 30	SI	Asientos diferenciales en las 3 viviendas	SANEAMIENTO	13/11/2008	Avería en la red interior de saneamiento de una vivienda y en otra avería red fontanería interior	HA100	HA		3	61.858,79 €	Finalmente repararon las cimentaciones con inyecciones cementos.
16	Alhama de Murcia	Virgen del Pilar 9	Mampostería con mortero sobre roca	Terreno arcilloso.	NO	Asiento diferencial de la esquina izquierda de la vivienda afectando al muro de carga de la fachada y al resto de estructura	ABASTECIMIENTO	27/09/2005	Rotura de acometida domiciliar	25mm	PEAD	8	1	30.914,00 €	Recaje de la cimentación con zapatas corridas sobre los muros de apoyo
17	Catugena	La Feria 96	Zapatatas de hormigón armado	Arena arcillosa marrón, tierra vegetal de arena arcillosa. Margas marrón claro, arena con grava rosacea y Calcareita blanda	SI	Diferentes grietas y fisuras de consideración en paramentos verticales interiores.	ABASTECIMIENTO	20/12/2008	Rotura de acometida en dominio publico	32 mm	PEAD	7,5	14	140.071,37 €	Recaje de cimentación mediante inyecciones armadas por tubo manjuto.
18	Alhama de Murcia	Paraje de Las Flores Poliño 23 Parcela 5	Zapatatas de hormigón armado	Terreno arcilloso limoso	NO	Socavón interno en solado de hormigón y grietas generalizadas en toda la nave.	ABASTECIMIENTO	10/06/2013	Rotura de acometida en dominio publico	25mm	PEAD	9	1	22.250,00 €	Refuerzo de Cimentación, reposición de solera y reparación del foso del depósito
19	Alhama de Murcia	Avda. Antonio Fuertes 52	Hormigón armado	Terreno de relleno con escombros procedentes de obras de diversa orden. Arcillas	NO	Aparición de agua en una nave situada en la calle paralela a menos cota.	ABASTECIMIENTO	02/08/2011	Rotura acometida agua y fisura en red de Saneamiento	20mm	PEAD	6,5	4	19.711,00 €	No se reparó ninguna cimentación solo se hicieron unas reparaciones de albanilería.
20	Bullas	Pertigos	Mampostería con hormigón	Terreno de limos arcillosos.	NO	Asiento diferencial	ABASTECIMIENTO	12/09/2012	Rotura de acometida	20mm	Pb	6,5	2	19.642,70 €	Recaje de la cimentación con zapatas corridas
21	Alhama de Murcia	Salitres	Mampostería con hormigón	Terreno rico en limos arenosos	NO	Asiento diferencial de la fachada del inmueble	ABASTECIMIENTO	05/07/2008	Rotura red general por fatiga o envejecimiento	70 mm	FC	7	1	5.800,00 €	Recaje de la cimentación con zapatas corridas sobre los muros de apoyo
22	Alhama de Murcia	Avda. Juan Carlos I	Mampostería con mortero sobre roca	Se observa que las viviendas esta sobre un estrato de roca, pero donde se ha producido la avería hay arcillas marrones	NO	Gran socavón bajo la acera de 7 metros de profundidad, 3 de ancho y 8 de largo.	ABASTECIMIENTO	07/11/2012	Rotura de la red general que discurre por la acera	60mm	FC	6,5	1	8.500,00 €	Relleno del socavón mediante HM 25 hasta cota -0,5 m
23	Alhama de Murcia	Venta del Humillero	Mampostería sin hormigón.	Terreno de limos arcillosos y vegetal	NO	Asiento de una ala de la vivienda	ABASTECIMIENTO	07/03/2013	Avería en una acometida	20 mm	PEAD	7	1	5.445,00 €	Ejecución de una zapata corrida para estabilizar la cruja de la vivienda depmitida.

Caso	Municipio	Dirección	Tipo de cimentación	Descripción del terreno	Estudio geotécnico	Identificación del daño	Origen del agua que provoca la patología	Fecha de detección avería	Tipo de red averiada	Díametro de la red	Material de la red	Presión de servicio de la red SF (bar)	Número de viviendas afectadas	Valoración de daños	Tipo de reparación
24	Los Carriones, Castiella, Granada	Barrio Venta Elena, 23	Sin cimentación, construcción subterránea en cueva	Terreno de Yeso	NO	Swavon y depresión de una zona junto a una vía pública afectando a una instalación deportiva municipal	SANEAMIENTO	10/08/2012	Rotura red general de saneamiento	200 mm	HA		1	40.949,31 €	Se realizaron unos muros de mampostería y luego se rellenó con zahorras en tongadas de 20 cm, dejando condensada las esencias de la cueva dañada.
25	Espinardo Murcia	C/ Regidor Cayetano Gago S/N	Zapatas de Hormigón Armado	Grava, arena y arcilla con tonos marrones variables con restos de escambros	SI	Hundimiento de la cimentación en bloque del edificio	ABASTECIMIENTO	16/02/2015	Rotura red interior de abastecimiento.	50 mm	PEAD		5	32.000,00 €	Recalce de cimentación con micropilotes e inyecciones de resinas
26	La Costera, Alhama de Murcia	Las Cabillas	Mampostería	Arcillas limosas.	NO	Asiento diferencial debido a rotura en la acometida del edificio, que provocó que girase.	ABASTECIMIENTO	07/11/2013	Rotura acometida.	25 mm	PEAD		8	1.859,77 €	Reparación de grietas y fisuras
27	Alhama de Murcia	Sagunto, 17	Mampostería y sillares de arena unidos con mortero	Arenas limosas con Gravas	SI	Asiento diferencial más acusado en la fachada del edificio.	ABASTECIMIENTO	10/01/2014	Rotura de acometida en dominio público	25 mm	PEAD		7,5	42.500,00 €	Recalce y remediación de cimentación mediante zapata corrida perimetral
28	Almudralejo	Cantares 24	Zapatas de hormigón armado	Terreno arcilloso limoso	NO	Inundación de un sótano, deterioro de solado y desprendimiento de azulejos en el sótano por la entrada de agua	SANEAMIENTO	04/02/2015	Ataque red de saneamiento público	315 mm	PVC		2	4.491,43 €	Retirada de tierras y reposición con material adecuado, reparación en los muros del sótano por donde entró el agua de saneamiento.
29	Cartagena	C/ Pino nº 73 Urbanización Señorial	Zapatas de hormigón armado	Terreno arcilloso limoso	NO	Diferentes grietas y aparición de humedades de consideración en muros de los sótanos y suelo de los mismos.	ABASTECIMIENTO	22/01/2005	Rotura de acometida en dominio público	32 mm	PEAD		6,5	4.000,00 €	No se procedió a reparación de fisuras y grietas en paramentos, reposición de alcañales afectados y restauración de paramentos afectados por la humedad.
30	Alhama de Murcia	Mindanao 39	Bloques de hormigón Zapatas apoyadas sobre terreno inconsistente.	Terreno de limos huecos arcillosos	NO	Asiento diferencial por cimentación inexistente o ineficaz en algunos puntos.	ABASTECIMIENTO	17/02/2010	Avería en la acometida del inmueble contiguo	25mm	PEBD		8	3.443,00 €	Recalce de cimentación y retirada del material inadecuado
31	Navalnora de la Mata	Junto Campo de fútbol		Terreno arcilloso limoso	NO	Swavon y depresión de una zona junto a una vía pública afectando a una instalación deportiva municipal	SANEAMIENTO	14/02/2014	Rotura red general de saneamiento	800 mm	HA		0	6.200,00 €	Se reparó el colector y se rellenó el sacavon con material adecuado
32	Alhama de Murcia	Isla Mindoro 37 y 39	Zapatas de hormigón armado	Arcillas limosas, gravas y limos arcillosos	SI	Fisuras en paramentos verticales coincidiendo con los huecos de puertas y ventanas, en las 2 viviendas	ABASTECIMIENTO	04/02/2015	Rotura de acometida en dominio público	25 mm	PEAD		8	1.992,03 €	Reparación y topado de las fisuras aparecidas en los paramentos verticales y fachada.
33	Alhama de Murcia	Mayor 28 El Berro	Zapatas de hormigón armado	El terreno es limoso arenoso con gravas arenosas y luego arenisca.	SI	Grietas en muros y forjados del inmueble así como en la acera perimetral.	ABASTECIMIENTO	30/12/2013	Rotura de red privada en dominio público	63 mm	PEAD		5,5	2.800,00 €	Instalación de un nuevo collarín, adecuado para ese tipo de material. Es necesaria la reparación de la cimentación con micropilotes.
34	Alhama de Murcia	Calle de la Peritz 4	Mampostería y zapatas de hormigón armado para apoyo de pilares 2ª planta	El terreno es arcilloso. Limos arcillosos, limos arenosos, gravas arenosas.	SI	Grietas y daños estructurales de diversa consideración	ABASTECIMIENTO	24/04/2016	Rotura de acometida domiciliar	32 mm	PEAD		1	30.312,92 €	Inyecciones cementosas. Sustitución de acometida por una nueva de PEAD 40mm
35	Alhama de Murcia	Aciselo Diaz, 2 y 4	Zapatas arriostradas de hormigón armado	Limos arenosos, arenas y limos con cantidades variables de gravas, limos con horizontales arenosos	SI	Fisuras en paramentos verticales coincidiendo con los huecos de puertas y ventanas	ABASTECIMIENTO	04/09/2013	Rotura de acometida en dominio público	32mm	PEAD		2	1.505,00 €	Picado y enlucido de yeso para tapar diversa fisuras

Caso	Municipio	Dirección	Tipo de cimentación	Descripción del terreno	Estudio geotécnico	Identificación del daño	Origen del agua que provoca la patología	Fecha detección avería	Tipo de red averiada	Díametro de la red	Material de la red	Presión de servicio de la red (SP (bar))	Número de viviendas afectadas	Valoración de daños	Tipo de reparación
36	Alhama de Murcia	Cines Campos 34	Zapatas arriostradas de hormigón armado	Terreno arenoso limoso	NO	Socavón en acera y calzada	ABASTECIMIENTO	18/01/2013	Rotura de acometida en dominio público	25mm	PEAD	6	0	8.800,00 €	Reparación de la acometida sustituyéndola por una nueva, incluido el collarín que fue lo que causó los desperfectos
37	La Costera, Alhama de Murcia	Las Cabilles		Arcillas limosas	NO	Socavón en una calle por la fractura de una tubería de fibrocemento.	ABASTECIMIENTO	07/04/2014	Rotura red general por fractura	80mm	FC	7	0	6.500,00 €	Repleno de socavón previa reparación de la tubería
38	Alhama de Murcia	San Antonio, 9	Mampostería	Arcillas y limos blandos	NO	Grietas y humedades muy considerables en paramentos verticales.	ABASTECIMIENTO	10/02/2011	Rotura de acometida en dominio público	20 mm	Pb	6	1	470,00 €	Reparación de grietas y fisuras en paramentos y escayola. Tapar grieta forjado balcón en la fachada. Picado y enyesado de las zonas bajas de las paredes adriadas.
39	Alhama de Murcia	San Francisco Javier, 3		El terreno es arcilloso. Limos arcillosos, limos arenosos, gravas arenosas.	NO	Socavón en la calzada	SANEAMIENTO	13/01/2014	Descolgamiento tubo PVC de una acometida de saneamiento en la arqueta de jaso.	200 mm	PVC		0	300,00 €	Apertura de caja junto a la arqueta para calzar tubo de PVC e introducirlo de nuevo en la arqueta.
40	El Berro, Alhama de Murcia	Mayor 21	Zapatas arriostradas de hormigón armado	El terreno es limoso arenoso con gravas arenosas y lugo arcisca.	SI	Humedades en los muros del sótano	AGUA SUFTERRANEA	25/04/2014	Ninguna				1	500,00 €	Aplicación de pintura o mortero antihumedad
41	Narcalmorjal de la Mata	Puerto Piqueas 2A	Zapatas de hormigón armado	Terreno arcilloso limoso	NO	Inundación del hueco del ascensor	ABASTECIMIENTO	28/04/2014	Rotura red general por fractura	80 mm	FC	6	1	3.500,00 €	No se actúa sobre la estructura solo se achica el agua del hueco del ascensor.
42	Aguazas	La Rosa 8 y 10	Mampostería	Terreno arcilloso	NO	Descalce de cimentación	ABASTECIMIENTO	20/05/2015	Rotura red abastecimiento en desuso	25 mm	PEAD	5	2	25.000,00 €	Recalce de cimentación mediante zapata corrida
43	Alhama de Murcia	Los Carrascos 6-28	Mampostería	Terreno arcilloso	SI	Descalce de cimentación	ABASTECIMIENTO	11/11/2015	Rotura de acometida en dominio público	25 mm	PEAD	7,5	1	3.493,00 €	Recalce de cimentación mediante resinas expansivas
44	Molina del Segura	Paraiso 20	Zapatas arriostradas de hormigón armado y losas de cimentación	Terreno arenoso arcilloso hasta 3,5m y luego roca	SI	Descalce de cimentación	ABASTECIMIENTO	17/07/2012	Rotura de acometida en dominio público	25 mm	PEAD	5,5	2	238.472,76 €	Recalce de cimentación mediante micropilotes
45	Molina del Segura	Pl La Estrella C/ Europa	Zapatas arriostradas de hormigón armado	Terreno arenoso arcilloso	SI	Descalce de cimentación y colapso de estructura	ABASTECIMIENTO	09/01/2013	Rotura de acometida en dominio público	32 mm	PEAD	6,5	10	84.000,00 €	Recalce de cimentación mediante micropilotes e inyección de resinas expansivas.
46	Alhama de Murcia	Los Ventorrillos de la Costera	Mampostería	Terreno arcilloso	NO	Descalce de cimentación	ABASTECIMIENTO	03/10/2011	Rotura de acometida en dominio público	25 mm	PEAD	8	10	2.254,06 €	Recalce de cimentación mediante zapata corrida

4.2. DESARROLLO DE LA DOCUMENTACIÓN PROCESADA Y DATOS OBTENIDOS.

A continuación se presenta el resultado de un estudio más profundo y minucioso de todos y cada uno de los casos investigados, plasmando y analizando toda la información que se ha podido recopilar y que resulta determinante para un acertado diagnóstico. Cada uno de los casos se han estructurado en cuatro apartados: Antecedentes, descripción del inmueble y de su estructura, síndromes existentes y conclusión de cada caso.

CASO 1:**Población: Alhama de Murcia.****Calle: Pedro Gambín 30.****ANTECEDENTES.**

El día 14 de enero de 2011 se acudió junto con el Aparejador Municipal a la vivienda sita en Pedro Gambín 30 de Alhama de Murcia, ya que al parecer, habían aparecido por toda la vivienda numerosas grietas de importancia de manera súbita.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Pedro Gambín nº 30 es un edificio de dos plantas sin sótano ni forjado sanitario, que da a dos calles, C/ Pedro Gambín y C/ Conde de Elda. Las plantas están destinadas a una única vivienda, que dispone de una puerta de acceso, ventanal en la fachada y puerta de garaje que da a la calle Pedro Gambín. Una puerta de garaje de acceso al patio por la calle Conde de Elda. La terraza del edificio tiene la superficie total de la parcela menos el espacio del patio y es visitable.

El edificio está construido con pilares y pórticos de hormigón armado. La cimentación por lo que arrojó el estudio geotécnico, está ejecutada con zapatas arriostradas de dimensiones desconocidas. Fue construido en 1970 y tiene un solar de 191m². La superficie construida es de 298 m².

La fachada está acabada en la planta baja con un mortero monocapa de color beige en la parte superior y en la inferior dispone de un zócalo de 80 cm de altura de color gris. En la planta superior está acabada con ladrillo cerámico a cara vista.

SINDROMES EXISTENTES.

A primera vista, los daños eran bastante considerables e impactantes que hacían pensar que la estabilidad estructural del edificio estaba comprometida.



Fotografía 24. Se observan grietas a la altura del dintel de la puerta. Se han colocado testigos de yeso para el seguimiento de posibles movimientos.



Fotografía 25. Detalle donde se aprecia la fecha en la fue colocado el testigo.



Fotografía 26. Detalle de una grieta inclinada.



Fotografía 27. Se aprecia el descuelgue de la medianera de la vivienda.



Fotografía 28. La caja de escaleras con grietas.



Fotografía 29. Caja de escaleras vista desde arriba.



Fotografía 30. Grieta en el encuentro con la pared medianera.



Fotografía 31. Detalle de un testigo de yeso de reciente colocación.

Una vez en la vivienda se pudo comprobar que se había producido un asiento en los paramentos verticales limítrofes con la vivienda del nº 28, la vivienda situada al Norte.



Fotografía 32. Se observa una pieza de latón donde se reparó la avería.



Fotografía 33. Vista completa de la zona de la avería interior.

Al parecer en la vivienda se había producido, no se conoce cuándo, una avería en una pila cercana a los muros que habían asentado.



Fotografía 34. Se aprecian grietas en el paramento de plaquetas cerámicas de la cocina.



Fotografía 35. Grieta inclinada que parte del encuentro del hueco de la puerta.

Las grietas habían aparecido en los últimos tres días y los ruidos se sucedían continuamente, síntoma evidente de que la estructura del edificio se estaba moviendo.



Fotografía 36. Testigo de yeso de seguimiento de una grieta en fachada.



Fotografía 37. La grieta llega hasta la parte superior del edificio.



Fotografía 38. La grieta en la coronación de la fachada del inmueble.



Fotografía 39. Grieta en fachada entre dintel de la puerta y el de la ventana.

Se colocaron testigos el 13 de enero de 2011 en diversos puntos del interior y exterior del edificio.



Fotografía 40. Cata junto a zapata del pilar afectado.



Fotografía 41. El terreno se aprecia seco y no hay lavado de finos ni descalce de zapata.

El personal del Ayuntamiento realizó una cata en el interior de la vivienda junto a la zapata del pilar que había cedido de la caja de escaleras y no se vio nada fuera de lo normal. Se apuntalaron los forjados y zonas más afectadas.



Fotografía 42. Detalle de la arqueta interior de saneamiento situada en el patio, donde se aprecian grietas y zonas que carecen de enlucido.

Después de la visita de inspección técnica y siguiendo instrucciones del Técnico Municipal, se dieron indicaciones al equipo busca fugas, para que inspeccionase tanto la calle Conde de Elda, como la Calle Pedro Gambín.

El día 15/01/2011 de madrugada se realiza la primera inspección, en la red de Abastecimiento y no se encontró anomalía alguna.

El día 17/01/2011 se realiza otra inspección y se detectan dos posible fugas de agua frente a los números 16 y 26 de la Calle Conde de Elda.

El día 20/01/2011 la empresa que realizó dichas obras, que se encontraban en periodo de garantía, realizaron unas catas por orden del Técnico Municipal y se descubren dos averías en la red de abastecimiento en los puntos señalados. Estaban localizadas en codos de latón, que presentaban algún defecto de fabricación, propio de la escasa calidad del material instalado.



Fotografía 43. Se observa la primera avería en la acometida de abastecimiento.



Fotografía 44. La segunda avería en otra acometida de abastecimiento.



Fotografía 45. Detalle del codo de latón defectuoso.

El día 31/01/2011 se pasó la cámara de inspección de saneamiento y la calle Pedro Gambín, entre las calles Roque Sánchez Javaloy y Pio Baroja. No se encontró avería ni rotura alguna.

El día 2/2/2011, personal del Ayuntamiento realizó unas zanjas longitudinales frente al número 30 de la calle Conde de Elda y Pedro Gambín, llegando hasta una profundidad de 2,44 m, no encontrando alteración alguna que indicase la presencia de ninguna avería que pudiera afectar a este edificio, que era el más dañado.



Fotografía 46. Zanja Conde de Elda, no se aprecian humedades.



Fotografía 47. Comprobación de profundidad de la zanja (150cm)



Fotografía 48. Zanja en Pedro Gambín.



Fotografía 49. Altura de la zanja en otro punto (245cm).



Fotografía 50. Zanja Pedro Gambín



Fotografía 51. Altura de la zanja en Pedro Gambín (170cm).



Fotografía 52. Se observa la zanja totalmente seca.

No se apreció lavado de finos ni indicios de agua en ninguna de las zanjas corridas que realizó el personal del ayuntamiento.

El día 29/03/2011 los vecinos encargaron un Estudio Geotécnico del terreno y encuentran agua a una profundidad de 6,5m y nos facilitaron una muestra, que analizamos dándonos los siguientes resultados: 14,65mS de conductividad. 6,16

pH y 0,0 de Cloro Libre, lo que indica sin lugar a dudas que el agua extraída es NO POTABLE. Lo que justifica y explica que no proviene de ninguna Red de Abastecimiento, con lo que se puede suponer que es agua procedente de algún flujo de agua subterránea o del NF (nivel freático).

Posteriormente el Ayuntamiento encargó a la empresa “CEICO” otro Estudio Geotécnico de la misma zona, siendo las conclusiones diferentes al que encargaron los propietarios. Concluye el informe diciendo que “el agua que han extraído a unos 6 metros, una vez analizada por laboratorio certificado, no es agua potable” como aseguró AG Soil en el otro estudio, sin realizar ningún tipo de análisis al respecto.

El 24/01/2012 se volvió a realizar una inspección completa de las redes de abastecimiento mediante geófono, de las redes de las calles Conde de Elda y Pedro Gambín y no se encontró ninguna nueva avería.

En mayo de 2012, el Ayuntamiento contrató a una empresa independiente y se realizaron tres inspecciones con cámara de video: La primera inspección en la parte alta de la C/ Conde de Elda y tramos de C/ Carlos III y Alfonso X. La segunda inspección en la parte baja de la C/ Conde de Elda entre las calles Roque Sánchez Javaloy y Plaza de Ortega y Gasset. La tercera inspección en la C/ Pedro Gambín desde C/ Roque Sánchez Javaloy a la plaza Ortega y Gasset. La empresa “CEDES AGUA, S.L.”, en su informe final afirmaba: *“No se aprecian daños de consideración, si alguna junta abierta y con algo de pérdida de agua, pero no significativa para filtraciones de grandes daños al pavimento, fachadas o viviendas colindantes.”*

Se encontraron en C/ Conde de Elda en la tubería prácticamente en desuso de Ø200 mm y en las dos acometidas, trozos de inyecciones de cemento, que atraviesan diagonalmente la tubería citada.



Fotografía 53 Muestra de uno de los trozos de la inyección cementosa encontrados en el interior de la tubería de saneamiento de 200mm.

Estas inyecciones de cemento, al parecer, se realizaron pocos días antes, en los inmuebles nº 28 y 30 de la C/ Pedro Gambín, las cuales se hicieron para consolidar el terreno, pero estas inyecciones fueron a parar a las acometidas de saneamiento del nº 23 de Conde de Elda y el nº 30 de la C/ Pedro Gambín, ambas cegadas en su fachada y sin uso.

Se pudo introducir la cámara de video desde el pozo o cata recién abierta hacia pozo arriba de la calle Conde de Elda, y no hubo incidencias. Ahora bien desde el pozo o cata, frente al nº 23, hacia Pozo abajo no se pudo introducir la cámara, dado que aguas abajo existían inyecciones de cemento que bloqueaban diagonalmente la tubería.

Es de destacar que las redes internas de los inmuebles reclamantes con daños no se pudieron verificar, dado que sus propietarios manifestaron que no permitían la entrada a los mismos, por consejo de su abogado, tal y como se refleja en las conclusiones del informe de “CEDES AGUA, S.L”.

Ese tramo de saneamiento donde se había introducido la inyección cementosa fue sustituido por el Ayuntamiento.

CONCLUSION.

En base a lo expuesto podemos determinar:

1. El análisis del agua que se extrajo del subsuelo, determinó que no se trataba de agua potable, al contrario, llevaba restos fecales que indica que pueden venir de alguna red de saneamiento o del nivel freático.
2. Se considera muy probable que los daños aparecidos en estas viviendas fueran motivados por la subida del nivel freático, que produjo un empuje hidráulico hacia arriba para luego a estratos bajos descalzar parcialmente las construcciones, fenómeno que se conoce por el nombre de Subsistencia. Que se define como (Corapcioglu, 1984): *“Es un fenómeno terrestre que implica al asentamiento de la superficie de la tierra en un área extensa debido a varios factores, que pueden ser actuales o causados por el impacto de una gran variedad de actividades humanas”*.
3. Quedo probado que las únicas averías fueron las de los codos de las acometidas de la calle Conde de Elda y según se desprende de las zanjas realizadas no afectaron a las viviendas ya que el agua al parecer discurría por el lecho de la tubería hasta los pozos que era donde se acumulaba. El asunto terminó en los tribunales y al no poder establecer los propietarios una relación de causalidad consistente, el tribunal desestimó su demanda y exculpó al Ayuntamiento.
4. El edificio tuvo una avería en el interior de su red de abastecimiento de poca importancia, que no puede ser el origen de esta patología. También se observó que la arqueta general de saneamiento de la vivienda se encontraba en mal estado con muchas grietas y desconchamientos del enlucido de las paredes, lo que provoca que el agua se filtre de manera continua y pueda ser otro de los orígenes de la patología.

CASO 2:**Población: Alhama de Murcia.****Calle Arapiles nº1****ANTECEDENTES.**

El 4 de diciembre de 2014 se reparó una avería en la red general de abastecimiento que era de fibrocemento de diámetro Ø60mm. La tubería se había fracturado en sentido transversal, muy típico de este material, instalado en terrenos poco estables y que en presencia de agua ceden de manera casi instantánea, debido a su alto contenido en sulfatos.

Que a principios de 2015, la propietaria de Arapiles nº1 empezó a notar que estaban apareciendo fisuras en algunos de sus tabiques interiores de la vivienda y la fachada, sobre todo en el lateral que da a la calle Parricas. A finales de enero se realizó la primera visita la vivienda, sin la presencia de la propietaria, donde se pudo observar desde el exterior, que los muros de carga de la fachada tenían grietas de diversa consideración.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Arapiles nº 1 es un edificio de una sola planta sin sótano ni forjado sanitario, destinado a vivienda, que dispone de una puerta de acceso y dos ventanales en la fachada que da a la calle Arapiles. Un ventanal, una puerta de acceso peatonal y una puerta de acceso al garaje en la calle Parricas, como muestra la Fotografía 54 y Fotografía 55.



Fotografía 54. Fachada Calle Arapiles.



Fotografía 55. Fachada a la Calle Parricas

Existen dos cuerpos diferenciados en el edificio. El primero que es el que se sitúa entre la calle Parricas y Arapiles, y tiene más de 60 años. El segundo es el que solo da a la calle Parricas, de menor antigüedad, en torno a unos 30 años. Ambos se pueden apreciar de manera clara en la Fotografía 55.

La estructura está ejecutada a base de muros de carga en la parte más antigua, y estructura de hormigón en la otra. Se desconoce la tipología de la cimentación y sus dimensiones.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un mortero pintado en la parte superior y un zócalo de un metro

en la parte inferior unicolor con piedras pequeñas o gravín, más conocido como a la tirolesa.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan numerosas fisuras y grietas en la fachada, sobretudo en la fachada de la calle Arapiles, coincidiendo con el hueco de la puerta principal de entrada a la vivienda, donde las grietas son verticales ligeramente oblicuas, indicando un movimiento o giro del edificio hacia la calle Parricas.

En la calle Parricas hay algunas grietas horizontales en la parte baja del zócalo inferior pero son antiguas. También hay fisuras leves oblicuas de poca entidad.



Fotografía 56. Grieta oblicua en la fachada calle Arapiles



Fotografía 57. Grieta horizontal en zócalo inferior en la calle Parricas.



Fotografía 58. Fisuras en la unión entre obras de diferente antigüedad calle Parricas



Fotografía 59. Vista general de la fachada de la calle Parricas donde se aprecia la fisura oblicua.



Fotografía 60. Detalle de la grieta en la cornisa.



Fotografía 61. Prolongación de la grieta a través del recibidor hasta el falso arco de la primera crujía.

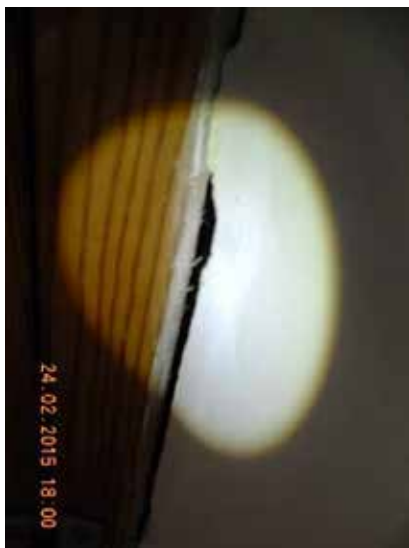


Fotografía 62. Misma grieta que la fachada que ha atravesado el muro.



Fotografía 63. Fisura al otro extremo de la puerta de entrada.

Las grietas en algunos puntos superan los 20mm de amplitud.



Fotografía 64. La grieta está limpia, señal de que es nueva.



Fotografía 65. La grieta en el extremo del dintel no muestra suciedad ni telarañas.



Fotografía 66. El dintel ha sufrido daños de importancia.



Fotografía 67. La entidad de la grieta hace pensar en que esa parte de la estructura tiene daños importantes.



Fotografía 68. Las grietas en el falso techo indican que la estructura se ha movido.



Fotografía 69. Grieta en el falso techo junto a la moldura.

Los daños son más pronunciados en la nave de la edificación más antigua, debido probablemente a la falta de cimentación adecuada para ese tipo de construcción.



Fotografía 70. La grieta atraviesa todas las estancias.



Fotografía 71. Vista general de la grieta del comedor.

Aunque la vivienda es antigua y tiene grietas anteriores a la rotura en la red de agua potable, éstas se han pronunciado más y algunas se han abierto considerablemente.



Fotografía 72. Restos de trozos de yeso caídos del falso techo, señal de que son recientes.



Fotografía 73. Grieta en una de las habitaciones.



Fotografía 74. Grieta en el techo de la despensa



Fotografía 75. El falso techo de la cocina interior ha cedido al límite de su resistencia.



Fotografía 76. Fisuras en el interior de la cocina ya en la nave más moderna.



Fotografía 77. Grieta en la puerta auxiliar que da a la calle Parricas.



Fotografía 78. La misma grieta que la Fotografía 68.



Fotografía 79. Fisura de poca importancia junto a una viga de hormigón. .



Fotografía 80. Grieta en el alicatado de la cocina.



Fotografía 81. Detalle del falso techo de la cocina interior.

Como se observa los daños en el falso techo de la cocina interior de la vivienda, en la nave más antigua, estaba al borde del colapso, con un riesgo inminente de derrumbe.



Fotografía 82. Testigo en la grieta de la fachada de la puerta principal.



Fotografía 83. Testigo fisurado levemente en la fachada de la calle Parricas. .



Fotografía 84. El testigo de la Fotografía 73 se ha despegado en un extremo.



Fotografía 85. Medición de la grieta.

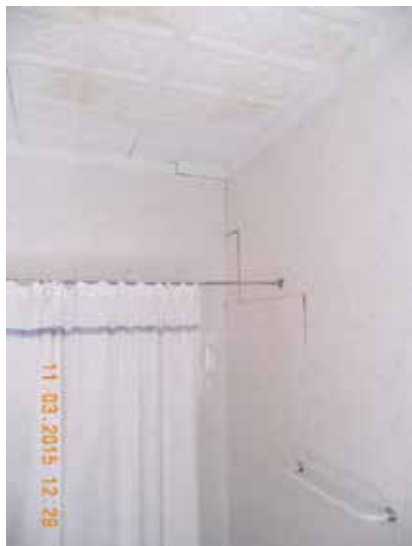


Fotografía 86. Testigo de la viga de la primera crujía no fisurado.

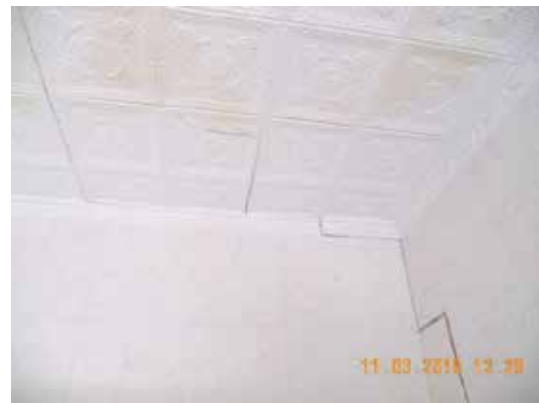


Fotografía 87. Testigos de la grieta más importante.

Debido al tamaño de los testigos es muy difícil saber si el edificio se sigue moviendo. Los testigos tienen que ser mucho más finos y delgados.



Fotografía 88. Grieta en el cuarto de baño.



Fotografía 89. Detalle de la fisura en el alicatado y falso techo.



Fotografía 90. Pieza caída en la pared que muestra grieta.



Fotografía 91. La cubierta es muy irregular.



**Plano 1. Esquema en planta de la vivienda con la localización de los daños más significativos.
(Fuente: Elaboración propia)**

CONCLUSION.

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Que las grietas aparecidas tienen como origen posiblemente, la rotura de la red general de la calle Parricas ya que existe coincidencia en el tiempo con los daños aparecidos y su tipología. La rotura produjo un lavado de finos en la zona de la cimentación de la calle Parricas, realizándose un asiento del terreno, que hizo que el edificio girase hacia la zona descalzada.
2. La estructura del edificio ha sufrido daños, el Aparejador Municipal consideró que se debían apuntalar algunas estancias de la vivienda para evitar daños mayores, ya que las afecciones revisten la gravedad suficiente para considerar el edificio inseguro o inestable. Al parecer el movimiento del edificio se ha detenido.
3. Es necesario recalzar la cimentación con hormigón armado para estabilizar de manera permanente el edificio. Para ello sería necesario la realización de un estudio geotécnico para determinar el mejor método de rehabilitación de la cimentación en función del terreno.

CASO 3:**Población: Alhama de Murcia.****Calle Parricas nº63****ANTECEDENTES.**

El 4 de diciembre de 2014 se reparó una avería en la red general de fibrocemento de diámetro 60mm, a la altura del número 61 de esa calle. La tubería se había fracturado en sentido transversal, muy típico de este material, instalado en terrenos poco estables y que en presencia de agua, asientan muy rápidamente debido a su alto contenido en sulfatos y rellenos antrópicos.

El mismo día de la reparación se procedió, a petición de la propietaria, a hacer una primera inspección de los daños, que al parecer, habían sido generados en la edificación por la rotura de esa red.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA

La edificación de la calle Parricas nº 63 es un edificio de una sola planta sin sótano ni forjado sanitario, destinado a vivienda, que dispone de dos puertas de acceso y dos ventanales en la fachada que da a la calle Parricas, como muestra la Fotografía nº 1.



Fotografía 92. Fachada Calle Parricas.

La estructura está ejecutada a base de muros de carga. Se desconoce la tipología de la cimentación y sus dimensiones. La antigüedad de la vivienda es superior a 40 años.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un mortero monocapa bicolor acabado plano con piedras pequeñas o gravín.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan numerosas fisuras y grietas en la fachada, coincidiendo con los huecos de las puertas de entrada a la vivienda y las ventanas. Las grietas son verticales ligeramente oblicuas, indicando un movimiento o giro del edificio hacia la edificación nº 61 de la misma calle.

En el interior se observan, sobretodo, grietas oblicuas en los paramentos verticales, siendo algunas de estas grietas antiguas y reparadas con anterioridad, que ahora se han vuelto a pronunciar. Las grietas se conoce que son antiguas por los repintados que resaltan sobre el color de fondo.

También se aprecian grietas en los falsos techos de escayola.



Fotografía 93. Grietas en el hueco de la ventana



Fotografía 94. Testigo del día 4 de diciembre fisurado.



Fotografía 95. Fisuras en la unión entre las edificaciones que comparten medianera.



Fotografía 96. Grieta en el muro de la fachada principal.



Fotografía 97. Piedra de mármol agrietada en un portal.



Fotografía 98. Grieta oblicua ascendente desde el paramento vertical al falso techo.

En la Fotografía 98 se observa que el testigo colocado el 4 de diciembre se ha fracturado.



Fotografía 99. Misma grieta que la fachada que ha atravesado el muro.



Fotografía 100. Fisura al otro extremo de la puerta de entrada.

Las grietas en algunos puntos superan los 5mm de espesor.



Fotografía 101. Grieta vertical en el pasillo de acceso desde la entrada al patio.



Fotografía 102. Grieta antigua en el falso techo que se ha vuelto a abrir.



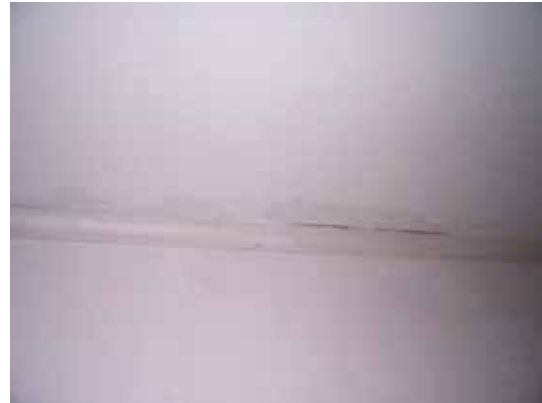
Fotografía 103. Grieta oblicua en el dormitorio.



Fotografía 104. Grieta en la unión o junta del falso techo.



Fotografía 105. Las grietas en el falso techo indican que la estructura se ha movido.

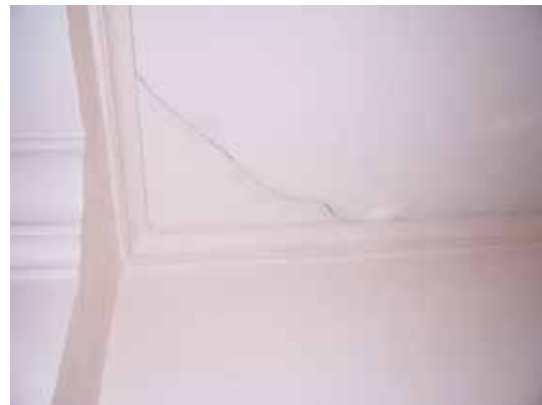


Fotografía 106. Grieta en el falso techo junto a la moldura.

Los daños son más pronunciados debido probablemente a la falta de cimentación adecuada.



Fotografía 107. La grieta en una esquina del falso techo.



Fotografía 108. Grietas en otra esquina de la misma estancia.

Aunque la vivienda es antigua y tiene grietas anteriores a la rotura en la red de agua potable, estas se han pronunciado más y algunas se han abierto de nuevo debido a que no se cosieron adecuadamente cuando se repararon anteriormente.



Fotografía 109. Paramento vertical de una habitación totalmente agrietado.



Fotografía 110. Continuidad de la grieta hasta el solado.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Que las grietas aparecidas tienen como origen posiblemente, la rotura de la red general de abastecimiento de la calle Parricas ya que existe coincidencia en el tiempo con los daños aparecidos y su tipología. La rotura produjo un lavado de finos realizándose un asiento del terreno, que hizo que el edificio girase hacia la zona deprimida.
2. La estructura del edificio ha sufrido daños, pero las afecciones no revisten la gravedad suficiente para considerar el edificio inseguro o inestable. Al parecer el movimiento del edificio se ha detenido, en base a lo observado en los testigos de yeso.
3. Es posible que sea necesario recalzar la cimentación con hormigón armado para estabilizar de manera permanente el edificio, aunque sería pertinente la realización de un estudio geotécnico previo, para determinar el mejor método de rehabilitación de la cimentación en función del terreno.

CASO 4:**Población: Alhama de Murcia.****Calle Parricas nº61****ANTECEDENTES.**

El 4 de diciembre de 2014 se reparó una avería en la red general de fibrocemento de diámetro 60mm, entre el número 61 y 63 de esa calle. La tubería se había fracturado en sentido transversal.

El mismo día de la reparación se procedió, a petición de la propietaria, a hacer una primera inspección de los daños, que al parecer, habían sido generados en la edificación por la rotura de esa red.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA

La edificación de la calle Parricas nº 61 es un edificio de una sola planta sin sótano ni forjado sanitario, destinado a vivienda, que dispone de dos puertas de acceso y dos ventanales en la fachada que da a la calle Parricas, como muestra la Fotografía 111.



Fotografía 111. Fachada Calle Parricas 61.

La estructura está ejecutada a base de muros de carga. Se desconoce la tipología de la cimentación y sus dimensiones. La antigüedad de la vivienda es superior a 40 años.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada, en su parte superior, con un mortero monocolor con piedras pequeñas o gravín, más conocido como a la tirolesa. En la parte baja, aproximadamente de 80 cm de altura, hay un zócalo con placas de piedra irregulares.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan numerosas fisuras y grietas en la fachada, coincidiendo con los huecos de las puertas de entrada a la vivienda y las ventanas. Las grietas son verticales ligeramente oblicuas, indicando un movimiento o giro del edificio hacia el centro de la misma calle.

En el interior se observan, sobretodo, grietas oblicuas en los paramentos verticales, siendo algunas de estas grietas antiguas y reparadas con anterioridad, que ahora se han vuelto a pronunciar. Las grietas se conoce que son antiguas por los repintados que resaltan sobre el color de fondo.

También se aprecian grietas en los falsos techos de escayola.



Fotografía 112. Grietas en el muro de fachada



Fotografía 113. Testigo del día 4 de diciembre fisurado.

Se colocaron testigos el 4 de diciembre de 2014 y el 11 de marzo de 2015.



Fotografía 114. Fisuras que nacen el hueco de la ventana sur.



Fotografía 115. Testigo de yeso del 11 de marzo no fisurado.

Al parecer el edificio no se mueve, al haber muchos testigos de los colocados el 11 de marzo que no se han fisurado.



Fotografía 116. Junta del solado de gres que se ha abierto.



Fotografía 117. Grieta oblicua en la habitación norte que da al muro de la fachada.

El solado de la vivienda, sobretodo en la entrada, presenta irregularidades de nivelación, habiendo pendientes hacia la calle. La vivienda también presenta humedades por capilaridad antiguas y propias de este tipo de edificaciones, que

no tiene forjado sanitario que aleje los paramentos verticales de la humedad del terreno.



Fotografía 118. Humedades antiguas por capilaridad.



Fotografía 119. Fisura en la pared medianera con la vivienda nº 63.

Las grietas en algunos puntos superan los 20mm de espesor.



Fotografía 120. Grieta oblicua desde su base con testigos fisurados, en la habitación del sur.



Fotografía 121. Grieta casi vertical en el mismo paramento que la anterior.



Fotografía 122. Restos de humedades y reparaciones anteriores.



Fotografía 123. Se aprecia que las grietas son nuevas.



Fotografía 124. Las grietas en el falso techo indican que la estructura se ha movido.



Fotografía 125. Esta grieta indica dirección opuesta a las otras con dirección hacia el interior de la vivienda.

La escayola se comporta como si fuese un testigo de tamaño: la superficie del forjado del techo.



Fotografía 126. La grieta oblicua en una habitación interior.



Fotografía 127. Grietas en el falso techo posiblemente generadas por goteras en la cubierta.

Aunque la vivienda es antigua y tiene grietas anteriores a la rotura en la red de agua potable, estas se han pronunciado más y algunas se han abierto de nuevo debido a que no se cosieron adecuadamente cuando se repararon anteriormente. También se observan daños procedentes de otras causas, entre las que se encuentran daños por goteras.



Fotografía 128. Grieta en el pasillo que da acceso a la cocina desde la entrada auxiliar a la vivienda.



Fotografía 129. El testigo colocado el 4 de diciembre de 2014 se ha fisurado.

CONCLUSION:

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Que las grietas aparecidas tienen como origen posiblemente, la rotura de la red general de la calle Parricas ya que existe coincidencia en el tiempo con los daños aparecidos y su tipología. La rotura produjo un lavado de finos realizándose un asiento del terreno, que hizo que el edificio girase hacia la zona deprimida.
2. La estructura del edificio ha sufrido daños, pero las afecciones no revisten la gravedad suficiente para considerar el edificio inseguro o inestable. Al parecer el movimiento del edificio se ha detenido, en base a lo observado en los testigos de yeso.
3. Es necesario recalzar la cimentación con hormigón armado para estabilizar de manera permanente el edificio, según indicó el estudio geotécnico previo y el estudio de cimentación.

CASO 5:**Población: Alhama de Murcia.****Calle Parricas nº59****ANTECEDENTES.**

El 4 de diciembre de 2014 se reparó una avería en la red general de fibrocemento de diámetro 60mm, entre el número 61 y 63 de esa calle. La tubería como en otras ocasiones se había fracturado en sentido transversal.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Parricas nº 59 es un edificio de una sola planta sin sótano ni forjado sanitario, destinado a vivienda, que dispone de una puerta de acceso y dos ventanales a ambos lados de la fachada que da a la calle Parricas, como muestra la Fotografía nº 1.



Fotografía 130. Fachada Calle Parricas 59.

La estructura está ejecutada a base de muros de carga. Se desconoce la tipología de la cimentación y sus dimensiones. La antigüedad de la vivienda es superior a 40 años.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada, en su parte superior, con un mortero monocolor pintado blanco. Y en

la parte baja, aproximadamente de 80 cm de altura, hay un zócalo con mortero gris con piedras pequeñas o gravín, más conocido como a la tirolesa.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan numerosas fisuras y grietas en la fachada, coincidiendo con los huecos de las puertas de entrada a la vivienda y las ventanas. Las grietas son verticales ligeramente oblicuas, indicando un movimiento o giro del edificio hacia el centro de la misma calle.

En el interior se observan, sobretodo, grietas oblicuas en los paramentos verticales, siendo algunas de estas grietas antiguas y reparadas con anterioridad, que ahora se han vuelto a pronunciar. Las grietas se conoce que son antiguas por los repintados que resaltan sobre el color de fondo.

También se aprecian grietas en los falsos techos de escayola.



Fotografía 131. Humedad por capilaridad en la fachada.



Fotografía 132. Humedades preexistentes.



Fotografía 133. Fisuras en el falso techo de la habitación sur junto a la fachada.



Fotografía 134. Fisuras en las uniones de la escayola.

En este edificio no se han colocado testigos, aunque a simple vista y según nos indica la propietaria las grietas no se han hecho más grandes, por lo que cabe suponer que el edificio se ha estabilizado.



Fotografía 135. Fisura en la esquina de las paredes de la habitación.



Fotografía 136. Grieta oblicua que parte del hueco de la puerta.

La vivienda también presenta humedades por capilaridad antiguas y propias de este tipo de edificaciones, que no tiene forjado sanitario que aleje los paramentos verticales del terreno.



Fotografía 137. Fisura reciente.



Fotografía 138. Fisura que ha sido reparada anteriormente.



Fotografía 139. Fisura en el techo que ha sido reparada anteriormente.



Fotografía 140. Fisuras nuevas y antiguas reparadas.



Fotografía 141. Fisuras reparadas en paramentos verticales.



Fotografía 142. Pequeñas fisuras nuevas.



Fotografía 143. Fisura reciente.



Fotografía 144. Grieta en la medianera con la vivienda n° 61.

Se aprecia en la Fotografía 144 que hay una reparación del yeso de la habitación reciente, debido posiblemente a la presencia de humedades por capilaridad.



Fotografía 145. La grieta vertical en el paramento vertical.



Fotografía 146. Grietas en la medianera de la vivienda.

Los daños existentes en esta edificación son menores que en los otros tres casos anteriores debido a que es la vivienda más alejada de donde se produjo la avería.

Se observan daños procedentes de otras causas, entre las que se encuentran humedades por capilaridad, muy pronunciadas en algunas estancias de la vivienda.



Fotografía 147. Grieta en la parte baja del muro de carga interior de la fachada.



Fotografía 148. Se observa que la pared se ha enlucido con yeso recientemente.

CONCLUSION:

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Que las grietas aparecidas tienen como origen posiblemente, la rotura de la red general de la calle Parricas ya que existe coincidencia en el tiempo con los daños aparecidos y su tipología. La rotura produjo un lavado de finos realizándose un asiento del terreno, que hizo que el edificio girase hacia la zona deprimida.
2. La estructura del edificio ha sufrido daños, pero las afecciones no revisten la gravedad suficiente para considerar el edificio inseguro o inestable. Al parecer el movimiento del edificio se ha detenido.
3. Por los daños observados, no parece necesario recalzar la cimentación.

CASO 6:**Población: Beniaján- Murcia.****C/ Nieves Viudes Romero****ANTECEDENTES.**

El 3 de agosto de 2014, los vecinos del edificio Jofi II de la calle Nieves Viudes Romero de Beniaján, empezaron a notar fuertes ruidos, como crujidos, y observaron que edificio se estaba separando del edificio posterior, en unos 20 cm. Avisados a los servicios de emergencia que se personan en el lugar, deciden desalojar el edificio por recomendación de los bomberos. El Servicio Municipal de Aguas detecta una rotura en una conducción de agua potable de la red de Abastecimiento de PEADØ90 que discurría por la acera. Esta avería no había dado la cara con anterioridad porque gran parte del agua se estaba filtrando a la red de saneamiento, se calcula que se perdieron aproximadamente 900m³/día. En la excavación que se realizó para hacer la avería, se observó que el terreno en el se asentaba la cimentación del edificio estaba con gran cantidad de agua y la podía haber descalzado. También está afectado el edificio contiguo situado a oriente denominado Monte Azahar.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Nieves Viudes Romero nº 1A es un edificio con bajo y tres plantas más terraza visitable, sin sótano ni forjado sanitario. El bajo está destinado a garaje y las plantas superiores a viviendas. Dispone de una puerta de acceso, puerta de garaje y dos ventanales a ambos lados de la fachada que da a la calle Nieves Viudes Romero, como muestra la Fotografía 149. Por la otra fachada solo tiene una puerta de acceso al garaje.



Fotografía 149. Fachada Calle Nieves Viudes Romero.



Fotografía 150. Fachada a la rambla del Garruchal.

La estructura está ejecutada a base de pórticos y forjados de hormigón armado. La tipología de la cimentación es una losa de cimentación y no se conocen sus dimensiones ni si es del tipo emparrillado o placa. La antigüedad del edificio es de 27 años, se construyó en el año 1989.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada en ladrillo cara vista en las plantas superiores. Y en la planta baja solo por la fachada principal, aproximadamente de 80 cm de altura desde el suelo, hay un zócalo con monocapa terminado con piedras pequeñas o gravín gris, y por encima de este de las mismas características de color beige.

El edificio Monte Azahar dispone de 5 bloques o escaleras con 7 viviendas por bloque. Dispone de sótano destinado a garaje más 4 alturas destinadas todas ellas a viviendas. En el caso que nos ocupa solo ha sido afectado el bloque nº1, que es el más cercano al edificio Jofi II. El bloque nº1 dispone de una puerta de acceso, a poniente un transformador de M.T. y la puerta de garaje, a oriente un balcón y un ventanal de la vivienda ubicada en la planta baja, como se puede ver en la Fotografía 151.



Fotografía 151. Fachada Calle Nieves Viudes Romero.

La estructura está ejecutada a base de pórticos y forjados de hormigón armado. La tipología de la cimentación es con zapatas arriostradas, que a juicio de los expertos que han estudiado el caso, están muy sobredimensionadas. La antigüedad del edificio es de 34 años, se construyó en el año 1982.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada en ladrillo cara vista en las plantas superiores. Y en la planta baja hay un zócalo de aproximadamente de 80 cm de altura desde el suelo acabado con placas pétreas prefabricadas de color tierra.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan algunas grietas en la fachada del Jofi II de poca entidad. El edificio se ha movido en bloque hacia la calle unos 24 cm. Sin embargo si se aprecian grietas de diversa consideración en la fachada del Monte Azahar, con una direccionalidad clara, que indica que el edificio se ha torsionado y ha descendido debido a que ha sido arrastrado por el movimiento hacia adelante del edificio Jofi II.

Dada la peligrosidad de los edificios, no se ha podido acceder a su interior pero hemos podido saber que en los paramentos verticales aparecieron grietas de diversa consideración y se colocaron testigos, al menos, el 8, 11 y el 13 de agosto de 2014

En el interior se observan, sobretodo, grietas oblicuas en los paramentos verticales, siendo todas ellas recientes. La inclinación de estas nos muestra que el edificio Jofi II se está inclinando hacia la calle teniendo como centro de gravedad un línea paralela casi coincidente con la fachada. Sin embargo el edificio Monte Azahar, por lo que indican las grietas, se ha desplazado girando de manera solidaria con el movimiento del edificio contiguo.

Se realizó la prueba de poner una esfera en el suelo de una vivienda de la tercera planta del Jofi II y se comprobó que se desplazaba adquiriendo velocidad hacia la fachada, un síntoma inequívoco de que el edificio estaba inclinado.



Fotografía 152. Se observan los testigos en el bajo y en los salientes de las balconadas.



Fotografía 153. No hay testigos a la vista en la fachada del Jofi II.



Fotografía 154. Zona de la avería detectada.



Fotografía 155. Socavón en la acera de la esquina del edificio.



Fotografía 156. Marca topográfica de referencia situado en un poste de tendido eléctrico de baja tensión.



Fotografía 157. Marcas topográficas en el Jofi II.



Fotografía 158. Maquinaria de inyección de cemento.



Fotografía 159. Marcas topográficas y testigos entre el bloque 3 y 4 de Monte Azahar.



Fotografía 160. Testigo intacto colocado el 18/08/2014 a las 17:00.



Fotografía 161. Marcas topográficas y testigos entre el bloque 5 y el dúplex colindante.



Fotografía 162. Vista general de los testigos de la fachada del bloque 1 de Monte Azahar.



Fotografía 163. Esquina del edificio Monte Azahar que coincide con la entrada del bloque 2.



Fotografía 164. Cornisa superior del Monte Azahar donde se aprecia el desplazamiento que ha tenido el Jofi II.



Fotografía 165. Los testigos situados entre los 2 edificios.



Fotografía 166. Desnivel del terreno entre las entradas a los garajes de los dos edificios.



Fotografía 167. Lugar donde tuvo lugar la avería de la red de abastecimiento.



Fotografía 168. Vista general de los edificios Jofi II y Monte Azahar bloque 1.



Fotografía 169. Bloque 1 de Monte Azahar al completo con sus testigos de yeso.



Fotografía 170. Grieta última planta con testigo del día 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 171. Misma fotografía de la grieta anterior tomada 07/12/2015 con el testigo de 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 172. Grieta segunda planta con testigo del día 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 173. Misma fotografía de la grieta anterior tomada 07/12/2015 con el testigo de 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 174. Grieta primera planta con testigo del día 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 175. Misma fotografía de la grieta anterior tomada 07/12/2015 con el testigo de 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 176. Grieta segunda planta con testigo del día 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 177. Misma fotografía de la grieta anterior tomada 07/12/2015 con el testigo de 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 178. Grieta primera planta con testigo del día 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 179. Misma fotografía de la grieta anterior tomada 07/12/2015 con el testigo de 21/8/2014 sin fracturar.



Fotografía 180. Grieta planta baja con todos los testigos fracturados.



Fotografía 181. Misma fotografía de la grieta anterior tomada 07/12/2015 con el testigo superior sin fracturar.

Al parecer en el portal del edificio repusieron algunos testigos de yeso, entre ellos los superiores, ya que estaban todos fracturados.



Fotografía 182. Farola sobre la que parece apoyarse el edificio.



Fotografía 183. Farola tomada 07/12/2015, no parece que haya variado su posición.



Fotografía 184. Separación entre ed. Jofi II y contiguo en construcción.



Fotografía 185. Misma separación tomada el 07/12/2015.

Basándonos en nuestra última inspección técnica, manifestada en las últimas fotografías, no se aprecia, a simple vista la existencia de grandes movimientos de los edificios, sin embargo como sabemos, un edificio se considera que se ha estabilizado, si sus movimientos son menores de 1mm al mes (Calavera J. et al, 1992). Por el contrario, si los movimientos son mayores de 1mm al mes, el

edificio se considera no estabilizado. En este caso habría que hacer un levantamiento topográfico de precisión, para determinar si se han producido movimientos y en caso afirmativo, de qué calibre. También se podría ver si ha habido movimientos comprobando todos los testigos de yeso y fisurómetros que hay colocados en el interior del edificio, ya que los del exterior, salvo la excepción de los de la portería del Monte Azahar, no se han fisurado.



Fotografía 186. Inclinación del edificio Jofi II.

Durante la realización de catas que se efectuó para la reparación de la cimentación, se descubrió que la losa de cimentación del Jofi II se había apoyado sobre las zapatas arriostradas del Monte Azahar lo que estaba generando el movimiento solidario de los edificios. El edificio Jofi II se movía a un ritmo de 4cm/día. Se inyectaron más de 3 Tm de cemento para intentar estabilizar la cimentación. El terreno era del tipo arcilloso-limoso y se realizó una tomografía eléctrica por el método galvánico (Bordehore L. J., 2005) que mostró que existía bajo la cimentación una zona de baja resistividad que se traducía en una cavidad o caverna que había provocado el colapso de la cimentación del edificio. Se aprecian grandes cantidades de agua acumuladas en el subsuelo, en las cercanías del punto donde se produjo la avería de la red de abastecimiento. También se

pueden ver las zonas donde se han realizado las inyecciones cementosas (Fischanger et al., 2007), que han depositado en las zonas donde había más agua acumulada, posiblemente eran zonas huecas debido al lavado de finos.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Que los daños generados en los dos edificios tienen como origen, la rotura de la red general de la calle Nieves Viudes Romero ya que existe coincidencia en el tiempo con los daños aparecidos y su tipología. La rotura produjo un lavado de finos que colapsó el terreno provocando un asiento pronunciado en un periodo corto de tiempo, descalzando la cimentación del edificio Jofi II, que hizo que girase hacia la zona deprimida, arrastrando consigo al edificio Monte Azahar.
2. Debido a que la cimentación del edificio Jofi II se hizo encima de las zapatas del Monte Azahar, los edificios se han movido juntos pero de forma diferente al tener morfologías dispares. Hay que quitar estas ataduras entre cimentaciones, cortando las superposiciones para que las cimentaciones intenten recuperar su equilibrio inicial. Probablemente el edificio Monte Azahar vuelva a su posición inicial de reposo.
3. La estructura del edificio Jofi II ha sufrido daños de importancia, las afecciones revisten la gravedad suficiente para considerar el edificio inseguro o inestable, desaconsejando la habitabilidad hasta que se consiga estabilizar ambos edificios y enderezar el primero. No podemos determinar con certeza si el movimiento del edificio se ha detenido, habría que hacer un nuevo levantamiento topográfico de precisión para ver si se han movido o se han estabilizado.
4. Por los daños observados, hay que terminar de recalzar la cimentación y enderezar, en la medida de lo posible, el edificio Jofi II hasta llevarlo a su posición original de equilibrio.

CASO 7:**Población: Murcia.****C/ Torre de la Marquesa nº 10.****ANTECEDENTES.**

En octubre de 1994, se empezaron a manifestar las primeras fisuras en el Edificio Poniente de la calle Torre de la Marquesa nº 10, por una patología desconocida. Se encargó informe pericial. (Pascual J.J., 2016)

A petición de los vecinos del inmueble en noviembre de 1995, el Servicio de Intervención Urbanística del Ayuntamiento de Murcia emite informe a mediados de agosto de 1996.

En junio de 2004, la comunidad de vecinos coloca testigos en la fachada del inmueble y en el interior de algunas viviendas, paso previo a un estudio de cimentación.

A principios de 2005, comienza la obra del parking subterráneo “ La Vega” de 4 plantas de sótano para aparcamiento de vehículos que ocupó una superficie construida de 40.000 m², siendo el tamaño de la parcela de 7.834 m² sobre rasante y 10.000 m² por debajo. El parking está situado entre las calles: Torre de Marquesa, Auditorium, Cronista Carlos Valcárcel; y el Hospital de la Vega. La distancia que separa el parking del edificio Poniente es de 12 m, que es el ancho de la calle. Previo al vaciado del solar se procedió a la instalación de muros pantalla de hormigón armado de 1 m de ancho y 26 m de profundidad anclados en un estrato de arcillas de $k= 3 \times 10^{-7}$ m/s.

A mediados de 2006, con motivo de la construcción del Parking subterráneo frente al edificio, los vecinos empezaron a notar que grietas y fisuras existentes en interior de sus viviendas, se están agrandando aceleradamente. Trasladaron el problema a los técnicos municipales para que pudiesen aclarar la patología que estaba causando los daños. Se descartaron averías en las redes de Saneamiento y Abastecimiento, ya que se revisaron todas las existentes por esa zona. Se instalaron equipos de pre localización de fugas que no encontraron rastro alguno.

A finales de 2006 se encarga un informe pericial por parte la comunidad de vecinos (CCPP), donde se pide relacionar los daños que están apareciendo nuevos o se estaban agravando, con la construcción del parking subterráneo.

En agosto de 2007, el Ayuntamiento de Murcia ordenó a los vecinos que realizaran las obras necesarias para la estabilización del edificio, debido al estado estructural crítico en el que se encontraba el edificio.

En febrero de 2008 INTEMAC (Instituto Técnico de Materiales y Construcciones) realiza informe sobre las patologías que estaban generando los daños al edificio, concluyendo que no eran con motivo de la construcción del parking.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Torre de la Marquesa nº 10 es un edificio con planta baja más siete con terraza visitable, sin sótano ni forjado sanitario. Los bajos están destinados a locales comerciales y garajes; las plantas superiores a viviendas, siendo un total de 40. Es el edificio más alto de la manzana.

El edificio da a dos calles: Torre de la Marquesa y José Ballester. Dispone de una puerta de acceso por la calle Torre de la Marquesa, dos puertas de garaje y cuatro persianas de acceso a los locales comerciales. Por la otra fachada tiene cinco puertas de acceso los locales comerciales.



Fotografía 187. Fachada Calle Torre de la Marquesa 10.

La estructura está ejecutada a base de pórticos y forjados de hormigón armado. La tipología de la cimentación son zapatas arriostradas y no se conocen sus dimensiones. La antigüedad del edificio es de 46 años, se construyó en el año 1970.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan fisuras y grietas en la fachada de tamaño variable, las más pronunciadas se aprecian en las uniones de los muros con los edificios colindantes. Según se aprecia el edificio ha descendido, teniendo como centro de gravedad, el centro del edificio. En los laterales, motivado por el contacto por fricción de los muros con los edificios colindantes, se ha movido en menor medida. Los mayores daños se observan en el interior de las viviendas, se aprecian grietas y fisuras de diversa consideración y también daños en pilares y vigas de hormigón que hacen dudar de la estabilidad estructural del conjunto.

La inclinación de las grietas interiores nos muestra que el edificio ha descendido, sobretodo, en el centro del edificio. Hay grietas longitudinales en el suelo que indica que los forjados también se han movido y se ha flexionado adaptándose al asiento del edificio.



Fotografía 188. Grietas en el patio de luces del edificio.



Fotografía 189. Daños en un muro de fábrica en uno de los bajos comerciales.



Fotografía 190. Grietas entre los huecos de las ventanas del patio de luces.



Fotografía 191. Grietas inclinadas unos 45°.



Fotografía 192. Separación con el edificio colindante.



Fotografía 193. Grieta en paramento vertical interior.



Fotografía 194. Fisurómetro instalado junto a testigo de yeso fracturado.



Fotografía 195. Se observa un testigo de yeso fracturado en un balcón.



Fotografía 196. Grietas que coinciden con las uniones de los pilares y forjados con los muros de fábrica.



Fotografía 197. Testigo de yeso desprendido y fisurado.



Fotografía 198. Grietas y desprendimientos de yeso de la pared en uno de los bajos.



Fotografía 199. Fisura longitudinal en el suelo cerámico síntoma de movimiento del forjado.



Fotografía 200. Pilar agrietado y paramento vertical colapsado.



Fotografía 201. Paramento vertical agrietado en su parte superior.



Fotografía 202. Grieta inclinada en el patio de luces.



Fotografía 203. Vista parcial de la fachada con grietas y zonas que no han aguantado la presión.



Fotografía 204. Fisurómetro instalado en la junta entre edificios.



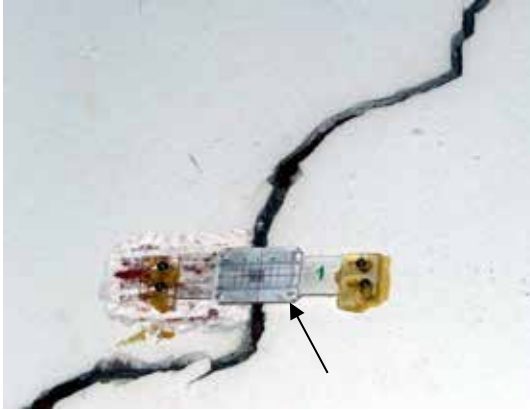
Fotografía 205. Grietas en el interior del cuarto del transformador CT.



Fotografía 206. Grietas que indican hacia donde se ha movido el edificio.



Fotografía 207. Grieta en paramento vertical con Fisurómetro instalado.



Fotografía 208. Fisurómetro instalado sobre grieta inclinada en paramento vertical interior.



Fotografía 209. Parte del yeso de la pared se ha desprendido por la presión ejercida.



Fotografía 210. Fisurómetro sobre grieta interior.



Fotografía 211. Fisura leve con fisurómetro.



Fotografía 212. Fisurómetro instalado sobre grieta de la fachada junto testigo de yeso.



Fotografía 213. Grieta sobre un techo con el recubrimiento de yeso desprendido



Fotografía 214. Paramento dislocado entre el pórtico.

Los daños observados tanto en el interior como en el exterior del edificio, nos muestran grietas inclinadas de diversa consideración, lo que nos indica de manera inequívoca que el edificio ha sufrido o está sufriendo un asiento diferencial, que está afectando a su estructura, poniendo en peligro la integridad estructural de la edificación.

Coincidiendo con la construcción del parking subterráneo de la misma calle, situado justo enfrente, se empezaron a agravar las grietas y fisuras existentes. El parking tiene 4 plantas bajo el nivel de la calle, debido a la presencia del nivel freático tuvieron que instalar bombas para evitar que la obra se les inundase. Actualmente las bombas siguen sacando importantes caudales de agua, hasta 17.000 m³/bimestre, para evitar que se inunden las plantas más bajas. Existen 2 puntos de extracción de agua del nivel freático: uno controlado con medición de caudales y otro sin control alguno vertiendo directamente al estanque del parque Fofó. Este último es el que se usa, siendo el primero usado solo cuando se realizan labores de mantenimiento y limpieza en el estanque del parque, según informe realizado por Aguas de Murcia.

Hay otros inmuebles en la zona que presentan daños similares a los del edificio Poniente, como son los números 6 y 12 de la misma calle. El pabellón del Cajigal tuvo que ser demolido, según todos los indicios, debido a un colapso estructural con motivo de la construcción del parking.

Todo esto nos puede llevar a formular hipótesis sobre el origen de la patología que está generando los daños al edificio. Podemos hacer cuatro hipótesis:

1. Que se deba a la Subsistencia. Que se define como el descenso de las placas tectónicas motivado por la bajada de los niveles piezométricos del nivel freático. O como define (Corapcioglu, 1984): *“Es un fenómeno terrestre que implica al asentamiento de la superficie de la tierra en un área extensa debido a varios factores, que pueden ser actuales o causados por el impacto de una gran variedad de actividades humanas”*
2. Que se deba a la Sufusión. Que se define como (Turrión et al, 2008): *“Es el transporte y movilización de partículas insolubles en agua transportadas en suspensión desde el suelo, o desde horizontes superiores al terreno, hacia los acuíferos”*. En inglés *“piping”* o arrastre mecánico de sedimentos. El proceso desarrolla un sistema de drenaje somero (pseudokarst).
3. Lavado de finos del terreno que sustenta la cimentación. Provocado por la desviación de las canalizaciones o cavidades naturales de aguas subterráneas debido a la construcción del parking mediante pantallas de cimentación. Eso pudo generar que se descolgase la cimentación por lavado de finos y se produjera un colapso repentino del edificio.
4. Que existan problemas estructurales subyacentes motivados por un mal cálculo estructural o de cimentación. También se puede deber a un apoyo de la cimentación sobre un estrato inadecuado o por una mala ejecución de la obra.

En agosto de 2007, los vecinos del inmueble realizan unas inyecciones cementosas para intentar estabilizar la cimentación del edificio y poder paliar los efectos de la patología que genera sus daños. Unos meses más tarde, se

comprueba que el edificio sigue moviéndose, no habiendo conseguido los efectos deseados con la reparación de la cimentación por inyecciones cementosas.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente más considerando la complejidad del caso y que para algunos expertos, está todavía la causa de los daños en estudio, consideramos:

1. La patología inicial se puede deber al fenómeno de Subsistencia aunque puede considerarse una patología múltiple por apoyo inadecuado de la cimentación sobre una capa de capacidad portante insuficiente del subsuelo, que generó las primeras grietas y fisuras por asientos diferenciales de la estructura. El hecho de la extracción de agua del NF podría haber provocado que el efecto de la Subsistencia se agrave, si cabe, más.
2. Que los daños se empezaron a manifestarse en 1994 mucho antes del inicio de la construcción del parking “La Vega”. No se puede afirmar que la construcción del parking fuese el origen de las patologías causantes. Sin embargo, cuando comenzaron a bombear agua del nivel freático, pudo haber generado afección por el fenómeno de sufusión a la cimentación del edificio Poniente, generando el arrastre de finos que impide la estabilización de la cimentación agravando la patología existente. Cuando hicieron las inyecciones cementosas, el cemento pudo ser arrastrado y bombeado posteriormente, no haciendo el efecto deseado de recalzar la cimentación, aunque se pudo filtrar a capas inferiores del terreno por el efecto de la subsistencia. No hay evidencias de qué pasó con las inyecciones cementosas, por lo que se debería de hacer una nueva prospección del subsuelo que lo determine.
3. Podría haberse considerado un caso de responsabilidad compartida pero no hay pruebas objetivas concluyentes que demuestren la influencia de la construcción del parking. Sí analizamos el problema desde el punto de vista de sucesiones temporales, siendo el horizonte temporal del 60% por motivos asociados a la subsistencia y defectos estructurales previos y del

40% con motivo de la construcción del parking, por causa de los daños aparecidos desde el inicio de la obra. Sin embargo, no hay pruebas objetivas que justifiquen esto último.

4. Se entiende que el mejor método para estabilizar el edificio es mediante cimentación profunda con micropilotes, ya que no le afectaría así el continuo lavado de finos, sustentando la cimentación sobre una capa de estrato estable y consistente.
5. La seguridad estructural del edificio debe ser reestudiada y analizada la evolución de los fisurómetros, que determine en que proporciones el edificio se está moviendo, para saber así, si es seguro que esté habitado o no.

CASO 8:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Antonio Machado 21****ANTECEDENTES.**

En el verano de 2013, se detectó una avería en su acometida domiciliaria, lo que hizo que fuese sustituida por completo. A principio de abril de 2014, exactamente el día 8, se giró inspección en la vivienda junto con Arquitecto Técnico Municipal, porque nos informó el propietario de la vivienda, que habían aparecido grietas por gran parte de ésta.

El 1 de Octubre de 2014 se detectó una nueva avería en la tubería que discurre por la acera de esta vivienda y que le da suministro, en el tramo que hay en la calle Antonio Machado justo en la esquina con la calle José María Pemán. Ese tramo de tubería fue condenado, dando suministro a la vivienda desde la calle José María Pemán. Se realizó reportaje fotográfico de la vivienda, junto con el Aparejador Municipal.

Posteriormente se realizaron varias visitas más, para ver la evolución de las fisuras y las grietas, quedando probado que el edificio se estaba moviendo. Las visitas en las que se realizaron reportajes fotográficos, fueron el 13 y 27 de noviembre de 2014.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Antonio Machado nº 21 es un edificio destinado a vivienda de 2 plantas tipo dúplex sin sótano, que dispone de una puerta de acceso, 4 ventanales en la fachada principal: dos de ellos retranqueados, situados uno en la balconada de la segunda planta y el otro en la planta baja junto a la puerta de acceso principal a la vivienda, los otros dos están alineados con la línea de fachada, como muestra la Fotografía 215. También tiene 4 ventanales que dan a la calle José María Pemán donde hay también una puerta de garaje en el extremo suroeste de la vivienda. Consta de porche, salón, sala de estar, armario empotrado, cocina, despensa, aseo y patio en planta baja. Y cuatro dormitorios, un baño y terraza en primera planta.



Fotografía 215. Fachada edificación

La estructura es mixta, está ejecutada a base de muros de carga; pilares y forjados unidireccionales de hormigón armado.

La tipología de la cimentación es mixta: Zapatas arriostradas y corridas. Es compartida con el resto de dúplex contiguos, formado el conjunto una edificación horizontal. La vivienda fue construida en el año 1986.

Según el Documento Básico SE-C (Seguridad Estructural Cimientos) del "Código Técnico de la Edificación" CTE, la construcción en base al número de plantas totales y superficie es del tipo C-0, (construcciones de menos de 4 plantas y 300 m² construidos).

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un ladrillo visto perforado blanco silíceo calcáreo, y en la unión con el forjado de la primera planta y con él de la cubierta, tiene una franja de unos 20 cm de monocapa color rojo. En la parte baja hay un zócalo de unos 80 cm de altura de placas de piedra. El solado de la vivienda es de terrazo.

La superficie construida del inmueble es de 122m². La superficie de la parcela del conjunto de dúplex que forman la división horizontal es de 1046m².

SINDROMES EXISTENTES.

En la fachada se observan grietas y fisuras de diversa consideración.



Fotografía 216. Grietas más considerables observadas en la fachada junto a la puerta de entrada.



Fotografía 217. Misma grieta tomada el 13 de octubre donde se aprecia que ha aumentado considerablemente.



Fotografía 218. Fisura en el zócalo inferior de la fachada por debajo de la misma ventana que la Fotografía 216.



Fotografía 219. Misma fisura el 13 de noviembre de 2014. Se aprecia que su tamaño es mayor.



Fotografía 220. Fisura en ventana de la primera planta.



Fotografía 221. Misma fisura que la Fotografía 220 con un testigo de yeso no fracturado a fecha 13 de noviembre de 2014.



Fotografía 222. Muro donde se encuentra la puerta de entrada donde se aprecia una fisura leve, tomada en abril.



Fotografía 223. Misma fisura que la de la Fotografía 222 tomada en noviembre. Se aprecia que ha aumentado su tamaño y que han instalado un testigo de yeso que se encuentra sin fracturar.

Por lo general, las fisuras detectadas en abril de 2014, en noviembre tenían amplitudes superiores.



Fotografía 224. La fisura sobre la puerta del garaje, tomada en abril.



Fotografía 225. Misma fisura que la Fotografía 224 tomada en noviembre. No se aprecian apenas diferencias.



Fotografía 226. Misma grieta que la Fotografía 216 tomada el 13 de noviembre, con un testigo de yeso sin fracturar.



Fotografía 227. Mismo testigo que la Fotografía 226, tomado el 27 de noviembre. Se ha fracturado en solo 15 días.



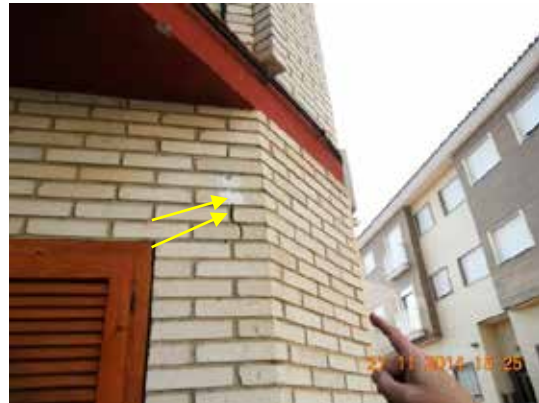
Fotografía 228. Testigo en grieta tomado el 13 de noviembre.



Fotografía 229. El mismo testigo que en la Fotografía 228, pero ahora se ha fracturado y se ha colocado otro a cota inferior.



Fotografía 230. Grieta con testigo sin fracturar.



Fotografía 231. Misma grieta que en la Fotografía 230, con el testigo fracturado.

A continuación podemos ver la cata tomada del forjado sanitario donde se aprecia el agua estancada bajo el solado de la vivienda.



Fotografía 232. Se aprecia el agua y sin embargo no se ve lavado de finos.



Fotografía 233. Bastón introducido en el terreno que arroja barro típico de sustratos arcillosos.



Fotografía 234. Fisura tomada en octubre.



Fotografía 235. Fisura tomada en abril. No se aprecian diferencias.



Fotografía 236. Azulejos de la cocina en noviembre.



Fotografía 237. Azulejos de la cocina en Abril. No se aprecian nuevas piezas desprendidas.

Teniendo en cuenta que los azulejos son de las partes más sensibles a los movimientos, podemos decir que en la cocina no se aprecia evolución de los daños.



Fotografía 238. Fisuras en la habitación de la primera planta.



Fotografía 239. Fisura inclinada en la primera planta.



Fotografía 240. Fisura horizontal en el hueco de las escaleras.



Fotografía 241. Continuación de la fisura del hueco de las escaleras que dan acceso a la primera planta.

En la primera planta vemos fisuras por casi todas las habitaciones pero sobre todo en las más cercanas al nº 17.



Fotografía 242. Fisura sobre la puerta de una de las habitaciones de la primera planta.



Fotografía 243. Grieta en la habitación que da a la fachada.



Fotografía 244. Grieta en el muro de carga cercano al lugar donde se detectó la primera avería en la acometida.



Fotografía 245. En Octubre la misma fisura se había hecho más grande.



Fotografía 246. Fisuras en patio junto a la ventana del aseo.



Fotografía 247. En el aseo se habían desprendido los azulejos de una superficie aproximadamente del 20% del total.

El estudio geotécnico nos indica que existe un grado de humedad muy alto en el terreno y que está compuesto por limos de baja plasticidad. No se ha detectado en los sondeos el nivel freático. Recomiendan para la estabilización de la cimentación inyecciones cementosas o la instalación de micropilotes.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. El origen posiblemente de las patologías, fueron dos roturas de acometidas de agua potable de la vivienda, ya que coinciden en el tiempo, las roturas con la aparición de grietas.
2. En las catas que realizaron en el forjado sanitario de la vivienda, en las dos crujías, no se aprecia lavado de finos ni descuelgue de la cimentación.
3. Se realizaron catas para analizar la tipología de la cimentación y se consideró más oportuno el recalce de cimentación por inyecciones cementosas.

CASO 9:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Antonio Machado 19****ANTECEDENTES.**

A finales de julio de 2014, la hermana del propietario de la vivienda, en representación de este último, presentó escrito en el Ayuntamiento de Alhama de Murcia indicando que empezó a notar que estaban apareciendo fisuras en algunos de sus tabiques, además de en el bordillo de la acera a lo largo de su fachada. Estando afectadas, según manifestó, otras viviendas limítrofes.

El 27 de noviembre de 2014 tras el traslado de la instancia por parte del Ayuntamiento, se contactó por primera vez con la reclamante, pero no se pudo hacer inspección de los daños existentes dentro de la vivienda. Finalmente, el día 2 de diciembre se realizó inspección “*in situ*” de los daños interiores de la vivienda, en el exterior se podían apreciar algunas fisuras pero muy leves.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Antonio Machado nº 19 es un edificio destinado a vivienda de 2 plantas tipo dúplex sin sótano, que dispone de una puerta de acceso, 3 ventanales en la fachada principal: uno de ellos retranqueado, situado en una balconada de la segunda planta, otro en la misma planta y uno en la planta baja junto a la puerta de acceso principal a la vivienda, como muestra la Fotografía 248. Además tiene una puerta de garaje al Este de la puerta principal. Consta de porche, salón, sala de estar, armario empotrado, cocina, despensa, aseo y patio en planta baja, y cuatro dormitorios, un baño y terraza en primera planta.



Fotografía 248. Fachada edificación.

La estructura es mixta, está ejecutada a base de muros de carga; pilares y forjados unidireccionales de hormigón armado.

La tipología de la cimentación es mixta: Zapatas arriostradas y corridas. Es compartida con el resto de dúplex contiguos, formado el conjunto una edificación horizontal. La vivienda fue construida en el año 1986.

Según el Documento Básico SE-C (Seguridad Estructural Cimientos) del CTE, la construcción en base al número de plantas totales y superficie es del tipo C-0, (construcciones de menos de 4 plantas y 300 m² construidos).

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un ladrillo visto perforado blanco silíceo calcáreo, y en la unión con el forjado de la primera planta y con él de la cubierta, tiene una franja de unos 20 cm de monocapa color rojo. En la parte baja hay un zócalo de unos 80 cm de altura de placas de piedra. El solado de la vivienda es de terrazo.

La superficie construida del inmueble es de 124m².

SINDROMES EXISTENTES.

En la fachada no se observan grietas, solo algunas fisuras muy leves. Ya en el interior de la vivienda, se aprecian fisuras en el muro fachada interior.



Fotografía 249. Fisura que parte de la esquina superior derecha del hueco de la puerta



Fotografía 250. Fisura inclinada desde esquina superior izquierda a intersección entre muro y forjado.



Fotografía 251. Detalle de testigo colocado sin fisurar, junto puerta entrada.



Fotografía 252. Fisura estabilizada en puerta de la cocina.



Fotografía 253. Fisura estabilizada en techo cocina.



Fotografía 254. Fisura longitudinal que atraviesa la cocina.



Fotografía 255. Parte derecha de la cocina donde la fisura es de mayor amplitud.



Fotografía 256. Fisuras en el interior de la despensa.

Se observan fisuras en todas las estancias de la primera planta, que varían en función de la situación de estas con respecto a la vivienda colindante con número 21 de la Calle Antonio Machado, a mayor cercanía mayor amplitud de las fisuras.



Fotografía 257. La fisura junto a la puerta de la despensa mide 4mm.



Fotografía 258. En la parte baja del tabique alcanza la fisura valores de 5 a 6 mm.



Fotografía 259. Fisuras en el tabique colindante en el patio con la vivienda n° 21.



Fotografía 260. Se aprecia que las fisuras pueden responder a un asiento diferencial.



Fotografía 261. Fisuras en la ventana del aseo de la planta baja.



Fotografía 262. El testigo en esta fisura se ha fracturado.



Fotografía 263. Resto de fisuras en el muro de la vivienda que da al patio.



Fotografía 264. El testigo superior se ha despegado en su extremo izquierdo.

En la Fotografía 264 se observa una mancha de humedad en el muro medianero, motivada por la absorción de agua por capilaridad. Su antigüedad es mucho mayor que la del fenómeno de aparición de fisuras en la vivienda.



Fotografía 265. Fisuras en el aseo de la planta baja que han generado la rotura de algunos azulejos.



Fotografía 266. En este tramo las fisuras se han producido en las juntas de los azulejos.



Fotografía 267. Fisuras que coinciden con la escuadra del marco de la puerta.



Fotografía 268. Azulejos desprendidos por la fuerza de compresión que ha sufrido el tabique de la cocina.



Fotografía 269. Detalle del testigo del techo que se ha fracturado.



Fotografía 270. Fisuras en el hueco de las escaleras coincidiendo con las esquinas del ventanal.



Fotografía 271. Fisuras longitudinales en el techo de la primera planta



Fotografía 272. Fisuras en el extremo contrario del mismo paño de la figura anterior.



Fotografía 273. Fisuras en una de las habitaciones.



Fotografía 274. Fisuras en el pasillo.

En la primera planta se aprecian fisuras en todas las habitaciones, especialmente en las más cercanas al n° 21.



Fotografía 275. Estas fisuras son posiblemente las de mayor tamaño de toda la vivienda.



Fotografía 276. Las fisuras recorren todo el paño.



Fotografía 277. Fisuras en las juntas del terrazo.



Fotografía 278. Las fisuras en el suelo y en la pared.

El estudio geotécnico arrojó los mismos resultados que en la vivienda n°21, exceso de humedad en el terrero que es del tipo ML Limoso de baja plasticidad. Se recomienda la reparación de la cimentación con inyecciones cementosas o con micropilotes.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. El origen posiblemente de las patologías, fueron dos roturas de acometidas de agua potable de la vivienda nº 21, ya que coinciden en el tiempo, estas roturas de las acometidas con la aparición de grietas. Los muros y pilares de esta vivienda se han movido de manera solidaria con los de la vivienda contigua, la numero 21, ya que comparten estructura y cimentación.
2. Analizado el Estudio Geotécnico, se realizó unas catas para ver cómo se encuentran los cimientos de la edificación y se determinó que el mejor método para el recalce de la cimentación eran las inyecciones cementosas.
3. Para analizar la evolución de la estabilización del edificio y sus movimientos, sería necesario la instalación de fisurómetros y seguir su evolución durante un año.

CASO 10:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Antonio Machado 17****ANTECEDENTES.**

En el verano de 2013, se detectó una avería en la acometida domiciliar de la vivienda situada en el nº 21 de la misma calle.

El 1 de Octubre se detectó una nueva avería en la tubería que discurre por la acera de la calle Antonio Machado justo en la esquina con la calle José María Pemán. Ese tramo de tubería fue condenado, dando suministro a la vivienda nº 21 desde la calle José María Pemán.

El 13 de noviembre se visitó esta edificación junto con el Arquitecto Técnico Municipal para valorar e inspeccionar los daños que se reclaman y el motivo por el que se han producido. Se realizó reportaje fotográfico de la visita.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Antonio Machado nº 17 es un edificio destinado a vivienda de 2 plantas tipo dúplex sin sótano, que dispone de una puerta de acceso, 3 ventanales en la fachada principal: dos de ellos retranqueados, situados uno en la balconada de la segunda planta y el otro en la planta baja junto a la puerta de acceso principal a la vivienda, el otro está alineado con la línea de fachada en la 2ª planta, como muestra la Fotografía 279. También hay también una puerta de garaje en el oeste de la puerta de acceso a la vivienda. Consta de porche, salón, sala de estar, armario empotrado, cocina, despensa, aseo y patio en planta baja. Y cuatro dormitorios, un baño y terraza en primera planta.



Fotografía 279. Fachada edificación.

La estructura es mixta, está ejecutada a base de muros de carga; pilares y forjados unidireccionales de hormigón armado.

La tipología de la cimentación es mixta: Zapatas arriostradas y corridas. Es compartida con el resto de dúplex contiguos, formado el conjunto una edificación horizontal. La vivienda fue construida en el año 1986.

Según el Documento Básico SE-C (Seguridad Estructural Cimientos) del "Código Técnico de la Edificación", la construcción en base al número de plantas totales y superficie es del tipo C-0, (construcciones de menos de 4 plantas y 300 m² construidos).

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un ladrillo visto perforado blanco silíceo calcáreo, y en la unión con el forjado de la primera planta y con él de la cubierta, tiene una franja de unos 20 cm de monocapa color rojo. En la parte baja hay un zócalo de unos 80 cm de altura de placas de piedra. El solado de la vivienda es de terrazo.

La superficie construida del inmueble es de 124m².

SINDROMES EXISTENTES.

En la fachada no se observan fisuras. En el interior se aprecian fisuras muy leves en el extremo de la vivienda colindante con la vivienda nº 19 de la misma calle.

Las grietas se encuentran casi en su totalidad en la primera planta de la edificación.



Fotografía 280. Leve fisura en el hueco de la escalera.



Fotografía 281. Misma fisura que en la anterior en el otro extremo.

Las fisuras son longitudinales y transcurren por el paramento horizontal superior de esa planta.



Fotografía 282. Fisura oblicua en el pasillo de la primera planta.



Fotografía 283. La fisura atraviesa el techo.



Fotografía 284. Fisura en ventana de la primera planta.



Fotografía 285. Leve fisura sobre el forjado de la cubierta



Fotografía 286. La misma fisura que en la Fotografía 285 en la habitación opuesta.



Fotografía 287. La fisura continua a lo largo del techo de esa habitación, siguiendo una línea recta



Fotografía 288. La fisura oblicua en otra habitación de la 1º planta.



Fotografía 289. Misma fisura que la Fotografía 216 tomada en noviembre. No se aprecian apenas diferencias.



Fotografía 290. La fisura de más entidad en el techo.



Fotografía 291. Las juntas de los azulejos del aseo del cuarto de baño de la 1º planta se han abierto levemente.



Fotografía 292. Mancha de humedad proveniente de la cubierta, síntoma de filtraciones de agua de lluvia.



Fotografía 293. Leve fisura paralela a la moldura de escayola del techo.

Como se puede apreciar son fisuras muy leves localizadas sobre todo en el techo de la primera planta de la edificación.

El estudio geotécnico indicó que el terreno estaba húmedo pero mucho menos que en la zona de la vivienda nº 21.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Los propietarios de la vivienda manifiestan en su reclamación, que el origen de las patologías que generaron las fisuras de la edificación fueron, cito: “el defectuoso sistema de recogida de aguas existente entre la calle Antonio Machado y la calle María Pemán”. Pero en nuestra opinión, posiblemente el origen de las patologías, fueron dos roturas en la acometida de agua potable de la vivienda nº 21 de esa calle, ya que coinciden en el tiempo, las roturas con la aparición de fisuras.
2. En la visita se apreciaron recales en el techo de la primera planta motivado muy probablemente por filtraciones de agua de lluvia a través de la cubierta, pudiendo ser posiblemente el origen de muchas de las grietas localizadas. De cualquier forma, para poder establecer la relación de causalidad se debería de efectuar una inspección visual, y si fuese necesario una cala, en la cubierta para verificar esa afirmación.
3. Para analizar la evolución de la estabilización del edificio y sus movimientos, sería necesario la instalación de fisurómetros y seguir su evolución durante un año.
4. Realizado un estudio geotécnico y de cimentación y al haberse movido todo el edificio en bloque se considera necesaria la estabilización de esta vivienda con inyecciones cementosas.

CASO 11:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Federico García Lorca 18****ANTECEDENTES.**

En el verano de 2013, se detectó una avería en la acometida domiciliaria de la vivienda situada en el nº 21 de la calle Antonio Machado, vivienda limítrofe a la estudiada.

El 1 de Octubre se detectó una nueva avería en la tubería que discurre por la acera de la calle Antonio Machado justo en la esquina con la calle José María Pemán. Ese tramo de tubería fue condenado, dando suministro a la vivienda nº 21 desde la calle José María Pemán.

El 13 de noviembre se intentó visitar esta vivienda y no fue posible, siendo el 27 de noviembre cuando se pudo visitar esta edificación junto con el Arquitecto Técnico Municipal para valorar e inspeccionar los daños que se reclaman y el motivo por el que se han producido. Se realizó reportaje fotográfico de la visita.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Federico García Lorca, 18 es un edificio destinado a vivienda de 2 plantas tipo dúplex sin sótano, que dispone de una puerta de acceso, 6 ventanales en la fachada principal: dos de ellos retranqueados, situados uno en la balconada de la segunda planta y el otro en la planta baja junto a la puerta de acceso principal a la vivienda, los otros están alineados con la línea de fachada, como muestra la Fotografía 294. También hay también una puerta de garaje en el oeste de la puerta de acceso a la vivienda. Consta de porche, salón, sala de estar, armario empotrado, cocina, despensa, aseo y patio en planta baja. Y cuatro dormitorios, un baño y terraza en primera planta.



Fotografía 294. Fachada edificación.

La estructura es mixta, está ejecutada a base de muros de carga; pilares y forjados unidireccionales de hormigón armado.

La tipología de la cimentación es mixta: Zapatas arriostradas y corridas. Es compartida con el resto de dúplex contiguos, formado el conjunto una edificación horizontal. La vivienda fue construida en el año 1986.

Según el Documento Básico SE-C (Seguridad Estructural Cimientos) del "Código Técnico de la Edificación", la construcción en base al número de plantas totales y superficie es del tipo C-0, (construcciones de menos de 4 plantas y 300 m² construidos).

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un ladrillo visto perforado blanco silíceo calcáreo, y en la unión con el forjado de la primera planta y con él de la cubierta, tiene una franja de unos 20 cm de monocapa color rojo. En la parte baja hay un zócalo de unos 80 cm de altura de placas de piedra. El solado de la vivienda es de terrazo.

La superficie construida del inmueble es de 122m².

SINDROMES EXISTENTES.

En la fachada no se observan fisuras. En el interior se aprecian fisuras muy leves en el patio colindante con la vivienda nº 21 de la calle Antonio Machado.

Las grietas se encuentran en su totalidad en el patio en la planta baja de la edificación.



Fotografía 295. Fisuras en los paramentos verticales medianeros.



Fotografía 296. Las fisuras son oblicuas, mostrando un asiento diferencial.



Fotografía 297. Fisura en el encuentro de las 2 paredes.



Fotografía 298. La fisura casi vertical indica separación de la unión entre los dos paramentos.



Fotografía 299. Fisura que atraviesa los azulejos y la parte enlucida.



Fotografía 300. Fisura más amplia de toda la vivienda, unos 5 mm



Fotografía 301. En la fisura no se aprecian resto de suciedad lo cual indica que es reciente.



Fotografía 302. La forma de la fisura indica que se ha producido por la unión entre los bloques que forman el muro.



Fotografía 303. Fisura horizontal que cruza el paramento.



Fotografía 304. Se puede apreciar la amplitud de la fisura.

Como se puede apreciar, son fisuras muy leves localizadas en el patio de la planta baja, zona que limita con la vivienda de la calle Antonio Machado 21.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Posiblemente el origen de las patologías, fueron dos roturas en la acometida de agua potable de la vivienda nº 21 de la calle Antonio Machado, ya que coinciden en el tiempo, las roturas con la aparición de fisuras.
2. Dados los daños observados y su importancia, no creemos necesaria la inyección de cemento para estabilizar esta vivienda, al contrario que las otras viviendas relacionadas con estas averías. Los daños no suponen gravedad estructural alguna. Se considera necesaria, por precaución, la instalación de testigos de yeso para ver si el edificio está estabilizado.

CASO 12:**Población: Zarandona-Murcia.****C/ Cuatro caminos nº 16****ANTECEDENTES.**

En Mayo de 2012, los propietarios del edificio sito en la calle Cuatro Caminos nº 16 de Zarandona (Murcia), comenzaron a escuchar fuertes estruendos por la noche en su vivienda y apreciaron la aparición repentina de grietas en importante consideración y tamaño. Estos síntomas empezaron a aparecer coincidiendo con las obras de canalización de los nuevos colectores de saneamiento y pluviales de la zona norte de Murcia. En las zanjas de las conducciones comenzó a aparecer agua hasta el punto que se inundaron completamente. La procedencia del agua se desconocía. A medida que instalaban la tubería y echaban hormigón, al momento, éste desaparecía desplazado o arrastrado por una corriente de agua.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Cuatro Caminos nº 16 es un edificio cuya planta baja es una nave industrial y la planta alta es una vivienda, sin sótano ni forjado sanitario. El bajo estaba destinado a local industrial para negocio en el momento del incidente.

El edificio da a dos calles: Cuatro Caminos y Avda. Miguel Induráin. Las puertas de entrada a la vivienda y a la nave dan al Sur a la calle Cuatro Caminos. Tiene dos terrazas en la primera planta, una al sur con 3 ventanales y una puerta de acceso y otra al norte de idénticas características. La superficie de la nave es de 233 m² construidos y 103 m² tiene la vivienda.



Fotografía 305. Fachada Calle Cuatro Caminos 16.

La estructura está ejecutada a base de pórticos y pilares metálicos con forjados de hormigón armado. La tipología de la cimentación son zapatas aisladas y no se conocen sus dimensiones. La antigüedad del edificio es de 25 años, se construyó en el año 1991.

SINDROMES EXISTENTES.

Se generaron fisuras y grietas en la fachada de tamaño variable, más pronunciadas en la zona Este del edificio, junto al colector de saneamiento y a la excavación. Se observa de manera evidente, que la cimentación en esa zona ha asentado considerablemente, lo que ha arrastrado al edificio, produciéndose un asiento diferencial del conjunto. No se observaron daños en los pilares ni forjados pero se apuntalaron los forjados de la zona afectada para prevenir colapsos de la estructura. En las terrazas aparecieron grietas de hasta 10mm. No se pudo realizar reportaje fotográfico del interior de la vivienda.



Fotografía 306. Situación de la vivienda.



Fotografía 307. Manchas de humedades por capilaridad en el lateral Este de la vivienda.



Fotografía 308. Las eflorescencias indican que todavía a restos de humedad en el terreno bajo la vivienda.



Fotografía 309. El aspecto de la vivienda es el de una restaurada por completo.

Los daños observados tanto en el interior como en el exterior del edificio, nos muestran grietas inclinadas de diversa consideración, lo que nos indica de manera inequívoca que el edificio sufrió un asiento diferencial, que comprometió la seguridad del conjunto de la edificación. La vivienda fue desalojada por precaución.

Se hizo una campaña de búsqueda de fugas de las conducciones de abastecimiento de la zona y no se encontró ninguna. En la zona hay una red de distribución de FDØ300 y tiene una antigüedad inferior a 10 años.

Según arrojó el estudio geotécnico, el terreno era del tipo limoso arcilloso.

A primera instancia, los técnicos municipales supusieron que se trataba de agua del nivel freático que estaba a un nivel muy alto, pero con el paso del tiempo descubrieron que se trataba de aguas negras provenientes de una rotura del colector general existente. Para llegar a esta conclusión, se realizaron análisis microbiológicos del efluente y se determinó que eran aguas fecales.

Se realizaron unas inyecciones cementosas con resinas para intentar estabilizar la cimentación del edificio y poder paliar los efectos de la patología que genera sus daños, además de instalar muros pantalla que separaron de la influencia del agua negra a la cimentación del edificio. El edificio actualmente se encuentra estabilizado y ha sido totalmente reparado y rehabilitado.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Que el análisis del agua efluente fue determinante para conocer el origen del agua que creaba la patología que era de Saneamiento.
2. Una vez localizado el origen de la patología, se procedió a ejecutar unos muros pantalla profundos para aislar la cimentación del edificio de la zona inundada, para evitar que los daños fueran incrementándose. Esto permitió que se pudiese realizar la estabilización de la cimentación del edificio mediante inyecciones cementosas con resinas.
3. La aparición de humedades por capilaridad en los paramentos verticales de la fachada Este, indica que el terreno contiene todavía gran cantidad de agua acumulada que no tiene porqué influir en la seguridad estructural de la edificación.

CASO 13:**Población: Alguazas (Murcia).****C/ Reyes Católicos 17.****ANTECEDENTES.**

El 17 de agosto de 2012 se comunicó al servicio municipal de aguas de Alguazas que podía haber una avería en las redes de abastecimiento y/o saneamiento en la Avda. de los Reyes Católicos a la altura del número 17, ya que habían aparecido grietas en esa vivienda y en las colindantes números 15 y 19. Ese mismo día, se procedió a hacer una búsqueda de fugas mediante geófono y se apreció una posible avería en la red de agua potable, que podría ser interior en la vivienda o en la parte de competencia pública. Siguiendo el protocolo de actuación en esos casos, se decidió hacer una cata en la calzada para ver el estado de la acometida. Anteriormente, y usando de nuevo el geófono, se detectó que cerrando la llave de paso ubicada en la acera, que separa la parte pública de la privada, no se apreciaba fuga con lo quedó probado, casi con toda seguridad, que la avería estaba en la red interior.

El 18 de agosto se procedió a realizar una cata a la altura del inicio de la acometida donde se encuentra el collarín con la red general. Como se puede apreciar en las fotografías no se encontró avería alguna, ni tampoco barro que como es sabido, es un síntoma inequívoco de avería. No se apreció lavado de finos encontrándose a esa altura de la acometida el terreno bastante compacto. Estuvieron presentes algunos de los familiares y propietarios de las viviendas afectadas, que pudieron comprobar que no había avería en la acometida a esa altura.



Fotografía 310. Fachada principal del inmueble con la cata en la red general.



Fotografía 311. La acometida se cortó durante la excavación con retroexcavadora.



Fotografía 312. Acometida sin servicio.

Se procedió a anular la acometida para cambiarla posteriormente, ya que era de plomo. No se hizo en ese momento, ya que se creyó que no era buena idea hacer una zanja perpendicular hasta la vivienda, que pudiese agravar aún más la estabilidad estructural de la edificación.



Fotografía 313. Red general con el collarín taponado.

El 23 de agosto de 2012, uno de los técnicos del servicio municipal realizó una visita para analizar el estado de las viviendas y no apreció a simple vista que se hubiesen presentado cambios considerables, en lo que se refiere a las grietas en las fachadas.



Fotografía 314. Grietas en la fachada del n°19.



Fotografía 315. Se observa que las losas de la acera están levantadas.



Fotografía 316. Grietas sobre el dintel de la puerta del nº 15.



Fotografía 317. Se aprecia que el marco de la puerta de entrada se ha despegado de la mocheta.



Fotografía 318. Existencia de grietas antiguas ya reparadas.

El día 30 de agosto, se realizó visita a la zona, observando que estaban apuntalando la vivienda del número 17, siguiendo instrucciones del perito del seguro de la vivienda, como indicaron los vecinos propietarios de las viviendas, para evitar un posible colapso de la estructura.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Esta vivienda tiene una antigüedad de unos 40 años y tiene una estructura mixta de pilares de hormigón y vigas de acero. Inicialmente era de planta baja y

hace unos 10 años se construyó la segunda planta. No se aportó el proyecto técnico de dicha obra, lo que sí es sabido es que no tuvo licencia de obras por parte del Ayuntamiento de la localidad.

SINDROMES EXISTENTES.

Únicamente se aprecian fisuras y leves grietas en las viviendas no revistiendo ninguna consideración de mención.



Fotografía 319. Apuntalamiento del voladizo de la primera planta.



Fotografía 320. Se observa dónde comienza el movimiento del edificio.



Fotografía 321. Visión global de las tres viviendas afectadas.



Fotografía 322. Fachada del número 17 apuntalada.

A simple vista no se apreciaban daños estructurales en las viviendas que hicieran pensar que corriese peligro la seguridad estructural del conjunto, aun así,

la propiedad del número 17 decidió apuntalar la estructura de la vivienda. No hizo falta su desalojo porque en ese momento no la habitaba nadie.



Fotografía 323. Grieta en el marco de la puerta del número 15.



Fotografía 324. Se comprueba que la grieta que marca el giro del edificio está a ambos lados del edificio.

Ese día, los vecinos indicaron que iban a colocar testigos y a realizar unas catas para comprobar el estado de los cimientos del número 17.

El 27 de septiembre, visitaron de nuevo la zona: el Técnico Municipal, el Perito de la Compañía de Seguros, el Arquitecto de la Compañía de Seguros y el Jefe del Servicio Municipal de Aguas. El perito de la Compañía de Seguros informó que habían realizado prueba de presión a la red interior de abastecimiento y no les había dado avería alguna, en las viviendas nº 15 y 17. Y que incluso habían utilizado una cámara de inspección de saneamiento para inspeccionar en el interior de la vivienda. Como medida de comprobación nos pidió que si era posible realizar de nuevo la conexión del abastecimiento de la vivienda nº 17, con la red general para hacer una prueba de presión en el tramo público o de competencia municipal. Se acordó realizarlo el 1 de octubre.

El 1 de octubre se reconectó la acometida del nº 17 y se comprobó que existía una avería en la red pública, sin ningún tipo de dudas. Se colocó un manómetro en el inicio de la acometida como se aprecia en las fotografías.



Fotografía 325. Reconexión provisional de la acometida.



Fotografía 326. Detalle de la arqueta domiciliar de saneamiento.

Transcurrido un tiempo se observó que salía el agua por la arqueta de saneamiento, lo que no dejó dudas de la existencia de una avería en la acometida de abastecimiento, de propiedad pública.

Pero el agua iba directamente a la arqueta de saneamiento, lo que hace pensar, sí ese agua pudo dañar la cimentación al no quedarse estancada para poder lavar los finos del terreno. Además la avería solo apareció después de que estuviesen picando la acera, lo que pudo ser el origen de la avería. La rotura se encontraba justo debajo del bordillo de la acera.



Fotografía 327. Se aprecia la acometida de plomo y la deficiente cimentación.



Fotografía 328. Estado de la cimentación a cota superior a la avería.

En las fotografías anteriores, se observa que la vivienda carece de cimentación consistente, solo tiene ladrillos huecos con hormigón mezclado con escombros de obra. Además el hormigón está totalmente deteriorado, muy probablemente, por ataque químico o por mala calidad del mismo.

CONCLUSION.

1. Durante el trascurso de las obras que se realizaron para asegurar la seguridad estructural y evitar el posible colapso del edificio, se pudo apreciar, que cuando se construyó la segunda planta del nº 17 no se reforzaron los cimientos ni los pilares, simplemente se hizo encima de los pilares existentes. El edificio carece de la mínima cimentación necesaria para un edificio que dos plantas.
2. Existió una avería en la acometida en el tramo de propiedad pública, y que la compañía de seguros se hizo cargo de los daños, pero si analizamos toda la documentación con detenimiento, se podría decir que la responsabilidad podría ser compartida. Es muy probable que en un plazo corto de tiempo, cuando se produzca un periodo de lluvias largo y posteriormente varios meses sin llover, se puedan producir nuevos asentamientos, pudiendo bascular dirección a la calle el edificio.
3. La avería encontrada pudo haberse debido a las catas que realizaron los vecinos para iniciar las labores de inspección de los cimientos. Sin duda, las condiciones del día que se detectó la avería no eran las mismas que cuando se anuló la acometida para evitar que el edificio siguiese moviéndose.

CASO 14:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Manila nº 10.****ANTECEDENTES.**

A principios de 2013 se comenzó a observar que estaban apareciendo fisuras en algunos de sus tabiques interiores de la vivienda y la fachada, sobre todo en el extremo que da a la intersección entre las calles Manila y Panay, esquina noreste. En marzo de ese mismo año se detectó una pequeña fuga en su acometida domiciliaria a unos 40 cm del muro de fachada, junto a una arqueta de telecomunicaciones. Se procedió a arreglar la avería y se comunicó al Ayuntamiento y a la compañía de seguros para que se encargasen de los daños, previo a las comprobaciones que estimasen oportunas. A principio de abril el siniestro quedó cerrado, ya que la afectada fue indemnizada por los daños causados por la rotura de la acometida.

En Julio de 2014, se volvió a hacer una inspección de la vivienda ya que la propietaria observaba nuevas grietas o que se estaban pronunciando más las preexistentes. Se realizó una nueva campaña de búsqueda de fugas y el día 16 de julio se detectó una nueva avería en la acometida de la vivienda. El incidente se comunicó de nuevo a la compañía de seguros.

En Agosto de 2014, se descubrió otra avería en la acometida de la vivienda nº 12 de la misma calle junto a la puerta de entrada del nº 10 que provocó que quedase bloqueada.

En Marzo de 2015 aparecieron nuevas fisuras en los alicatados del cuarto de baño.

El pasado 14 de diciembre de 2015, se detectó una avería en el collarín de la acometida del número 12 de la calle Manila, frente al número 10, a unos 2,5m de su fachada.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Manila nº 10 es un edificio de dos plantas sin sótano ni forjado sanitario, destinado a vivienda, que dispone de una puerta de acceso y un ventanal en la planta baja y 2 ventanales en la primera planta en la fachada que da a la calle Manila (Este). Dos ventanales y una puerta de acceso al garaje en la planta baja y 2 ventanales y balcón cerrado con aluminio blanco en la primera planta a la calle Panay (Norte), como muestra la Fotografía 329 y Fotografía 330.



Fotografía 329. Fachada Calle Manila.



Fotografía 330. Fachada a la Calle Panay

La estructura está ejecutada a base de estructura de hormigón armado con pilares y forjados unidireccionales. Los pilares tienen un tamaño de 0,3x0,3 m. La cimentación está realizada con zapatas arriostradas. Tienen unas dimensiones de 1,1 x 1m y 0,5m de canto. Bajo las zapatas hay una capa homogénea de 25 cm de canto de hormigón de limpieza. Las zapatas se apoyan en el suelo a una altura con respecto a la cota del pavimento de -1,75m. Las correas que unen las zapatas tienen un tamaño de 0,45x0,45 m.

La vivienda fue construida en 1984 y tiene una superficie construida de 176m².

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un mortero a dos colores con piedras pequeñas o gravín, más conocido como a la tirolesa.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan numerosas fisuras en la fachada, sobretodo en la esquina de la edificación en la intersección de las calles Manila y Panay. Algunas son horizontales y en la fachada en la calle Panay hay una oblicua muy pronunciada, quizás la que más, que indica la dirección en la que se ha podido mover el edificio.



Fotografía 331. Grieta horizontal en la esquina del edificio



Fotografía 332. Esquina del edificio vista desde la calle Panay



Fotografía 333. Detalle grietas calle Panay



Fotografía 334. Vista general de la fachada de la calle Manila donde se aprecia la grieta oblicua.



Fotografía 335. Testigo fracturado.



Fotografía 336. Testigo fisurado en la misma grieta oblicua.



Fotografía 337. Testigo no fracturado.



Fotografía 338. Grieta oblicua que parte de la mocheta de la puerta principal.

Algunos de los testigos se encuentran fracturados y otros no, síntoma de que el edificio se ha seguido moviendo en algunos puntos.



Fotografía 339. Reposición de acometida.



Fotografía 340. Acometidas respuestas del edificio contiguo.



Fotografía 341. Excavación junto a la red municipal. No se aprecian lavados de finos.



Fotografía 342. Avería en acometida localizada en la acometida domiciliar del inmueble en la esquina del edificio.



Fotografía 343. Vista general donde se aprecia donde se produjo la avería.



Fotografía 344. Zanja abierta en calle Panay por donde se repuso la acometida.

Las grietas y fisuras se concentran en su mayoría en la esquina de la edificación, lugar que coincide con la avería de la acometida de agua potable del edificio en su parte pública, responsabilidad del Ayuntamiento y por ende de la empresa concesionaria del servicio.

Existen problemas de grietas leves preexistentes, normales de edificaciones de esa edad, y que la rotura de la acometida ha podido pronunciarse más.



Fotografía 345. En septiembre se midió la apertura de la grieta más abierta.



Fotografía 346. En Octubre se midió de nuevo la misma grieta que en la Fotografía 345.

Como se observa en las dos fotografías anteriores el edificio, no se aprecian signos de movimiento, lo que parece indica que se ha estabilizado. Se puede confirmar que la estructura y cimentación del edificio están estables.



Fotografía 347. Grieta localizada en la puerta del comedor.



Fotografía 348. Grieta dentro del comedor en la zona más afectada.



Fotografía 349. Elementos cerámicos partidos dentro de la cocina.



Fotografía 350. Grietas entre dos puertas en la planta baja.



Fotografía 351. Fisura que parte del marco de la puerta de una de las habitaciones.



Fotografía 352. Grieta de consideración en el dormitorio de la planta superior.



Fotografía 353. Pequeñas fisuras en la primera planta.



Fotografía 354. Fisura de poca importancia en primera planta. .

Como se observa, presenta también daños en el interior de la vivienda, en las dos plantas, en las diferentes estancias. Estos daños no revisten mucha

importancia, solo son grietas que hay que enmasillar y pintar; y en el caso de los azulejos tienen que ser sustituidos.

Con posterioridad, han aparecido grietas en los azulejos del cuarto de baño, como se aprecia en la siguiente Fotografía, tomada el 31 de marzo de 2015.



Fotografía 355. Fisuras aparecidas en los azulejos del cuarto de baño (tomada el 31/03/2015).



Fotografía 356. Zona con humedad, corresponde a la 3ª avería.



Fotografía 357. La avería era un pinchazo de tamaño de menos de 1mm.



Fotografía 358. La avería completamente reparada.

En agosto de 2014 cuando se detectó la avería en la acometida del nº12, no se cambió la llave de paso ni el collarín que unían la acometida nueva con la red general. Esta avería era de muy poca importancia, apenas goteaba la acometida.

En diciembre de 2015, se detectó que había una avería, la cuarta, precisamente en la llave de paso, que hubo que cambiar.



Fotografía 359. Se aprecia que la llave ha sido cambiada.



Fotografía 360. Situación de la 4ª avería.

Se realizó un Estudio Geotécnico del terreno y un estudio de la mejor solución para estabilizar la cimentación. El estudio indica que el terreno bajo la vivienda es del tipo arcilloso limoso. Las muestras ensayadas tienen entre un 61 y 80% de finos de baja-media plasticidad, clasificándose según Casagrande (Bañon y Beviá, 2000) como CL. Además, el grado de humedad se encuentra entorno al 20%, incluso superando ese valor en algunos casos. La consistencia del terreno es muy baja, sobre todo en los primeros 6.0 m de profundidad, con valores de N30 en los SPT casi nulos. En profundidad se produce un leve aumento de la consistencia con un valor de SPT de 5. No se encontró el Nivel Freático en los sondeos. La tensión admisible del terreno actualmente debido a la humedad es de 0,3 kg/cm², cuando es sabido que por la misma zona la presión admisible es de 1,5kg/cm². El estudio de cimentación, analizadas todas los parámetros arrojados por el estudio geotécnico y las catas realizadas, aconseja el refuerzo de cimentación mediante micropilotes.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Que las grietas aparecidas tienen como origen, las rotura de las acometidas de agua potable de la vivienda, que produjo un lavado de finos en la zona de la cimentación de la esquina entre las calles Manila y Panay, realizándose un asiento del terreno, más acusado en la calle Manila junto a donde se produjo la segunda avería y se reparó en julio de 2014. El resto de averías localizadas no han causado daños, solo han provocado leves marcados en los testigos de yeso.
2. La estructura del edificio ha sufrido daños pero no revisten la gravedad suficiente para considerar el edificio inseguro o inestable. Tampoco es necesario apuntalarlo ni tomar medidas extraordinarias. Al parecer el movimiento del edificio provocado por el asiento de la cimentación, se ha detenido, ya que los últimos testigos instalados no se han marcado.
3. El estudio geotécnico indica que el grado de humedad del suelo es muy alto y que la presión admisible del terreno no es capaz de soportar el peso del edificio.
4. El estudio de cimentación determina que es necesario la rehabilitación de la cimentación mediante micropilotes ya que el suelo es arcilloso y por sus características, bastante impermeable.

CASO 15:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Lorenzo Andreo.****ANTECEDENTES.**

El 13 de noviembre de 2008 a petición del Arquitecto Técnico Municipal, nos desplazamos hasta la calle Lorenzo Andreo de Alhama de Murcia, para visitar unas viviendas en las que habían aparecido grietas, concretamente en los números diez, doce y catorce.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

El número 10 forma parte de un edificio de dos plantas destinadas ambas a viviendas independientes. Esta vivienda corresponde a la planta baja del edificio, tiene una cochera y en interior tiene un patio común para las dos viviendas. Es una edificación de 1960. Tiene una estructura mixta hecha con muros de carga, vigas y pilares de hormigón armado.

El número 12 era una vivienda de planta baja que fue construida en 1978, con un solar de superficie 162 m². En 2007 se reformó la vivienda y se construyó una planta elevada, convirtiendo el edificio en dos viviendas, una por planta. Para elevar la planta se realizó el correspondiente proyecto de ejecución y se reforzó la cimentación y se instalaron nuevas zapatas donde no las había. La estructura de la segunda planta es de hormigón armado.

Las viviendas número 14 y 14A, fueron construidas en 1960 y lo hicieron sobre un solar de superficie 140 m². Es un edificio de dos plantas destinadas a viviendas. La estructura es mixta de hormigón armado y muros de carga.

Se desconoce la tipología y dimensiones de la cimentación de los tres edificios.

SINDROMES EXISTENTES.

La inspección comenzó en el número 10:



Fotografía 361. Fachada del número 10 donde se aprecia una grieta en dirección al n°12.



Fotografía 362. Grietas oblicuas en el marco de la puerta, y horizontales y verticales en los encuentros de los muros.



Fotografía 363. Grietas horizontales y verticales en el patio.



Fotografía 364. Grieta horizontal en el mismo muro de fachada.

Días después se descubrió en el edificio del número 10, como se puede ver en el reportaje gráfico, que la red de saneamiento interior estaba en contra pendiente y las aguas negras no habían salido en muchos años a la red general pública. Además tenían una pequeña avería en la red interior de fontanería.



Fotografía 365. Arqueta interior donde se aprecia el agua estancada.



Fotografía 366. Fango extraído de la arqueta y alrededores.



Fotografía 367. Tubería de acero galvanizado donde se ha encontrado una avería.

Luego ya en el edificio número 12, se descubrió una avería interior en el patio en la red de fontanería y unas grietas bastante pronunciadas en la zona de más reciente construcción, anexa a la antigua vivienda:



Fotografía 368. Grieta vertical de 2 cm en el número 12, primera planta.



Fotografía 369. Detalle de la zona donde se encontró la avería en la red de fontanería.

No se puede determinar si fue el movimiento del edificio lo que motivó la avería o por el contrario, fue la avería la que motivó el movimiento. Parece más probable la primera opción.

También se visitó el edificio número 14, que dispone de dos viviendas distribuidas en sus dos plantas:



Fotografía 370. La tapa de la cajonera de la persiana se ha despegado.



Fotografía 371. Grieta horizontal sobre el dintel de la ventana.



Fotografía 372. Grieta vertical en el encuentro de dos muros de carga.

En esta vivienda, y según confirma el Arquitecto Técnico Municipal, se detectaron dos averías interiores, una en la vivienda de la planta baja y otra en la primera planta.

Una vez hecha esta la inspección, se hizo una revisión general de las dos calles con el geófono buscafugas y no se encontró ninguna avería en la red de Abastecimiento. Más adelante se llevó a cabo la comprobación de la red de Saneamiento con la cámara de inspección y tampoco se encontró nada. Unos días más tarde, a petición del Técnico Municipal se volvieron a hacer ambas comprobaciones con la presencia incluso de los vecinos y tampoco se encontró avería alguna.

Unos días más tarde se realizaron catas en la calle para certificar que no había ninguna avería. Se pudo comprobar que no la había.



Fotografía 373. La cata se realizó donde estaban las acometidas de agua potable y la red de saneamiento.



Fotografía 374. Se aprecia que el terreno está totalmente seco.



Fotografía 375. El terreno es limo-arenoso y se encuentra totalmente seco.

Como los vecinos planteaban algunas dudas, se volvió a abrir una nueva zanja en la calle y se cambiaron todas las acometidas de abastecimiento, pero antes, comprobaron los técnicos municipales y vecinos que no existía fuga alguna.

Luego los vecinos alegaban que antiguamente por la zona donde tenían sus viviendas discurría una red de saneamiento y que posiblemente las averías de sus casas las había provocado esta. La descubrió, esta vez el Ayuntamiento, y se vio,

sin ningún tipo de duda, que por esa red hacía mucho tiempo que no circulaba ningún tipo de fluido.



Fotografía 376. Localización de la red de saneamiento primitiva que cruzaba los huertos de parrales que había en la zona cuando no estaba urbanizada.



Fotografía 377. Ampliación de detalle de la tubería de Fibrocemento donde se aprecia que no circula ningún fluido.



Fotografía 378. La red quedó sellada con mortero.

CONCLUSION

Este caso es muy complejo, porque confluyen varias posibilidades o motivos que pueden crear las patologías detectadas en las viviendas. Las averías que se encontraron dentro de las viviendas, no se conoce cuanto tiempo estuvieron perdiendo agua ni que cantidad perdían. El edificio central (número doce) fue reformado, construyendo una segunda planta elevada y haciendo un refuerzo de cimentación con zapatas aisladas nuevas de las cuales se desconocen sus características. Esto pudo variar la estabilidad del conjunto de viviendas, al modificar las cargas que soportaba el terreno. Probablemente pudo hacer que al moverse en bloque las viviendas provocasen las roturas interiores en las redes de fontanería, solo en el caso del número 14, ya que el problema del número 10 fue la acumulación de fango en su patio interior, aunque también se movió en conjunto con los otros dos edificios. Finalmente se inyectó mortero bajo la cimentación del número 14 para estabilizar ese edificio. En el edificio del número 12, no se realizó refuerzo de cimentación. En el número 10, se repararon todos los daños que había dentro de la vivienda, en lo que se refiere a las conducciones de abastecimiento y saneamiento, pero no hizo recalce de cimentación.

CASO 16:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Virgen del Pilar nº 9.****ANTECEDENTES.**

El 27 de julio de 2005 con motivo de una rotura en una acometida de abastecimiento en la vivienda situada en la calle Virgen del Pilar nº 9 de Alhama de Murcia, se produce un asiento diferencial por el agotamiento de la capacidad portante del subsuelo en la esquina de la edificación. Las causas de este agotamiento se deben justificar por el asiento de la fábrica portante debido al lavado excesivo del subsuelo (limos arcillosos fundamentalmente) que lo soporta, por la violencia de las aguas que desde la fuga discurren bajo el cimiento pendiente abajo, provocando una deformación del mismo y el consiguiente descenso de éste. Ese descenso provocó irremediamente una deformación de elementos verticales y horizontales: tabiques, muros, forjados y soleras con sus correspondientes revestimientos. Ese mismo día de la detección se apuntaló el edificio y se comenzó a rehabilitar los cimientos.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

El edificio está construido con muros de carga y vigas metálicas sobre las que se apoyan los forjados con bovedillas resistentes. No se conoce con precisión la edad de la edificación pero por su tipología puede tratarse de primeros del siglo XX.

Su cimentación se construyó a base de un murete perimetral con mampostas unidas con mortero de cal, lo que nos indica que tiene una cimentación muy deficiente y con ninguna capacidad de reacción ante cualquier variación de las condiciones del entorno.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan grietas de consideración en el muro de carga de la fachada y en las paredes maestras interiores de la zona del edificio más cercana a donde se produjo la avería.

Por lo que se observa en los testigos, el edificio está estabilizado. Se puede afirmar que el refuerzo de cimentación con la zapata corrida fue adecuado y efectivo.



Fotografía 379. Colocación del armado de la zapata corrida.



Fotografía 380. Detalle nueva cimentación con HA-25 fluido y redondos de 16mm.

Después de terminar el refuerzo de la cimentación se procedió a poner testigos para ver si la estructura seguía moviéndose.



Fotografía 381. Aspecto de las grietas del ángulo del edificio el 27 de julio de 2005.



Fotografía 382. Aspecto de las mismas grietas el 16 de septiembre de 2005.



Fotografía 383. Grietas el 16 de septiembre de 2005, dentro de la vivienda afectada.



Fotografía 384. Se aprecian algunos testigos de yeso fisurados colocados anteriormente.



Fotografía 385. Detalle de los testigos de yeso el 3 de enero de 2006.



Fotografía 386. Situación de los testigos de yeso el 3 de enero de 2006.

Las obras de rehabilitación estuvieron paradas hasta finales de 2007, por discrepancias entre las valoraciones de las partes. Finalmente se pudo llegar a un acuerdo y terminar las obras.

CONCLUSION:

Este es otro caso claro de descalce de cimentación por lavado de finos y reducción de la capacidad portante del terreno, al ser éste, arcilloso con limos. A pesar de la rápida intervención, los daños en la vivienda fueron considerables porque era una vivienda con una antigüedad superior a 40 años, construida con muros de carga muy sensibles a movimientos y con una cimentación muy deficiente e insuficiente, hecha con mampostería unida con mortero de cal en forma de murete.

CASO 17:**Población: Cartagena (Murcia).****C/ de la Feria nº 56.****ANTECEDENTES.**

El 22 de enero de 2005 se recibió aviso de que en la calle Cabezo Baeza a la altura del número 23 se había detectado una avería de la red de agua potable del municipio. Se detectó el lugar exacto de la acometida de PEAD de ¾" donde estaba la avería y se cambió una pieza de latón que se había deteriorado, posiblemente por su baja calidad.

El 24 de enero de 2005, la propietaria de la vivienda del nº 56 de la calle de la Feria, que es la está limítrofe y menor cota que la calle Cabezo Baeza, indicó que se estaban produciendo humedades en su vivienda motivadas por la avería de la red de abastecimiento. Las humedades iban a mayores por lo que se procedió a realizar una campaña de búsqueda de fugas para cerciorarse que no se hubiesen producido ninguna avería adicional. El mismo día se giró visita por el Arquitecto Técnico Municipal quien manifestó que las humedades eran provocadas por la avería de la red de abastecimiento. Se realizó una cata donde se había producido la avería días atrás y se comprobó que todo estaba bien.

El 8 de febrero de 2005, como medida de seguridad se cambió la acometida completa de la vivienda del nº 23.

Días después, los propietarios de las viviendas de los números 58 y 60 presentaron sendas reclamaciones alegando que habían aparecido humedades en sus viviendas con motivo de la avería.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

En el caso que nos ocupa no se va a analizar la estructura y características de la cimentación ya que los daños generados por la patología no han afectado a la seguridad estructural de la edificación, solo han aparecido humedades en las paredes junto con pequeñas grietas y fisuras en los paramentos motivados por un leve asiento diferencial.

Las tres viviendas afectadas son muy similares en el aspecto constructivo ya que están ejecutadas con cimentaciones con zapatas arriostradas y pilares con forjados unidireccionales de hormigón armado. Se desconocen las dimensiones de las cimentaciones.

Hay en los tres casos, habitáculos que se encuentran bajo rasante que son donde se han manifestado la mayoría de los daños y patologías.

Las viviendas fueron construidas en 1975 y tienen una superficie construida de 152m² cada una.

Según indica el estudio geotécnico que se realizó junto con el proyecto de construcción de las viviendas, el terreno es a base de margas y arcillas, que son propensas a cuando hay presencia de agua aumenta su volumen y luego con su pérdida disminuye.

SINDROMES EXISTENTES.

Vivienda n°56.

En el baño y en la habitación de al lado, se aprecian humedades en las partes bajas de los paramentos verticales y en las carpinterías. Hay fisuras y grietas inclinadas unos 45°. La puerta del baño ha perdido su maniobrabilidad y no se puede abrir y cerrar normalmente. Alguna baldosa de gres se ha levantado de manera puntual, no es generalizado.

Se realizaron 2 calicatas en el suelo en enero, desde las que se ha podido ir sacando agua cada día. El efluente cada día es menor, según indicó la propietaria.

Vivienda n°58.

Hay grietas escalonadas en dos paredes perpendiculares a la fachada de la calle de la feria. Según se aprecia en una de las paredes se ha realizado una nueva instalación de fontanería vista del baño, señal de que han tenido una avería en el mismo no hace mucho tiempo. Hay una pared de mampostería en la parte trasera de la vivienda que limita con la calle Cabezo Baeza que tiene mucha humedad retenida y la muestra por eflorescencias en el mortero entre las piezas pétreas.

Vivienda n°60.

Los daños empezaron a manifestarse a mediados de febrero. Hay una viga de hormigón que ha sufrido un pequeño desplazamiento que el técnico municipal ordenó apuntalar pero no es necesario, solo es una grieta por una leve flexión motivado por el movimiento del leve asiento diferencial que ha sufrido la vivienda. También en esta vivienda se ha realizado una calicata en el suelo junto al muro más cercano a la calle Cabezo Baeza, de donde también emanaba algo de agua.

Se observan pequeñas grietas y fisuras inclinadas en algunas dependencias de la vivienda. Hay indicios de humedad en las partes bajas de los paramentos verticales, motivados por ascensos de agua por capilaridad del terreno porque la edificación carece de forjado sanitario con cámara de aire que aisle el terreno del solado y los paramentos.

CONCLUSION

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Las grietas y fisuras aparecidas tienen como origen, la rotura de la acometida de agua potable de la vivienda, que produjo un lavado de finos en la zona de la cimentación y provocó un asiento diferencial.
2. Que existiera todavía agua en las calicatas realizadas en las viviendas, es un síntoma claro de que sigue persistiendo una avería en la red de abastecimiento o saneamiento de la calle.
3. Hay otras patologías en las viviendas que no se pueden atribuir a la rotura de la acometida. Hay humedades en los paramentos bajo rasante motivadas por la no impermeabilización correcta de los muros del sótano. También habían grietas y fisuras provenientes de la rotura de la red interior de fontanería.
4. Los daños de las viviendas irán a más, en tanto no se solucione la causa de la patología que los está creando. Por lo que es necesario realizar una búsqueda intensiva de fugas en las redes de abastecimiento y saneamiento de la zona, no solo de la calle afectada. También se deben realizar catas en la

calle cerca de las paredes donde está brotando el agua, para así ver de dónde viene el caudal.

5. Se debe proceder a la instalación de testigos de yeso y fisurómetros, que determinen si las viviendas siguen moviéndose y en qué parámetros lo hacen.
6. La acometida de Polietileno de alta densidad PEAD, acabó su vida útil mucho tiempo antes de lo esperado, a pesar de que los fabricantes de ese tipo de material indican una vida útil superior a 50 años como indica la UNE EN 805:2000, pero ésta apenas superó los 10 años.

CASO 18:**Población: Alhama de Murcia.****Paraje de las Flotas Pol 23 Par 5****ANTECEDENTES.**

Que el pasado 10 de junio de 2013, tras una reclamación realizada en las oficinas del servicio municipal de aguas, se visitó una nave sita en el paraje de Las Flotas Polígono 23, Parcela 5, donde al parecer se produjo una avería en una acometida que daba servicio a la nave, pero que desde hace más de 10 años que se encontraba fuera de servicio. Una vez allí, se apreció que la edificación tenía problemas estructurales importantes muy anteriores a la fecha de la rotura de la acometida, incluso el extremo o esquina norte de la nave, había sido reparado recientemente y reforzado la cimentación.



Fotografía 387. Situación de la edificación. (Fuente: Google earth)

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Es una nave construida con pilares de hormigón armado apoyados sobre una cimentación compuesta por zapatas arriostradas, y sobre estos se encuentran unas cerchas metálicas de unos 20 m de luz. La distancia entre pilares es de aproximadamente 5 m.

La nave a simple vista tiene problemas estructurales graves, debido a un cálculo erróneo o a una mala ejecución. A modo de refuerzo de la estructura se

han instalado unos perfiles metálicos en las esquinas para amortiguar los esfuerzos en esas zonas críticas. Además se observa que un extremo de la nave ha sido rehabilitado en los últimos dos años, le han reforzado la cimentación porque no era capaz de soportar las cargas del edificio. El terreno sobre el que se apoya la cimentación es arcilloso por lo que sí está seco se comporta relativamente bien ante sollicitaciones normales, el problema es cuando coge humedad pierde sus características resistentes y hace que la cimentación no sea capaz de trabajar correctamente para aguantar el peso de la estructura.

SINDROMES EXISTENTES.

Los daños en la edificación son de diverso orden, considerándose que está afectada la estructura.



Fotografía 388. Vista lateral de la nave, donde se aprecia la zona de la avería.



Fotografía 389. Extremo Norte de la nave que ha sido rehabilitado recientemente.



Fotografía 390. Extremo Suroeste donde se aprecia los refuerzos instalados.



Fotografía 391. Detalle de la esquina suroeste.

En la esquina Suroeste, se puede observar que se instalaron, hace más de un año, unos perfiles esquineros a modo de sujeción entre pilares para evitar, de una manera bastante somera, el movimiento de asiento y giro hacia la carretera que estaban sufriendo los pilares y los paramentos verticales, también se aprecia que los cimientos en esa zona han sido reforzados. En la misma esquina existe un aljibe que recoge el agua de lluvia del tejado y el sobrante del lavado de filtros de un cabezal de riego, según manifestó el arrendatario de la nave.

Una vez recibida la notificación de inicio del expediente de Responsabilidad patrimonial, se procedió junto con el Arquitecto Técnico Municipal a realizar nueva visita el día 10 de octubre de 2013. Una vez allí el Técnico municipal decidió que debíamos realizar una cata de unos 10 metros de longitud a lo largo de la cimentación en la zona de la avería de la acometida. El día 28 de octubre de 2013 quedó realizada la cata y se volvió de nuevo para verla y los datos que arrojaba.



Fotografía 392. Se localizó una tubería de riego que entraba dentro de la nave justo al lado de la acometida de agua.

Se observó en la zanja muchísima humedad, a pesar de que, por lo menos, hacía más de un mes que no llovía y había pasado el verano después de arreglar la avería. Las correas entre zapatas, que dispone este edificio son muy débiles, hechas con un hormigón en masa de dimensiones insuficientes, y no cuentan con armadura de acero corrugado. Se puede observar que asentaron en sentido vertical descendiente.



Fotografía 393. Extensión completa de la cata.



Fotografía 394. Se aprecian las dimensiones de la zapata.

En la vista lateral de la cata se puede apreciar que no existen lavados de finos considerables que hayan provocado asentamientos diferenciales con motivo de la rotura de la acometida. El terreno es de tipo limoso-arcilloso, propio de tierra destinada al cultivo, por lo que se puede asegurar que la base de la cimentación del edificio es bastante deficiente e inadecuada, siendo posiblemente uno de los problemas que motivo los graves daños estructurales previos.



Fotografía 395. Detalle de la correa y la tubería de riego.

Se aprecia en la fotografía anterior, que hay huecos o cavidades bajo la tubería de riego, que pueden haber sido provocados por el agua ha circulado en dirección al interior de la nave.



Fotografía 396. La tubería de riego se fracturó durante la realización de la cata.

En la imagen se aprecia de manera clara, la humedad que existe en el fondo de la zanja.



Fotografía 397. Humedades de las lluvias de los últimos días.

En la zona rehabilitada se vio que existía una fuga en el canalón que al parecer sirve, además de su uso habitual de transportar el agua de lluvia

procedente del tejado, para trasvasar el agua procedente de los lavados de filtros hasta el aljibe que hay en la esquina oeste.



Fotografía 398. Detalle del terreno arcilloso.

Se notificó el siniestro a la compañía de seguros de RC y el día 29 de octubre, junto con la Arquitecta perito de la compañía, se volvió a realizar visita para inspeccionar los daños interiores y exteriores, y poder realizar una valoración y determinar los posibles motivos que los generaron.



Fotografía 399.- Esquina sur de la edificación.

Se aprecia también en este extremo sur de la edificación que han instalado el mismo tipo de tirantes y refuerzos entre pilares, para impedir el asiento en ese punto de la nave.



Fotografía 400.- Detalle de la parte superior de la estructura.

También se observó que no existían correas en la parte superior de los pilares y parece que instalaron unas pequeñas celosías metálicas para que hiciese

la función de atado, pero a todas luces se ve, por los movimientos que ha sufrido la estructura, que son insuficientes para realizar ese trabajo.



Fotografía 401.- Red de riego en el interior de la nave en la misma zona de la avería de la acometida.

En el interior de la nave se pudo observar que existían síntomas de que hubiese habido algún tipo de avería en las inmediaciones de la red de riego y la de abastecimiento ajena a la red pública.



Fotografía 402.- Detalle ampliado de la zona donde se aprecia la existencia de agua.

También en la esquina de ese pilar se aprecia que hay agua acumulada procedente muy probablemente del aljibe.



Fotografía 403. Vista general de la zona afectada



Fotografía 404.- Zona interior supuestamente afectada por la avería de la acometida.



Fotografía 405.- Aljibe situado en la esquina Oeste.



Fotografía 406.- Detalle del aljibe donde se aprecia la lámina plástica instalada.

En el aljibe han colocado una lámina plástica de Polietileno de Alta Densidad, para paliar las fugas de agua provocadas por grietas que hay en su interior.



Fotografía 407.- Grietas antiguas de la solera de la nave.



Fotografía 408.- Grietas ampliadas donde se observan telarañas.



Fotografía 409.- Grieta longitudinal paralela al muro donde se produjo la avería.

Se puede observar en las grietas que hay algunas muy antiguas, con telarañas y suciedad en su interior y otras relativamente nuevas como la reflejada en la Fotografía 409.



Fotografía 410.- Alzado interior de la zona afectada.



Fotografía 411.- Vista exterior de la esquina sur.

CONCLUSION.

1. La edificación tiene daños estructurales considerables anteriores a la rotura de la acometida y motivados por fallos en la construcción original de la estructura.
2. Hubo una avería en la red de abastecimiento, en la acometida sin servicio que abastecía a la nave. Se aprecia en las inmediaciones de la avería que existen ciertos daños, en las correas y en el interior en el solado de hormigón que parece que ha cedido y agrietado en algunas zonas, todo ello manifestándose de mayor manera debido a los daños que existían anteriormente. De cualquier forma, no se ha mostrado ninguna prueba determinante de que la rotura de la acometida de abastecimiento crease los daños que se reclaman.
3. En la esquina oeste, hay un aljibe que sin duda ha tenido fugas, por lo que lo impermeabilizaron. Es muy probable que las fugas que este tenía provocasen daños importantes en la estructura del edificio, que por sí, ya estaba dañada por su deficiente montaje inicial.
4. Los daños que se reclaman son desproporcionados, no se puede pretender que se le reparen todos los daños que tiene la nave, incluso los generados por una deficiente construcción inicial. Motivado por la cata que se hizo de 10 m de longitud en los alrededores de la avería de la acometida, se le propuso al arrendatario de la nave que se le podría hacer una zapata corrida

de refuerzo de la cimentación, en vez de rellenarla de nuevo con zahorra compactada. Luego también se le dijo de reponer unos 10 m de solado por 2,5 m en el interior de la nave, en la misma zona que coincide con la zona de la cata. El resto de daños reclamados no se ajustan a lo técnicamente razonable, porque sus mediciones y los precios son desproporcionados. El depósito no sufrió daños, sino que quizás, fue una de las causas que generaron el problema por sus fugas de agua, por lo que no se puede cargar su reparación a este siniestro. El caño de agua no ha sufrido daño alguno.

CASO 19:**Población: Alhama de Murcia.****Avda. Antonio Fuertes 52****ANTECEDENTES.**

El 19 de Julio de 2011, se recibió aviso de que en el lavadero de coches “Lavauto”, sito en la avenida Antonio Fuertes 52 de Alhama de Murcia, ya que estaba brotando el agua por la pared del fondo, que es la que da a la calle San Isidro. Ese mismo día por la noche el equipo buscafugas revisó toda la calle Mallorca, San Isidro e Ibiza, no encontrando fuga de ningún tipo. Al día siguiente desde primera hora de la mañana, se empezaron a realizar catas en la Calle San Isidro para intentar encontrar el origen del agua que aparecía. Se encontró un brote de agua intermitente junto al muro de contención, que da al citado lavadero, a una profundidad de 4,9 metros, que es una cota muy por debajo de la de la red de saneamiento que allí discurría, aproximadamente a 3 metros de profundidad.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

En este caso no hubo afección estructural a ningún inmueble.

SINDROMES EXISTENTES.

El único daño que se apreciaba era que el agua brotaba por una nave en la calle adyacente.



Fotografía 412. Inicio de las excavaciones en el vial junto a la acera.



Fotografía 413. Excavación junto al muro de contención.



Fotografía 414. Medición de la profundidad de la excavación (4,8 m).



Fotografía 415. Detalle de la cata realizada donde se aprecia la ausencia de humedad.

Se analizó el agua que allí brotaba y la que salía por el lavadero, teniendo ambas similares conductividades, por lo que se dedujo que tenían el mismo origen. El valor de conductividad era del orden de mS (mili Siemens, 10^{-3} S, $10^3/\Omega$)

lo que indicaba, en principio, que no parecía agua potable ya que ésta tiene valores de μS (micro Siemens, 10^{-6}S , $10^6/\Omega$) en esa zona.

Con estos datos se procedió a descubrir la red de saneamiento de San Isidro, desde la calle Mallorca en sentido descendiente; para comprobar si había alguna avería en el saneamiento.



Fotografía 416. Apertura de zanja longitudinal C/ San Isidro.



Fotografía 417. Inspección la red de Saneamiento mediante cámara de TV.

Al mismo tiempo se comenzó a realizar una inspección mediante cámara de la red de saneamiento de ese tramo, e incluso de la calle Mallorca, no encontrándose fuga alguna. Se introdujeron balones para que la red entrase en carga, pero no nos mostró tampoco nada significativo.



Fotografía 418. Se aprecia en el corte lateral de la zanja el material de relleno con escombros.



Fotografía 419. Indicios de fisura en la red de saneamiento de hormigón armado.



Fotografía 420. Fisura encontrada en la conducción de hormigón de la red de saneamiento.



Fotografía 421. Reparación fisura con mortero SR.

Al día siguiente se encontró una grieta en la red de saneamiento que fue reparada, pero se pudo ver que no era el origen del problema, ya que el agua seguía brotando de forma intermitente, como antes.



Fotografía 422. Como se puede apreciar el paquete de firme del vial se ejecutó a base rellenos antrópicos (escombros).



Fotografía 423. Se aprecia una excavación de más de 3 m.

A lo largo del día 22, se descubrió la red hasta un pozo que había a una cota inferior a la cata, no encontrándose fuga alguna. Se decidió, dejar los trabajos

hasta la semana siguiente, que tendría lugar una reunión en el Ayuntamiento con los técnicos municipales, para determinar qué hacer en este problema.

En la reunión del lunes 25, se decidió por parte del Ayuntamiento, sustituir ese tramo de red de saneamiento, hasta el final de la calle, ya que no estaba nada clara la procedencia del agua que allí aparecía. Se estuvo barajando la posibilidad que fuese agua procedente de un manantial. El agua dejó de brotar el día 2 de agosto.

Ese mismo día por la tarde se recibió aviso de los vecinos de la calle que a la altura del número 52, donde estaba brotando agua por la calzada. Al día siguiente se detectó y reparó la fuga que había en la acometida del número 50, y fue sustituida en su totalidad. Esta avería se tuvo que producir el mismo día 2, ya que se hicieron tres búsquedas de fugas, en diferentes días, en la Red de Abastecimiento de la zona desde el día 20 de julio. El motivo pudo ser el tránsito de vehículos pesados de la obra de sustitución de la conducción de saneamiento, de la misma calle, aguas abajo. La avería se reparó el día 3.



Fotografía 424. Situación donde se encontró una acometida de abastecimiento averiada.

El día 9 de septiembre de 2011, se recibió aviso del propietario del número 61 de la misma calle, indicando que tenía una avería junto a su contador. Se pudo comprobar que se trataba de una avería en su red interna.



Fotografía 425. Detalle de avería en conducción interior de cobre.



Fotografía 426. Detalle del desplazamiento del murete.

Al mismo tiempo indicó que habían aparecido grietas en su vivienda motivadas, según manifestó este propietario, por la avería reparada en Agosto en la misma calle a la altura de su vivienda. Se comprobó que estas grietas eran antiguas, y estaban negras con telarañas y suciedad, incluso algunas de ellas habían sido reparadas con anterioridad.



Fotografía 427. Se aprecia que las juntas entre piezas de mármol fueron enmasilladas anteriormente.



Fotografía 428. Las grietas están ennegrecidas, síntoma de que son antiguas.



Fotografía 429. Detalle de los rodapiés de la escalera despegados.



Fotografía 430. Se aprecia que el murete ha basculado hacia la derecha.

CONCLUSION

Los daños reclamados por las tres viviendas está demostrado que no tenían justificación ya que los daños preexistían antes de cualquier avería. Las casas se encuentran aguas arriba de la avería reparada en la acometida y resulta improbable que el agua circule libremente en contrapendiente. Los daños se deben posiblemente, a la falta de cimentación en los muretes de fachada y caja de escaleras de entrada, o al asiento de los mismos motivado por la poca capacidad portante del terreno sobre en que están apoyados.

CASO 20:**Población: Bullas (Murcia).****C/ Pértigos nº4.****ANTECEDENTES.**

Con fecha 12 de septiembre de 2012, se detectó una avería en la acometida del inmueble Nº 4 de la C/Pértigos, en el municipio de Bullas, que provocó la fuga de agua de la red general de abastecimiento. No se pudo determinar el tiempo que estuvo filtrándose el agua, provocando un lavado de finos bajo la cimentación, que hizo que se descalzara y se produjeran asientos diferenciales.

Consecuencia de ésta avería, se produjeron daños materiales en los inmuebles nº 4 y 2 de la calle anteriormente mencionada, en muretes perimetrales, patio interior, fachada y habitaciones interiores.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La estructura de la vivienda está realizada con muros de carga y vigas de madera.

La cimentación está ejecutada a base de mampostería y mortero de cal, se observa que ha habido lavado de finos y arrastre del mortero entre los bolos.

SINDROMES EXISTENTES.

Fotografía 431. Se observa el estado de la cimentación, hecha de mampostería.



Fotografía 432. Detalle del descalce de la cimentación.

Se observa el descalce que se ha producido en la cimentación por el lavado de finos. El terreno es arcilloso limoso con arenas, el cual sabemos que se comporta bien para soportar cargas hasta que el agua interviene, haciendo que se desplacen las partículas más pequeñas creando un vacío.



Fotografía 433. Detalle de la cimentación en la esquina de la vivienda.



Fotografía 434. Se observan los daños producidos en la cimentación.



Fotografía 435. Acometida ya reparada, se observa humedad en la zona.



Fotografía 436. Testigos fracturados en los muros de carga.



Fotografía 437. Grietas producidas en los paramentos verticales interiores.

CONCLUSION

Motivado por la avería de una acometida de plomo de unos 35 años de antigüedad, se han producido daños en dos viviendas debido al descuelgue de la cimentación en uno de sus extremos o lo que se conoce como asiento diferencial. El lavado de finos como se puede comprobar en el reportaje fotográfico muestra cómo se han producido huecos entre la mampostería y por ende el descenso de la capacidad portante del terreno. Ello provocó el movimiento de los muros de carga de la vivienda que generaron las fisuras y grietas en los paramentos verticales.

CASO 21:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Salitres 33****ANTECEDENTES.**

El 19 de mayo de 2008, se reparó una avería en la red, sita en la calle Parricas esquina con la calle Salitres, de Alhama de Murcia, de una tubería de fibrocemento de diámetro Ø70. Ese mismo día el vecino del número 33 nos manifestó que su vivienda había sufrido daños, en primera instancia parecía muy pronto pero se accedió a revisar su vivienda.

Se instalaron una serie de testigos de yeso, que no se rompieron y se observó que muchas de las grietas existentes eran muy antiguas, incluso el propietario manifestó que algunas de ellas aparecieron cuando construyeron la vivienda colindante. Pasado un tiempo se dio parte al seguro para que comprobase los daños provocados por el agua en la vivienda.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La estructura de la vivienda está realizada con pilares y pórticos de hormigón armado. Los forjados son unidireccionales de viguetas con bovedillas autoportantes.

La cimentación está ejecutada a base de mampostería y mortero de cal, se observa que ha habido lavado de finos y arrastre del mortero entre los bolos.

SINDROMES EXISTENTES.

Se realizaron unas catas en los cimientos de la vivienda para ver si estaban afectados, y así se hizo comprobando que todo estaba bien, no habían lavado de finos y la cimentación era de mampostería y mortero. Se decidió reforzarla con una zapata corrida de hormigón armado con redondos de 16 mm.



Fotografía 438. Se observan los cimientos de mampostería.



Fotografía 439. Se observan las armaduras de esperas de la zapata corrida ejecutada.



Fotografía 440. Refuerzo de la cimentación con la nueva zapata corrida de hormigón armado.

La valoración del siniestro fue una cantidad inferior, a lo que reclamaba el propietario. Se le realizaron: Las catas y refuerzos de los cimientos, reparación de la fachada y la puerta. También, parte de las grietas más actuales de la vivienda y que estaban relacionadas con la patología estudiada.

CONCLUSION

La vivienda tenía daños anteriores a la rotura de la red, pero sí es cierto que la rotura afectó a la cimentación y provocó el asiento diferencial de la vivienda. Después del refuerzo de cimentación no se observaron nuevos movimientos de la estructura.

CASO 22:**Población: Alhama de Murcia.****Avda. Juan Carlos I****ANTECEDENTES.**

El 7 de Noviembre de 2012, se comunicó al servicio de aguas de Alhama de Murcia que dos viviendas de la Avenida Juan Carlos I, números 63 y 65, en pleno centro de la población, se habían quedado sin suministro de agua. Los equipos de reparación se desplazaron a la zona y realizaron en la acera, justo encima de donde estaba la red de distribución. Al superar con el martillo percutor eléctrico, la fina losa de hormigón armado que había debajo de las losas de la acera, se descubrió que había un socavón de unos 7 metros de profundidad por 3 de ancho y 8 de largo y que la tubería de abastecimiento estaba en el fondo del mismo. Se cortó el suministro de esa zona y se realizó un bypass para que solo quedasen sin agua las viviendas de ese tramo afectado. Los técnicos decidieron rellenar el socavón con HA-25 fluido hasta una profundidad de -1 m bajo la rasante. Fueron necesarios 156 m³ de hormigón.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

En este caso no hubo afección estructural a ningún inmueble.

SINDROMES EXISTENTES.

Se ha generado una cavidad subterránea de dimensiones importantes que ha provocado el descuelgue de las redes de abastecimiento y saneamiento.



Fotografía 441. Ventana abierta donde se descubrió el socavón.



Fotografía 442. Se aprecia la tubería de fibrocemento en el fondo.



Fotografía 443. Bypass de abastecimiento realizado.



Fotografía 444. La red de saneamiento también se descolgó.



Fotografía 445. Vertido de hormigón.



Fotografía 446. Detalle de la cimentación de una de las viviendas.

Los edificios estaban apoyados sobre bloques de piedra arenisca maciza, acompañados de hormigón. No se apreciaron asientos diferenciales en ninguna de las dos viviendas, su cimentación parecía muy sólida.



Fotografía 447. Acera una vez terminado de echar la última capa de HM-25.



Fotografía 448. Aspecto de la obra de la acera finalizada.

CONCLUSION

1. A pesar de las dimensiones del socavón y la proximidad a las viviendas, no se produjeron daños en las viviendas, posiblemente porque tenían buena cimentación y se actuó de manera inmediata. La red de saneamiento fue repuesta en PVC liso color teja DN400 y el abastecimiento con fundición dúctil DN80.
2. En este caso no funcionaron los aparatos de detección de fugas porque la cavidad subterránea generada, amortiguaba el sonido por lo que no podía oír el ruido de la avería, es lo que hemos denominado efecto “*Caverna*”.

CASO 23:**Población: Alhama de Murcia.****Venta del Jumillano.****ANTECEDENTES.**

El 7 de marzo de 2013, tras varias visitas a la vivienda sita en la Venta del Jumillano Polígono 10, parcela 51 de La Costera de Alhama de Murcia, se localizó y reparó una avería en la acometida de agua del inmueble. En una visita anterior, junto con el Aparejador Municipal, se observó que la vivienda disponía de un pozo ciego, junto a los cimientos, en el lugar donde se habían producido los daños, y estaba totalmente colmatado, desbordando. Eso nos llevó a pensar que el asiento diferencial que se había producido en el ala oeste de la vivienda, se debía a ese motivo. Se realizó una cata, pero no se encontró la avería ya que esta estaba a unos 5 metros más abajo.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La estructura de la vivienda está realizada con muros de carga y viguetas de hormigón sobre las que se apoya directamente la cubierta inclinada a dos aguas. Es una edificación de planta baja a nivel de rasante.

La cimentación está ejecutada a base de mampostería y mortero de cal.

SINDROMES EXISTENTES.

Se aprecian grietas de consideración en la zona oeste de la edificación, sobre todo, en el una crujía que hace las funciones de habitación dormitorio.



Fotografía 449. Localización de la avería.



Fotografía 450. Estado de las importantes grietas aparecidas.



Fotografía 451. Grieta que ya había sido reparada con anterioridad.



Fotografía 452. Cavidades con presencia de telarañas, lo que manifiesta su antigüedad.



Fotografía 453. Interior de la habitación afectada, grieta existente de 85 mm.



Fotografía 454. Detalle del pozo ciego lleno y junto a la cimentación del muro de fachada.

CONCLUSION.

1. Parece un caso típico de responsabilidad compartida, ya que la vivienda tiene una fosa séptica junto a la cimentación de la zona afectada. El día de la primera visita estaba repleta. Sin duda, el efecto de las aguas negras hizo un ataque químico al poco hormigón que tenían los cimientos y lo desmenuzó, provocando un asiento de esa zona de la vivienda. También pudo influir la avería de la acometida de agua al encontrarse muy cerca de la zona afectada. No se han realizado todavía las labores de reparación de la cimentación, en tanto no se resuelva el expediente administrativo.
2. Se recomienda la demolición de esa estancia afectada y la construcción de una nueva con una cimentación adecuada.
3. Es necesario que la fosa séptica sea trasladada, para evitar futuras interferencias con la seguridad estructural del edificio.

CASO 24:**Población: Castillejar (Granada).****Venta Llena nº 23.****ANTECEDENTES.**

El 13 de junio de 2012 se realiza visita a una casa cueva situada en la pedanía de los Carriones de Castillejar (Granada), en la calle Venta Llena, 23. Una de sus estancias se le está desprendiendo partes del techo reduciendo sensiblemente su sección resistente, coincidiendo por donde pasa un vial por la parte superior. Ese mismo día se avisa a los técnicos del Ayuntamiento para que visiten la vivienda y determinen si hay que cortar el tráfico a la calle superior o si es necesario tomar alguna medida adicional.

El técnico municipal realizó la inspección ocular y determino que no era necesario cortar el tráfico a la calle ya que estaba limitado a 3,5 toneladas métricas.

En la vivienda desde el año 2007 aparecían humedades de manera intermitente, incluso llegaba a aparecer agua en algunos puntos pero no se pudo tomar muestra de agua para analizarla en el momento de la visita ya que no la había.

En agosto de 2012, aparecieron de nuevo las humedades y el agua pudiendo tomar una muestra para analizar el laboratorio. El resultado del análisis microbiológico indicó que se trataba de agua de origen fecal.

El 12 de septiembre de 2012, se produjo una avería en una acometida domiciliar de agua potable de ½” PN6, que provocó el derrumbe del techo de la estancia afectada y el deterioro del techo de otra. Debido a que por encima de esa estancia discurre un vial, en esta ocasión el técnico municipal determinó que se tenía que interrumpir el tráfico para garantizar la seguridad de los viandantes y de los habitantes de la vivienda.

Analizando los periodos en los que aparecen las humedades, corresponden con periodos estacionales de vacaciones donde hay mayor afluencia de población en la zona.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La vivienda es una casa cueva en la que podemos distinguir una parte bajo rasante o tipo cueva y otra sobre rasante o construcción a base de muros de carga al aire libre.

La mayor parte de las estancias están bajo rasante, existiendo un total de 10 estancias: Sala de estar, comedor, cocina, baño, cuatro dormitorios y 2 despensas.

En la zona más al norte se encuentran las estancias sobre rasante que son un almacén de 2 plantas ejecutado a base de muros de carga, un patio y un trastero.

La vivienda fue construida en 1900, según catastro, y tiene una superficie construida de 141m².

No hay estudio geotécnico pero es conocido el tipo de terreno predominante en la zona que es el sulfato cálcico, conocido comúnmente como yeso. Este tipo de material es muy fácil de tunelar por lo que desde hace cientos de años los habitantes del lugar han hecho sus viviendas en este tipo de estratos.

Casi la totalidad de la vivienda tipo cueva tiene a unos 2 metros por encima un vial por donde discurren las redes municipales de Abastecimiento y Saneamiento.

SINDROMES EXISTENTES.

Existen dos tipos de daños fundamentalmente en este caso: los producidos por la rotura de la acometida de abastecimiento y las humedades que aparecen de forma estacional en la vivienda.

Para poder determinar el origen de las humedades se considera fundamental el realizar una inspección mediante cámara de la red pública que discurre por la calle a cota superior a la vivienda. La red existente es de hormigón de diámetro exterior 200mm, lo que en primera instancia parece sección insuficiente para los aportes de caudal que soporta de las viviendas de la zona.

Se realizó el 3 de diciembre de 2012 inspección con cámara mediante guía y se detectó que la red no era estanca teniendo varias cavidades en su parte superior por donde se podían filtrar las aguas negras.

CONCLUSION.

Analizando en orden cronológico los sucesos descrito podemos determinar:

1. La avería en la acometida de abastecimiento de la vivienda situada por encima de la vivienda, provocó que en una de las estancias se le colapsase el techo y se derrumbase y la contigua quedo seriamente dañada. Esas estancias deben ser rellenas con zahorras artificiales o grava cemento que permitan su compactación para dejar una base y una sub- base adecuadas para el firme del vial. Estas estancias quedaran entonces totalmente inhabitables.
2. Debido a la no estanqueidad de la red de saneamiento superior, han aparecido humedades y agua que han manchado y dañado los paramentos verticales, techos y solado de la cueva. El origen fecal del agua que emanaba fue comprobado mediante análisis microbiológico en laboratorio certificado por ENAC, por lo tanto, existe una relación de causalidad entre las humedades y la no estanqueidad de la red de saneamiento pública.

CASO 25:**Población: Espinardo-Murcia.****C/ Regidor Cayetano Gago s/n.****ANTECEDENTES.**

En febrero de 2015, motivado por la aparición de grietas y asientos en la losa perimetral de un aula de formación de un centro de ocio, se procedió a la inspección “*in situ*” para intentar determinar qué motivo estaba creando las patologías que estaban provocando el asiento del edificio y sus alrededores. Se decidió realizar una búsqueda de fugas de agua de las redes existentes y un Estudio Geotécnico con tomografía eléctrica.

La zona en la que se encuentra el edificio es una zona horizontal en la parte baja o falda de un pequeño montículo.

Según se ha podido saber las grietas aparecieron al poco de estar el edificio construido, por lo que se puede suponer que la patología que las genera perdura en el tiempo ya que las grietas han ido en aumento, a simple vista. Se colocaron testigos de yeso y se han fracturado casi la totalidad.

En ningún momento se ha visto la presencia de agua brotando en las inmediaciones de la edificación, incluso se realizaron calicatas y no se encontró nada húmedo.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La construcción es una edificación moderna con cimentación a base de zapatas arriostradas y pilares con pórticos de hormigón armado y forjado unidireccional. Se desconocen las dimensiones de la cimentación y la estructura de hormigón, pero suponemos que está bien dimensionado ya que no aparecen síntomas en la estructura ni en los paramentos verticales que indiquen que haya problemas generalizados en todo el edificio sino que parece que las grietas y fisuras se localizan en la zona sur-este. Se trata de un asiento diferencial de la estructura a primera vista.

El edificio consta de diferentes aulas destinadas a la impartición de charlas o clases didácticas.

El complejo al que pertenece este edificio fue construido en 2007, según catastro, y tiene una superficie construida de 575m².

Durante la realización del estudio geotécnico se encontró el nivel freático a 6,2 m de profundidad.

SINDROMES EXISTENTES.

Según se aprecia por las grietas y la inclinación oblicua que tienen, en lo que se refiere al edificio, se trata de un asiento diferencial. Como principal opción se sospecha que sea debido a un lavado de finos bajo la cimentación.

Las grietas que existen en el solado de hormigón impreso que rodean al edificio, se pueden deber a una defectuosa compactación previa a la colocación de la losa de hormigón o a un asentamiento solidario con el edificio y del mismo origen.

En la realización del estudio geotécnico cuando se detectó, lo que parecía ser el nivel freático, se tomó una muestra de agua y se le realizó un análisis fisicoquímico in situ y en laboratorio. Los valores de conductividad son del orden de 300 μ Siemens/cm, que nos indica que se encuentra muy cerca de los valores del agua potable de las redes de la zona. No se realizó análisis de Cl libre, Cl combinado ni Cl total, que nos hubiese indicado si efectivamente el agua era potable sin ninguna duda. Tampoco se realizó análisis microbiológico que hubiera descartado el origen fecal del agua. Sin embargo el análisis del ion sulfato determino que no era una suelo agresivo. El valor del pH del agua estaba en torno a 7,5 que indica que es neutra, dato que va en consonancia con la agresividad del terreno.

Los testigos extraídos del terreno nos indican que hay tres zonas bien diferenciadas:

1.- Una solera de hormigón con grava y arcillas marrón claro de unos 40 cm y luego una losa de hormigón armado de canto 40cm.

2.- desde la cota 0,8 a la 5,3 un rellenos de grava, arena y arcilla de colores marrones de diversos tonos, con restos de escombros.

3.- desde la cota 5,3 roca caliza marrón rojizo dura. El ensayo dinámico llegó hasta la cota 6m. El nivel freático apareció a 6,2 m.

La cimentación de la edificación está apoyada sobre la segunda zona, no siendo adecuada para la sustentación del edificio.

La tomografía eléctrica indicó en los diferentes cortes la presencia de importantes masas de agua en los alrededores del edificio, bajo rasante a unos 1,5 metros.

CONCLUSION.

Considerando los datos que tenemos, podemos decir:

1. La existencia de agua bajo rasante a unos 1,5 m indica que los daños han sido generados por el agua, que ha provocado la patología desde el inicio. El agua ha realizado un lavado de finos en la zona de la cimentación del edificio y las zonas aledañas que ha descolgado los cimientos, provocando el asiento diferencial del edificio en diversos puntos.
2. El origen del agua es potable debido a sus valores de conductividad y pH; y también debido a la gran cantidad de agua existente bajo rasante la fuente no puede ser otra que alguna red de las muchas de agua potable que hay en el complejo.
3. La cimentación del edificio está apoyada sobre un estrato inapropiado y es necesario el refuerzo de cimentación con micropilotes o inyecciones de resina para estabilizar el edificio.
4. Se debe localizar la avería o averías de agua antes de estabilizar la cimentación, para ello se deben de utilizar todos los medios tecnológicos a nuestro alcance: método acústico (geófono), prelocalizadores, gas trazador, Correlador acústico, etc. Si estos métodos no dieran resultado habría que sectorizar las redes e ir haciendo catas para averiguar la fuente que emana esa agua. Posiblemente el agua proceda de la red interna de las piscinas cercanas.

CASO 26:**Población: Alhama de Murcia.****Las Cábilas de la Costera.****ANTECEDENTES.**

El 22 de octubre de 2013 se reparó una acometida de abastecimiento de agua potable de una vivienda situada en el paraje de Las Cábilas de la Costera. La avería fue comunicada por un vecino de la zona que observó como brotaba el agua por el asfalto.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación es una vivienda de antigüedad superior a 60 años realizada a base de muros de carga sin forjado sanitario. Fue rehabilitada estéticamente en el año 2008, no se modificó la estructura ni la cimentación.

Se desconoce qué tipo de cimentación tiene y sus dimensiones, por la costumbre de la zona, las viviendas de esa época tienen una cimentación a base de bolos dispuestos en forma de murete sin ningún tipo de masa que los haga más uniformes.

La vivienda es de una sola planta y una superficie construida de 59 m². Posee un patio en la parte trasera. El tejado ha sido renovado con tejas mixtas color mediterráneo.

La fachada está terminada con un monocapa color crema y en la parte inferior a una altura de 1m tiene un zócalo con piezas pétreas irregulares rejuntadas con mortero. La carpintería exterior de la vivienda ha sido sustituida por aluminio y algunos paramentos verticales se han rehabilitado colocando placas de yeso.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan algunas fisuras y grietas en la fachada de la puerta de acceso a la vivienda en la parte suroeste, coincidiendo con el hueco de la puerta principal

de entrada a la vivienda, donde las grietas son verticales ligeramente oblicuas, indicando un movimiento o giro del edificio hacia el extremo sureste.



Fotografía 455. Grieta oblicua en la fachada Suroeste.



Fotografía 456. Grieta en la jamba de la puerta.

También hay evidencias claras de humedades en el zócalo pétreo a lo largo de toda la fachada de la vivienda, tanto en el lado sur como en el este.



Fotografía 457. Lugar de la avería de la acometida.



Fotografía 458. Humedades en la fachada suroeste.



Fotografía 459. Humedades en fachada sureste.



Fotografía 460. Restos de eflorescencias.



Fotografía 461. Se cambiaron las acometidas.



Fotografía 462. Había una red de riego en la zona afectada.

CONCLUSION.

Las humedades aparecidas en el zócalo de las fachadas y las grietas parecen estar sin ninguna duda relacionadas con la avería de acometida de abastecimiento de la vivienda, a pesar de que había una red de riego que podría haber tenido incidencia en la avería. Se produjo un lavado de finos que provocó que la cimentación descendiese ligeramente moviendo los muros de carga mediante un giro hacia la fachada sureste. Por los daños estructurales existentes no se consideró oportuno el refuerzo de cimentación. Las humedades son producidas por el fenómeno de capilaridad ascendente muy frecuente en edificaciones que carecen de forjado sanitario y cámara de ventilación.

CASO 27:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Sagunto nº 17****ANTECEDENTES.**

El 10 de enero de 2014, tras llamada de los vecinos de la zona advirtiendo de la aparición de un socavón, se procedió a realizar una verificación de fugas de la red de abastecimiento y se encontró una avería en la acometida de la vivienda nº17 de la calle Sagunto. La red general de la calle es una tubería de fibrocemento de diámetro 70mm y la acometida era de PEAD ¾". La avería se localizaba en el centro de la calzada entre el collarín de toma y la válvula de entrada del contador.

El 10 de febrero de 2014, se hizo una primera inspección de las fisuras y grietas aparecidas en la vivienda.

El 11 de marzo de 2014, se instalaron testigos de yeso en las fisuras y grietas. Además se visitó la vivienda junto con los peritos de la compañía de seguros y técnicos municipales para comprobar el estado de la edificación y poder verificar de primera mano los supuestos daños creados, por la avería que hubo en la acometida de la vivienda frente a la fachada.

Fue a mediados de junio de 2014 cuando se inspeccionaron de nuevo los testigos del edificio y solo se encontró un testigo levemente fisurado, por lo que se entendió que el edificio se había estabilizado.

El 21 de septiembre de 2015 se instalaron nuevos testigos ya que tras visita de los técnicos municipales a la vivienda, se comprobó que existían muchos testigos fracturados por lo que era necesaria la instalación de otros.

A mediados de noviembre de 2015 se realizó un estudio geotécnico para comprobar la tipología del terreno sobre el que se encontraba apoyada la edificación.

El 27 de abril de 2016, se realizó una calicata en la acera junto a la fachada para inspeccionar la tipología de la cimentación y su estado, para luego realizar un estudio de cimentación que indicase que método es el idóneo para su reparación.



Fotografía 463. Fachada del inmueble.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle Sagunto nº 17 es un edificio de planta baja sin sótano destinado a vivienda, que dispone de 2 puertas de acceso y 2 ventanales en la fachada principal, como muestra la Fotografía 463.

La estructura está ejecutada a base de muros de carga. Se desconoce la tipología de la cimentación y sus dimensiones. La vivienda fue construida en el año 1945. La superficie construida del edificio son 148 m².

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un mortero monocapa bicolor con chinas incrustadas, y en la unión con la acera dispone de un zócalo de gres de 8 cm color blanco.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan numerosas fisuras en la fachada, la mayoría son horizontales y son más acusadas en la jamba de la entrada principal de la vivienda y en hueco de la fachada que da acceso a la misma.



Fotografía 464. Pilar derecho del hueco de la puerta de acceso



Fotografía 465. Parte inferior pilar izquierdo y mocheta



Fotografía 466. Detalle grieta oblicua parte derecha



Fotografía 467. Momento de la reparación.



Fotografía 468. Parte de la fachada dañada por la reparación y sustitución de la acometida.



Fotografía 469. Zanjas usadas para la realización de la nueva acometida.



Fotografía 470. Parte derecha del recibidor de la entrada principal.



Fotografía 471. La bajante de las aguas pluviales de la cubierta desemboca junto a la fachada.

Se puede observar en la Fotografía 471 que en la zona que vierte la bajante hay una mancha de humedad en el muro de fachada, motivada por la absorción de agua por capilaridad vertida en episodios lluviosos al subsuelo, acentuándose con mayor intensidad en la zona de vertido de la bajante. Este fenómeno se le conoce como zócalo capilar que en ocasiones genera eflorescencias al cristalizar las sales solubles procedentes del agua absorbida. (Lozano Martínez-Luengas, et al., 2005).



Fotografía 472. La parte que une el peldaño con el muro ha sido reparada con anterioridad.



Fotografía 473. Porche de la entrada secundaria, donde se aprecian manchas de humedades antiguas.



Fotografía 474. No se observa en las fisuras indicios de que sean muy antiguas.



Fotografía 475. Edificio de nueva construcción (2008) a la derecha del número 17.

Las grietas y fisuras se concentran en el hueco de la puerta principal de entrada y la porchada, aunque hay una oblicua que nace en la junta con el edificio situado a la derecha o aguas abajo y que termina en el orificio de salida de aguas de la cubierta, pero apenas tendrá 3 mm de espesor. Sin embargo las grietas situadas en los pilares del hueco de la puerta y en tienen entre 8 y 10 mm aproximadamente, y en el recibidor unos 5 mm.

Existen problemas de humedades preexistentes, como se ha comentado anteriormente a la rotura de la acometida, que posiblemente se hayan agravado con la misma.

El Estudio Geotécnico indicó que el terreno al oeste de la fachada es mejor que en el este siendo su caracterización: una primera capa de rellenos antrópicos de 700 mm, limos arenosos arcillosos hasta 1,2m, limos arenosos con gravas y yesos aislados hasta 1,7m humedad del 9,2%, extracto rocoso hasta 3,3m y limos arenosos con gravas hasta 5m. Al este de la fachada tenemos: primera capa de zahorra y asfalto hasta 0,3 m, arenas limosas con gravas y algún resto antrópico hasta 1,1m, arenas limosas con gravas hasta 1,5m, limos areno arcillosos hasta 2,1m con una humedad de 16,9%, limos arenosos algo arcillosos con gravas hasta 3,5m con una humedad de 9,6%, conglomerado rocoso hasta 4m, limos arenosos

con gravas hasta 4,89m, conglomerado rocoso hasta 5,7m, limos arenosos hasta 6,88m. A la vista de estos resultados se plantearon 3 soluciones posibles para la reparación de la cimentación que fueron: instalación de micropilotes hasta estrato estable, recalce de cimentación apoyando en una capa rocosa y ejecutando una zapata corrida y por ultimo inyecciones cementosas.

Cuando se realizó la cata en la acera se observó que la cimentación era muy deficiente y consistía en un murete o viga de bolos irregulares de tamaño medio con apenas un poco de mortero de cal. No se apreció lavado de finos ni humedad en el terreno.



Fotografía 476. Detalle de la cimentación a base de clastos sedimentarios.



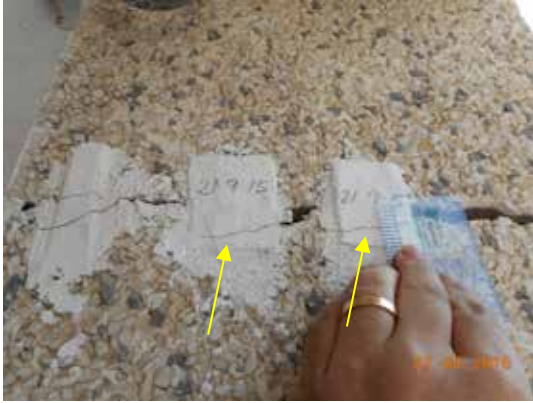
Fotografía 477. Ausencia de hormigón y mortero.



Fotografía 478. Testigo fisurado.



Fotografía 479. Testigo fisurado.



Fotografía 480. Testigos fisurados de fecha 21/09/15.



Fotografía 481. Testigo fisurado de fecha 21/09/15.



Fotografía 482. Testigos fisurados junto al primer escalón de la escalera de entrada, de fecha 21/09/15.



Fotografía 483. Testigo fisurado en la habitación interior de fecha 21/09/15.

Durante la visita del 27 de abril de 2016 se observó que algunos de los testigos de los realizados el 21 de septiembre de 2015 estaban fracturados, síntoma de que el edificación y, en especial, el muro de carga de la fachada, estaban en movimiento.



Fotografía 484. Humedades en la parte baja del muro de carga.



Fotografía 485. Humedades y fisuras repintadas en el techo de la misma habitación.

Se pudo observar que en la habitación más cercana a la calle en el paramento interior que da al muro de carga de la fachada, había una zona con la pintura despegada por causa de la humedad, pero de antigüedad mayor a la que se produjo la avería. Sin duda esas humedades tienen que ver con las que por la fachada se aprecian y que pueden ser debidas a la capilaridad del terreno y a la bajante de los canalones que recogen el agua del tejado. También se vio una zona del techo de la habitación con la pintura despegada por motivo de alguna gotera debido al mal estado de la cubierta de la terraza visitable o por su falta de mantenimiento.

CONCLUSION.

Según lo expuesto anteriormente, se puede considerar:

1. Que las grietas aparecidas tienen como origen la rotura de la acometida de agua potable de la vivienda, que produjo un lavado de finos en la zona de los pilares del hueco de la puerta, realizándose un asiento del terreno, más acusado en las zonas de grietas horizontales, posiblemente provocadas por un descalce de la cimentación y descenso en bloque del muro de carga.
2. Que las humedades de la fachada ya existían con anterioridad pero se han acentuado con la rotura citada anteriormente. La patología original de las

humedades es la capilaridad y el vertido de aguas de lluvia desde la bajante de los canalones.

3. Se realizó un estudio geotécnico y de cimentación, comprobándose que los cimientos de la vivienda estaban compuestos de unos bolos o cascotes de piedra con un poco de cal que hace de unión. Por esto, los daños a la vivienda han sido más considerables al no disponer de una cimentación adecuada.
4. En la vivienda se observa que hay grietas antiguas que se han acentuado con motivo de la avería. También hay otras patologías ajenas a la de estudio, como pueden ser las humedades en los techo provocadas por goteras. Se puede afirmar que hay una confluencia de patologías, por lo que no puede imputar todos los daños a la avería de la acometida de abastecimiento.

CASO 28:**Población: Almendralejo (Badajoz).****C/ Cantares nº 24****ANTECEDENTES.**

El día 11 de noviembre de 2011, tras aviso de los vecinos que se quejaban de malos olores, se realizó inspección en el inmueble sito en la calle Cantares nº 24 de Almendralejo (Badajoz) y se comprobó que el sótano de esa finca estaba totalmente inundado de aguas negras fecales.

Por parte de la propiedad, empezaron las obras en el interior de la red de alcantarillado para localizar la posible avería. Después de realizar varias calicatas y zanjas se comprobó que la avería provenía del saneamiento público exterior. Había un pozo de registro totalmente lleno que nos evidenciaba que existía un atranque en la red.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Es una edificación de dos plantas asentada sobre solar trapezoidal de 245 m². La planta baja está destinada a local comercial, que ahora se encuentra cerrado. La planta baja esta sobre la rasante de la calle y por debajo hay un pequeño sótano. En la planta alta o primera planta, hay una vivienda con cuatro habitaciones, distribuidor, salón, cocina, baño, aseo y patio exterior.

La antigüedad de la vivienda es de unos 50 años. A pesar de esto, está construida con pilares, pórticos y forjados unidireccionales de hormigón armado. Se desconoce la tipología de la cimentación y sus dimensiones.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un mortero monocapa bicolor con chinas incrustadas.

SINDROMES EXISTENTES.

Durante la realización de catas en el interior del edificio y apertura de zanjas se observó que el terreno estaba saturado completamente de aguas negras. Lo conveniente en estos casos es dejar todo sin tapar para que se airee y así se

puedan evaporar los fluidos. Seguramente cuando se seque el terreno se producirán asientos en el solado de la planta baja, motivado por el carácter arcilloso del terreno de la zona.

Al estar el sótano totalmente inundado en el momento de la inspección, no se pudo ver el alcance real de los daños.

CONCLUSION.

En base a lo expuesto, podemos decir:

1. Que los daños existentes en el inmueble son motivados por un mal funcionamiento de la red de saneamiento público de la zona.
2. Hubiera sido conveniente la inspección saneamiento público en primera instancia, antes de producir los daños en el interior del edificio.
3. Sí el edificio hubiera tenido válvula de retención que separase la red externa de la interna, se hubiesen evitado los daños. También es cierto que habría que reparar o cambiar la red exterior de saneamiento para que no se atranque, evitando cuellos de botella y trazados sinuosos.

CASO 29:**Población: Cartagena (Murcia).****C/ Pino nº 75 Urbanización Señorial.****ANTECEDENTES.**

El 23 de diciembre de 2007, los vecinos de la calle Pino 75 empezaron a notar que estaban apareciendo muchas grietas por toda la vivienda y que algunas de ellas iban “*in crescendo*” día a día. Los daños estaban concentrados en el interior de la vivienda, no se apreciaban daños en el exterior ni en las demás viviendas de la urbanización.

Se realizó una campaña general en la zona de búsquedas de fugas de las redes de abastecimiento y saneamiento. No se localizó ninguna avería.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Es un conjunto de edificios pareados con 14 viviendas tipo chalet de dos plantas y garaje. Algunas de las viviendas tienen sótano y otras no, depende de su situación, unas están bajo rasante y otras por encima. La obra se comenzó a construir en junio de 2005 y terminó en octubre de 2006.

La superficie de cada vivienda es de 240 m² construidos y tiene un amplio jardín de unos 350 m² cubierto en parte con baldosas.

La estructura está ejecutada a base de pórticos de hormigón armado y forjado de hormigón con bovedilla cerámica, viguetas armadas y una capa de compresión de 4 cm, siendo el canto total de 29cm.

Las cimentaciones fueron hechas con zapatas arriostradas, sobre las que se vertió una solera de hormigón. No se conocen las dimensiones de la cimentación.

El cerramiento de las viviendas está realizado con ladrillo hueco de medio pie de espesor, con cámara de aire entre tabicones con manta de fibra de vidrio. Todo acabado con un enlucido con yeso blanco. La carpintería interior es de madera de pino y la exterior de aluminio lacado blanco.

La cubierta fue realizada con tejas cerámicas mixtas sobre capa de compresión y tabiquillos palomeros con bardos cerámicos.

SINDROMES EXISTENTES.

Dado que no se localizó fuga alguna de las redes de distribución de abastecimiento o saneamiento, se encargó un estudio geotécnico de la zona para ver las características de los sustratos donde se apoyan las edificaciones. De esa manera podríamos saber, que está causando la patología que sufre la vivienda.

Se realizaron 7 ensayos de penetración dinámica DHSP hasta 6 m y 2 sondeos de extracción de testigos hasta 4,25m. La primera capa de 0 a 0,35 m era relleno de tierra arcillosa marrón, la segunda de 0,35 a 1,15m es tierra vegetal de arena arcillosa, la tercera de 1,15 a 2,5 m es marga marrón claro. En base a estos datos se propuso una cimentación superficial apoyada a cota -1,5 m, que tiene una tensión admisible de 2,5 kg/m².

Se han comprobado los cálculos de cimentación y estructura y no se ha encontrado ningún error de cálculo. No es por tanto este el motivo de la aparición de grietas.

Parece que los asentamientos responden a asientos del terreno en los alrededores de las viviendas por motivos desconocidos. Para intentar averiguar el motivo se decide hacer unas calicatas en el interior de la vivienda y la contigua, para analizar la cimentación y el terreno donde se apoya. Los resultados arrojan una mala ejecución de la cimentación sobre terreno no adecuado expansivo. Según el CTE considera los terrenos expansivos como terreno T3 o terreno desfavorable.

CONCLUSION.

1. Una mala elección del sustrato donde se apoyó la cimentación provocó que al ser un terreno expansivo sobre él estaba afincado, al producirse movimientos expansivos se moviese la estructura provocando la patología que se manifestaba en varias de las viviendas de la urbanización mediante la aparición de grietas y fisuras en los paramentos verticales de fábrica de ladrillo.
2. En primera instancia se realizó una búsqueda de fugas y no apareció ninguna pero dado que el terreno es expansible ha tenido que recibir agua

de alguna parte para expandirse por lo que, se debería hacer una campaña de búsqueda de fugas de nuevo para comprobar que no existe ninguna avería en la red de abastecimiento.

CASO 30:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Mindanao nº 39****ANTECEDENTES.**

En febrero de 2010 se recibió un aviso de los propietarios de la vivienda de la calle Mindanao 39, de Alhama de Murcia, indicándonos que habían aparecido grietas en el interior de su vivienda y lo relacionaban con una avería que hubo en la calle de una conducción de distribución de fibrocemento de agua potable.



Fotografía 486. Fachada de la vivienda.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Es un edificio de dos plantas asentado sobre solar rectangular de 182m². El edificio completo está destinado a vivienda salvo una cochera que se encuentra en el extremo Este. Carece de forjado sanitario y la planta baja se encuentra al mismo nivel que la calle. La planta baja ocupa casi la totalidad del solar y dispone de salón, aseo, dos habitaciones, cocina, patio exterior y un porche. La primera planta ocupa aproximadamente el 50% de la superficie de la primera y dispone de baño y dos habitaciones.

La vivienda fue construida en el año 1975 y fue reformada en el año 2000. Está construida a base de muros de carga con vigas de hormigón pretensado para

sujetar la primera planta, el forjado está formado por bovedillas cerámicas entre vigas de hormigón y sobre estas no hay entramado ni mallazo metálico, solo una capa de mortero. La tipología de la cimentación según se comprobó con las catas, consiste en una zapata corrida de canto 30cm sobre unos bloques huecos con cama de arena.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada con un mortero monocapa monocolor con acabado raspado, en la parte inferior y con una altura de 80 cm hay un zócalo de láminas pétreas artificiales.

SINDROMES EXISTENTES.

La vivienda solo tenía leves grietas en el interior y alguna en la fachada.



Fotografía 487. Pequeñas fisuras en una pared del interior de la vivienda.



Fotografía 488. Otro aspecto de la misma grieta en la pared, desde otro ángulo.

A la vista de lo observado se le comenta a la propietaria de la vivienda que se cree que estas grietas no tienen nada que ver con la avería que hubo en la calle y que se debe realizar una cata en la fachada de la vivienda para ver los cimientos, y poder determinar si ha habido lavado de finos y los cimientos de la vivienda están dañados.

Motivado por las lluvias no se pudo hacer la cata hasta el 29 de marzo de 2010, un mes después de la primera visita. Tras realizar una cata para ver si estaba afectada la cimentación de la vivienda, se comprueba que la casa carece de

base en los cimientos en la fachada. Como se aprecia en las fotografías se encuentran bloques huecos de hormigón a 50 cm bajo la superficie de la acera y encima de estos solo hay arena. La tierra sale totalmente seca, a pesar de que esa época fue muy lluviosa, lo que indica sin lugar a dudas que no había fuga de agua en aquel momento. No se aprecian lavados de finos en las proximidades de la cimentación, lo que desmiente la hipótesis de que haya habido fuga de agua potable en las inmediaciones que haya afectado al inmueble.



Fotografía 489. Inicio de la cata en acera se escarba y se aprecian los bloques de hormigón huecos.



Fotografía 490. Colocaron la cimentación sobre este soporte de bloques huecos y restos de antrópicos (escombros).



Fotografía 491. El material que se sacó de la excavación estaba totalmente seco.



Fotografía 492. Detalle tomado de cerca del bloque de hormigón hueco.



Fotografía 493. Inspección de la calicata.



Fotografía 494. Se aprecian unas pequeñas fisuras en la fachada, con origen en las esquinas de los huecos de las ventanas.



Fotografía 495. Pequeñas fisuras en la fachada y la mocheta de la puerta.



Fotografía 496. Vivienda frente a la que se produjo la avería.

CONCLUSION.

Se comprobó que los daños que se reclamaban no tenían que ver la rotura que hubo en la calle a la altura del número 41 en la red de abastecimiento, sino que provenían de patologías anteriores en la cimentación del edificio, consistentes en falta de capacidad portante del terreno y uso de elementos de arranque de la cimentación inadecuados.

CASO 31:**Población: Navalmoral de la Mata (Cáceres).** **Junto al campo de futbol****ANTECEDENTES.**

El 14 de febrero de 2014 se produjo un socavón de unos 14 metros de diámetro en una zona cercana a un arroyo junto a las instalaciones deportivas municipales.



Ilustración 14.- Socavón con aguas negras. (Servicio Navalmoral de la Mata, 2014)

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Las instalaciones afectadas fueron solo los muretes del vallado perimetral del campo de futbol municipal, que asentaron levemente. No hubo edificaciones dañadas.

SINDROMES EXISTENTES.

Motivado por la cercanía de un arroyo, las infiltraciones que se producen a través del terreno provocan que la tubería de saneamiento general de diámetro 800 de hormigón armado, se descuelgue y se produzcan continuas averías y socavones. En este caso en particular se ha optado por la reposición del tramo afectado con un tubo de polietileno expandido de alta densidad corrugado de diámetro DN800 SN8, con manguitos de unión o reparación.

CONCLUSION.

Los daños provocados tienen relación de causalidad clara con la rotura de la red general de saneamiento público. La rotura del saneamiento fue motivada por el descolgamiento de la red de hormigón por un lavado de finos provocado por las filtraciones de agua del arroyo cercano. Para evitar ese tipo de averías en un futuro, sería conveniente la realización de un muro pantalla a lo largo del colector de saneamiento, que lo protegiese de las filtraciones del arroyo. Otra solución sería la sustitución de ese colector por uno de PEAD soldado “a tope” para evitar que los descolgamientos provoquen averías. Esta última solución es muy usada en el sur de Murcia en poblaciones cercanas al mar con un nivel freático alto con valores de conductividad muy altos, que provocan importantes inconvenientes si se filtran dentro de las conducciones de saneamiento, debido a un alto contenido de sulfatos en el terreno, que hacen que se genere ácido sulfúrico y provoque daños en bombeos y depuradoras.

CASO 32:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Mindoro 37****ANTECEDENTES.**

El 4 de febrero de 2015, tras llamada de los vecinos de la calle Isla Mindoro 37 que encontraban dificultad al abrir algunas puertas y habían aparecido grietas en los paramentos, se procede a verificar mediante búsqueda con geófono, en busca de fugas de agua en las conducciones de abastecimiento de la zona.

Se encontró una avería en la acometida domiciliaria del número 39, a la altura de la acera, que se reparó ese mismo día. Se renovó la acometida completa desde el collarín de toma hasta el contador. La acometida sustituida tenía una edad menor de 10 años y era PEAD PN16 PE100 que se le supone una vida útil de más de 50 años. La presión máxima de la red de abastecimiento de la zona puede llegar a los 9 bares en horario nocturno.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Hubo dos inmuebles afectados, el número 37 y el 39:

Mindoro 37:

Es una edificación que fue construida en el año 1965 y tiene una superficie construida de 152m². La vivienda fue rehabilitada en el año 2003 pero los trabajos no están terminados.

El edificio está construido a base de muros de carga y viguetas de hormigón pretensado. Se desconoce la tipología y dimensiones de la cimentación.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco. La fachada no está terminada, pero está ejecutada con un mortero monocapa bicolor con acabado con piedras incrustadas, en la parte superior es beige y en la parte inferior a una altura de 80 cm hay un zócalo de color gris. Coincidiendo con los forjados hay unas piezas de gres dispuestas a medio pie, de color gris oscuro.



Fotografía 497. Fachada de la vivienda.

Mindoro 39:

Es una edificación que fue construida en el año 1960 y tiene una superficie construida de 113m².

El edificio está construido con pilares, pórticos y forjados unidireccionales de hormigón armado. Se desconoce la tipología y dimensiones de la cimentación.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco. La fachada está ejecutada con un mortero monocapa bicolor con acabado con piedras incrustadas, en la parte superior es color beige y en la parte inferior a una altura de 90 cm hay un zócalo de color gris.



Fotografía 498. Fachada de la vivienda.

SINDROMES EXISTENTES.

No se apreciaron daños que hiciesen pensar que existía un daño estructural que hiciese correr peligro la edificación, solo se observaron fisuras y grietas.

Mindoro 37:



Fotografía 499. Fisuras en el recerco de la ventana anteriores a la rotura.



Fotografía 500. Fisura paralela al dintel de la puerta y la ventana.

En esta vivienda se apreciaron muchos daños muy antiguos y que no tienen nada que ver con la patología a estudio, en el caso de las fisuras son motivadas por dilataciones producidas entre elementos de distintos materiales, como puede ser mortero de cemento y mortero monocapa.



Fotografía 501. Parte del mortero de sujeción desprendido.



Fotografía 502. Fisura paralela al dintel de la puerta y la ventana.



Fotografía 503. Grieta reciente en el paramento junto al muro de la fachada.



Fotografía 504. Grieta en la escayola que cubre una viga.

Las grietas que aparecen en la Fotografía 502 y Fotografía 503, son recientes y al estar muy cerca de la fachada se puede relacionar con la avería. Sin embargo la grieta de Fotografía 504 es debida a la dilatación que ha sufrido la viga y que ha fracturado el yeso que ha servido como un testigo de grandes dimensiones.



Fotografía 505. Fisura reciente que indica giro hacia la calle.



Fotografía 506. Deterioro del techo de escayola debido al tiro de la chimenea.

Mindoro 39:



Fotografía 507. Fisura reparada.



Fotografía 508. Fisura reparada.

En esta vivienda cuando se realizó la visita el 8 de mayo de 2015, los daños habían sido reparados por la compañía de seguros del propietario. Según nos indicó eran fisuras y grietas de poca entidad repartidas, sobre todo, en la zona más cercana a la fachada.

CONCLUSION.

1. Algunos de los daños que tenían las viviendas estaban relacionados con la avería de la acometida de agua, pero otros eran anteriores y sus patologías eran diversas: dilataciones, efecto del calor, etc...
2. La acometida de PEAD ha tenido una vida útil muy por debajo de lo esperado. Podemos deducir que este material a presiones altas se comporta peor que otros materiales. La fatiga se produce por las continuas dilataciones que sufre durante las 24 horas, ya que por la mañana soporta presiones del orden de 6 bares y por la noche supera los 9 bares.

CASO 33:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Mayor nº 26 El Berro.****ANTECEDENTES.**

El 29 de diciembre de 2013 se procedió a buscar una posible fuga en el edificio horizontal de dúplex-apartamentos de la Calle Mayor nº26 de El Berro. No se encontró avería alguna en la red pública, pero si, en la red privada que va desde la válvula general hasta cada uno de los contadores. Después de mantener una reunión con los propietarios se procedió a la reparación de esa red interior.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

El edificio es de reciente construcción, exactamente del año 2005 y tiene una superficie total de 395 m² y cada vivienda es de 68 m². El edificio dispone de garaje bajo las viviendas.

El edificio está construido con pilares, pórticos y forjados de hormigón armado. Se desconoce la tipología exacta de la cimentación y sus dimensiones. El edificio está construido sobre un terraplén partiendo de una cimentación a cota -5m de la calzada de la calle donde tienen los accesos las viviendas.

SINDROMES EXISTENTES.

El muro de contención de la zona Noreste se ha colapsado, desatándose del resto de la estructura. Podemos decir que tiene un problema estructural grave que puede causar el colapso del muro de contención. La rampa de entrada al garaje ha sufrido importantes desperfectos, teniendo un socavón importante que indica que el muro se ha movido y las tierras se han desplazado.



Fotografía 509. Aberturas en la acera.



Fotografía 510. Socavón en la rampa de bajada al garaje.



Fotografía 511. Muro de contención superior de la rampa de bajada al garaje.



Fotografía 512. Muro de contención inferior de la rampa de bajada al garaje.



Fotografía 513. Collarín de latón averiado.



Fotografía 514. Collarín nuevo adecuado para ese tipo de instalación.

La avería estaba localizada en un collarín de latón de escasa calidad que se había fracturado. En algunos casos, el uso de elementos de latón de baja calidad supone grandes perjuicios económicos y la pérdida de volúmenes importantes de agua.

CONCLUSION.

1. Según se puede comprobar en este caso la avería de la red interna de abastecimiento no es la causante de los daños en la estructura del edificio, a todas luces es un problema subyacente en el montaje y posiblemente cálculo de los muros de contención.
2. El agua proveniente de la rotura ha colaborado a que los daños sean mayores pero no es el origen.
3. Se puede decir que el uso de material de baja calidad en el montaje de las redes, como en este caso el collarín de latón, supone un gran coste económico que nada tiene que ver, en proporción, con el ahorro que supone el uso de esas piezas.

CASO 34:**Población: Alhama de Murcia.****C/ La Perdiz nº 4****ANTECEDENTES.**

Realizamos la primera visita a la vivienda el 28 de enero de 2016, para inspeccionar y ver los daños que tenía la vivienda y reclamaba la propietaria y establecer una relación con posibles fugas de agua. Se realizó una campaña completa de búsqueda de fugas en las redes de abastecimiento y saneamiento durante al menos 2 semanas y no se localizó avería alguna.

Según manifiesta la vecina, hubo un problema en su vivienda cuando estaban construyendo el edificio que hay la parte de atrás, hará unos 4 ó 5 años. Al parecer, hubieron filtraciones de agua de lluvia por la obra de la parcela adyacente, mientras estaban en la fase de cimentación o estructura, que según indica provocaron daños en su cimentación.

El 11 de febrero de 2016, se volvió a visitar la vivienda en compañía del perito de la compañía de seguros del Servicio Municipal de Aguas.

El pasado 16 de marzo de 2016 se detectó una avería en una acometida en la fachada de la vivienda. Ese mismo día la avería quedó reparada.

El 25 de abril de 2016, en compañía de la Arquitecta Técnica Municipal, realizamos otra visita porque la propietaria de la vivienda había indicado que tras el hallazgo de la avería en la acometida de agua habían aparecido nuevas grietas y las existentes se habían pronunciado más.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de la calle La Perdiz nº 4 es un edificio actualmente de dos plantas sin sótano con forjado sanitario, destinado a vivienda unifamiliar, que dispone de una puerta de acceso y de garaje, dos balcones en la primera planta en línea con el forjado con puerta de doble hoja, como muestra la Fotografía 515. Esta edificación era una vivienda de una sola planta hasta el año 2002 que se realizó una elevación de planta, junto con una rehabilitación global de la vivienda.



Fotografía 515. Fachada Calle La perdiz 4.

La estructura original era con muros de carga. Luego en 2002 ejecutaron pilares de hormigón y metálicos, zunchos de hormigón armado y forjados unidireccionales de hormigón armado, para construir la planta alta de la vivienda. Se desconoce la totalidad tipología de la cimentación y sus dimensiones, nuestra visita del día 17 de marzo, se observó la cimentación del pilar que había cedido, que parecía escaso y sin estar apoyado sobre estrato firme:



Fotografía 516. Detalle de la cimentación del pilar con geometría irregular.

La antigüedad de la vivienda original es del año 1969, la construcción de la elevación de planta y la rehabilitación de la vivienda se realizó en 2002.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada, en su parte superior, con un mortero monocolor color tierra acabado en piedras pequeñas o gravín. Y en la parte baja, aproximadamente de 80 cm de altura, hay un zócalo con placas pétreas rectangulares, color claro.

SINDROMES EXISTENTES.

En la primera visita que realizamos se observó que hay grietas por casi toda la vivienda sobre todo en la planta alta. Parece que un pilar ha cedido hacia abajo y ha arrastrado a toda la estructura consigo de manera solidaria.

En nuestra segunda visita el 11 de febrero, se comprobó que la zona cercana al pilar se encontraba hueca, por lo que el perito de la compañía de seguros recomendó a la propietaria de la finca que debía hacer unas catas y cerciorarse de que la red interior de saneamiento estaba correctamente y no tenía ninguna avería.

Por lo que comprobamos, cuando cambiaron la red de saneamiento interior, la canalización va desde el aseo de la planta baja por el pasillo, pasa junto al pilar que ha descendido y atraviesa la cochera hasta la arqueta de saneamiento que han

construido en la acera. Por el centro de las viviendas discurría la red de saneamiento primitiva que tenían las tres viviendas, nº 4, 6 y 8, desde su construcción, aunque esta vivienda en particular se independizó de esa red y tiene una acometida propia. Sabemos que la red de saneamiento interior se ha cambiado pero no se pudo ver el estado de la misma, desconociéndose sí podría ser ésta la causante del descenso del pilar que ha generado la mayoría de patologías existentes en la vivienda. Si bien, en la habitación situada en la primera planta, en la que está situado el pilar en cuestión, se observaron en la parte baja del mismo humedades de color amarillento que nos indica que provienen casi con toda seguridad de una rotura de la red de saneamiento interior por el pigmento de la urea que provoca que las humedades sean de ese color amarillento tan característico.



Fotografía 517. Base del pilar con humedades.

Esta vivienda la ampliaron, según el proyecto que nos mostró el día de la visita con el perito de la compañía de seguros. Sin embargo, comprobamos que algunos pilares son metálicos y no de hormigón armado como indicaba el proyecto, siendo estos últimos más vulnerables a dilataciones y son susceptibles de generar ruidos y grietas en paramentos. Desconocemos las dimensiones de los refuerzos ejecutados ya que no se saben las dimensiones originales, ni tampoco conocemos exactamente que refuerzo se hizo de cimentación, pero por lo visto en la visita del 25 de abril, no se reforzó la cimentación primitiva que de por sí era muy simple y arcaica. Por lo tanto, se cargó a la cimentación primitiva con todo el

peso de una nueva planta superior, sin prever las consecuencias que ello podría acarrear.

Se observa la existencia de testigos de hace unos 4 ó 5 años, colocados en un episodio anterior de aparición de grietas y fisuras debido según nos comenta la propietaria, por una lluvias acaecidas durante el desarrollo de la obra que se hizo en la parcela adyacente en la fase de estructura. Al parecer las lluvias hicieron que el agua se filtrara por debajo de las viviendas provocando daños en las cimentaciones de las viviendas nº 4, 6 y 8 de esa calle. Por este incidente la perjudicada recibió indemnización pero no hizo obras de reparación alguna.

En la visita realizada el pasado 25 de abril, según se observó había realizado una cata en la habitación situada en la planta baja junto al muro de fachada y no se observó nada anormal, ni siquiera se veía el agua correr de la acometida averiada a pesar de estar justamente al lado. En el garaje realizaron una zanja para cambiar por completo la acometida de saneamiento, por lo que nos indican no se encontró agua en la excavación pero si restos de humedad. Han dejado la base de apoyo del marco del garaje descolgado por lo que no se puede practicar la puerta del garaje como solía. En el patio y en el salón de la planta baja hay humedades debidas a que parte de las paredes están a menor cota que el suelo de la calle trasera, y por la ausencia de impermeabilización de los muros, el agua de lluvia atraviesa las paredes y genera la aparición de las manchas.



Fotografía 518. Calicata realizada en habitación junto muro de fachada.



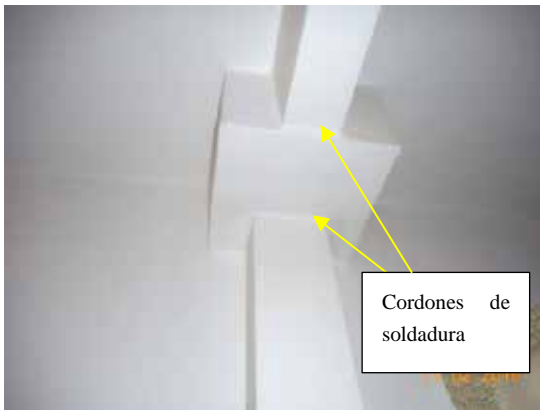
Fotografía 519. Zanja por donde instalaron la nueva red de saneamiento, se aprecia la ausencia de agua.



Fotografía 520. Base del marco de la puerta descalzado.



Fotografía 521. Humedades muy antiguas que provienen de la calle posterior.



Fotografía 522. Pilares y vigas metálicos.



Fotografía 523. No se puede determinar el tipo de pilar.

Las fisuras en la Fotografía 523 han marcado el tamaño del pilar y la viga, es probable que ambos sean metálicos y debido a las dilataciones con los cambios de temperatura, han podido fisurar el recubrimiento de yeso de la pared.



Fotografía 524. Fisuras en la juntas de los edificios.



Fotografía 525. Fisuras marcando las vigas.



Fotografía 526. Fisura junto a la puerta del garaje tomada 11/02/2016.



Fotografía 527. Misma fisura tomada 25/04/2016.

No se aprecian diferencias en las fisuras de la fachada, no se aprecian signos de movimiento alguno.



Fotografía 528. Testigo sin marcar en el pasillo junto pilar, tomada 11/02/2016.



Fotografía 529. Mismo testigo marcado levemente tomada 25/04/2016.

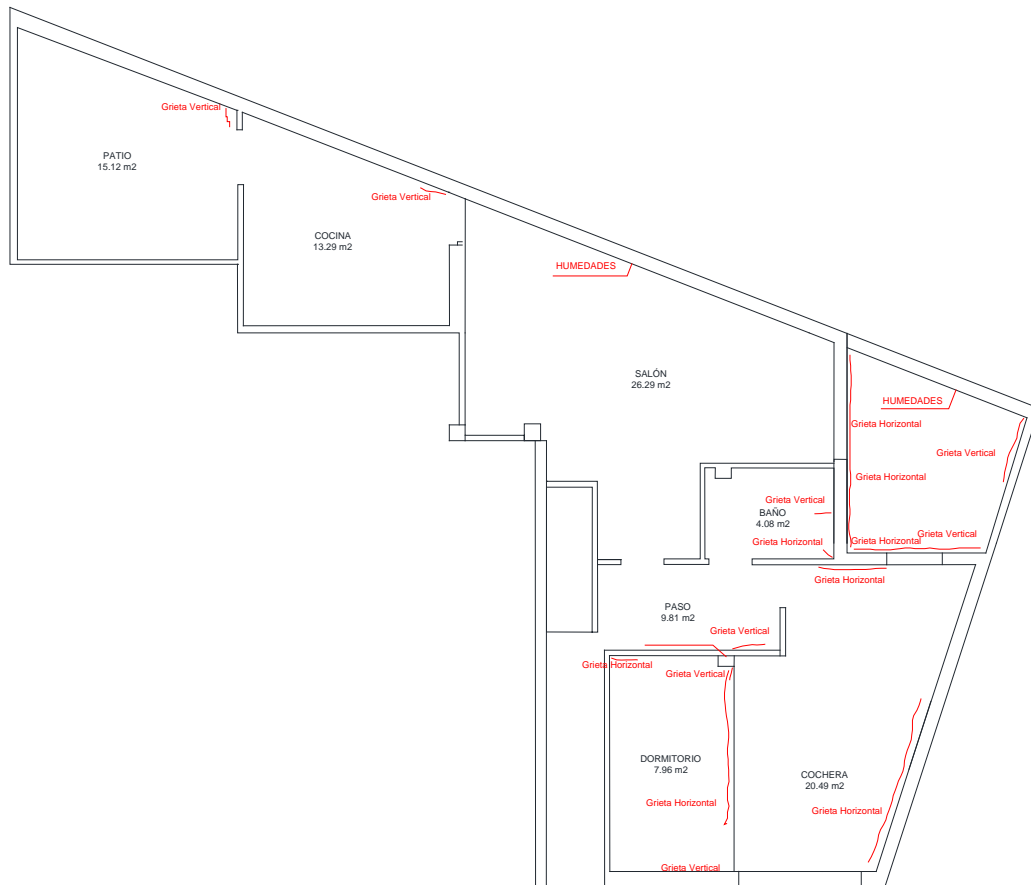


Fotografía 530. Junta abierta entre azulejos en el aseo planta baja, tomada 11/02/2016.



Fotografía 531. Misma junta que la separación se ha hecho mayor, tomada 25/04/2016.

Las cuatro fotografías anteriores muestran las únicas diferencias detectadas en cuanto a los daños en la planta baja, desde la primera visita realizada en 11 de febrero y la última el 25 de abril, el resto de dependencias de esa planta, presentan las mismas grietas y fisuras que había en la primera visita.



PLANTA BAJA. REFORMADA

Plano 2. Esquema general en planta de la vivienda reformada, donde se localizan las diferentes estancias. (Fuente: Elaboración propia)

En la planta superior tampoco se aprecian grandes diferencias entre la última visita y la anterior. Se comprueba que hay 3 testigos marcados de las fechas 27/01/16 y 17/03/16, sin embargo la totalidad de los testigos de hace 4 ó 5 años permanecen intactos. Algunas de las fechas de los testigos fueron alteradas, no sabemos con qué intención pero comparando los reportajes fotográficos se sabe qué fecha es la correcta.



Fotografía 532. Testigo en planta superior de hace 4 ó 5 años, tomada 11/02/2016.



Fotografía 533. Mismo testigo modificado, tomado 25/04/2016.



Fotografía 534. Testigos marcados, tomada 25/04/2016.



Fotografía 535. Marco de puerta girado, tomada 25/04/2016.

En el dormitorio 1 de la planta elevada, se aprecia que el marco de la puerta de doble hoja, ha girado hacia la zona deprimida donde se encuentra el pilar que ha descendido.

El dormitorio 2 que se encuentra junto a la anterior, se ha producido un colapso de los ladrillos que hay colocados sobre el marco de la puerta de acceso, motivado por el desplazamiento que ha sufrido esa zona del paramento con el descenso del pilar. Se ha desprendido el enlucido de yeso de la pared por fuera y por dentro de la habitación, a pesar de esto, los testigos de yeso no se han marcado en esa zona.



Fotografía 536. Recubrimiento de yeso desprendido, tomada 25/04/2016.



Fotografía 537. Recubrimiento de yeso desprendido por dentro de la habitación, tomada 25/04/2016.



Fotografía 538. Grieta que termina en el hueco de la puerta, tomada 25/04/2016.



Fotografía 539. Testigo fisurado y puerta descajada, tomada 25/04/2016.



Fotografía 540. Detalle marco puerta descajado, tomada 25/04/2016.



Fotografía 541. Grieta en la puerta del baño, tomada 25/04/2016.



Fotografía 542. Pequeña fisura en una pieza de gres, tomada 25/04/2016.



Fotografía 543. Junta desprendida, tomada 25/04/2016.



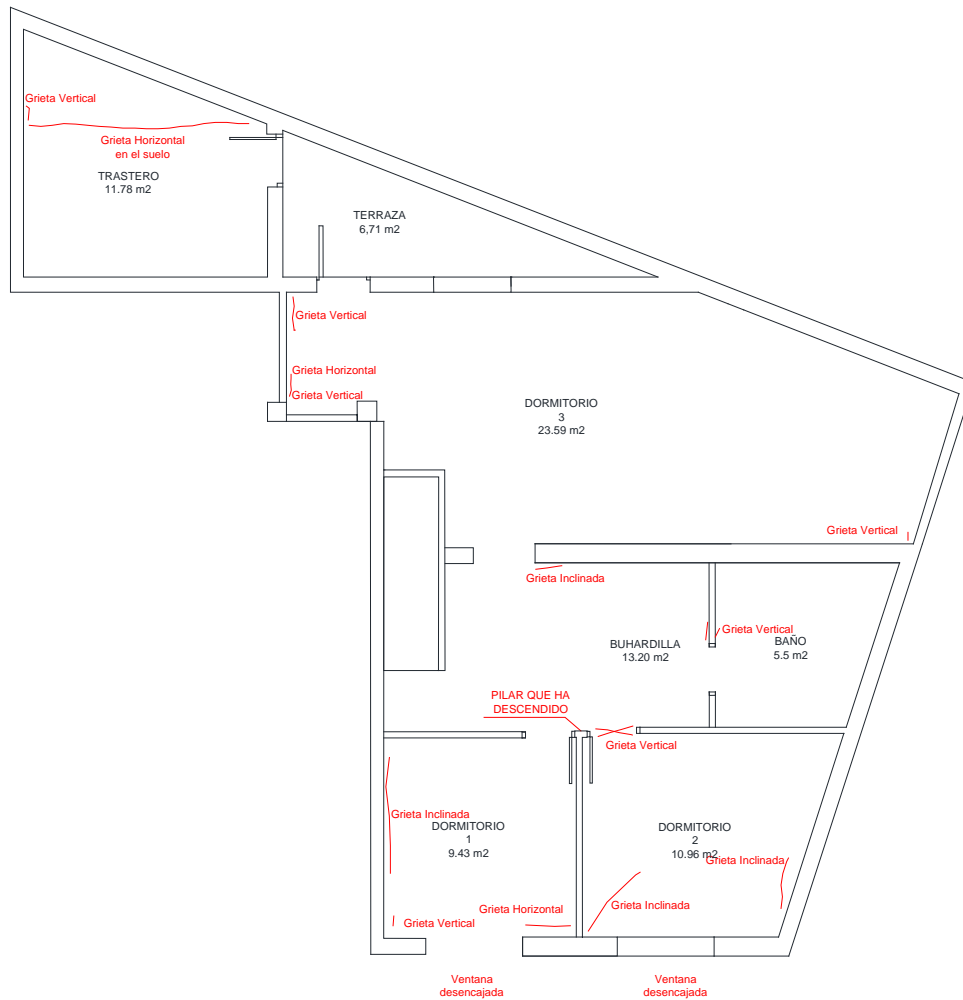
Fotografía 544. Fisura en el encuentro de los paramentos, tomada 25/04/2016.



Fotografía 545. Fisura vertical con testigos sin fisurar, tomada 25/04/2016.

En el dormitorio 3 las fisuras que hay son antiguas y carecen de importancia parecen producidas por dilataciones en los encuentros de los paramentos verticales.

Las grietas y fisuras situadas en el trastero y terraza de la planta elevada nos indican que la patología que las ha generado es muy diferente a la avería localizada en la fachada de la calle La Perdiz porque está a aproximadamente 10 metros y no hay continuidad en los daños desde esa fachada hasta esa zona. Parece que estas grietas han sido generadas por la interacción de la vivienda con el edificio colindante de reciente construcción.



PLANTA ALTA. ELEVADA

Plano 3. Esquema general en planta de la planta elevada reformada. Se reflejan los daños detectados. (Fuente: Elaboración propia).

CONCLUSION.

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Las grietas y fisuras que existen en la vivienda son algunas nuevas y otras antiguas, pero parecen provenientes de la misma patología. Se ha observado que cuando se hizo la elevación de planta no se pusieron los refuerzos de cimentación y estructura, tal y como indicaba el proyecto de ejecución. La cimentación no se modificó y la estructura se hizo metálica sobre la existente. La propietaria de la vivienda afirma que muchas de esas grietas aparecieron hace unos 4 ó 5 años coincidiendo con las obras del edificio que hay en la parte trasera de la vivienda. El motivo, según comenta, fue que con motivo de unas lluvias torrenciales el agua penetró a través de la excavación de la cimentación del edificio y perjudicó la cimentación de la vivienda, o mejor dicho su apoyo. También afirma que recibió indemnización por este suceso pero que no ha realizado obras para paliar esos efectos todavía. Por lo tanto, la cimentación sigue teniendo problemas graves de apoyo sobre el terreno.
2. Las redes públicas de abastecimiento y saneamiento fueron revisadas y no se detectó ninguna fuga hasta el día 16 de marzo que coincidiendo con las obras que estaban realizando en la vivienda apareció una justo en la fachada, al lado de donde habían realizado la excavación. El motivo de la avería pudo ser a consecuencia de las vibraciones y movimientos ejercidos para la apertura de zanjas. Si la avería hubiese estado entre 4 y 5 años, que es el periodo que ha pasado desde que aparecieron los primeros daños y la actualidad, los daños generados a la estructura hubiesen sido devastadores y hubiese colapsado por completo la estructura.
3. Cuando se cambió la red de saneamiento interior, no se nos avisó para ver cómo estaba la red y si ésta estaba provocando daños al pilar que a todas luces ha descendido. Tampoco han aportado información gráfica al respecto. Solo nos avisaron cuando la nueva red ya estaba enterrada. Durante la ejecución de esas zanjas no apareció agua sino que solo se apreció humedad.

4. Entre la primera visita y la última, los daños han variado muy poco y no estimamos que esto haya sido motivado por la rotura de la acometida de abastecimiento. Puede ser porque el edificio sigue moviéndose debido a que no está estabilizado.
5. Creemos que es necesario hacer una estabilización del pilar que está descendiendo y para ello habría que hacer una nueva zapata de grandes dimensiones sobre terreno firme. Una vez hecho esto habría que colocar testigos nuevos y fisurómetros y ver si el edificio se mueve. De todas formas, puede que la mejor solución sea recalzar la cimentación de toda la vivienda, que sin duda, era lo que se tenía que haber hecho cuando se elevó una planta superior. En definitiva, la patología causante parece ser un problema de cimentación y estructura de la vivienda.
6. Finalmente se procedió al recalce de la cimentación mediante inyecciones cementosas. Esto generó que se colapsase la red de saneamiento público de la zona, por lo que se puede afirmar que el problema que generó la patología subyacía en una filtración de la red de saneamiento interior.

CASO 35:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Acisclo Díaz 2 y 4****ANTECEDENTES.**

El día 10 de octubre de 2013, tras aviso de los vecinos de la calle Acisclo Díaz 2 y 4 que indicaron que estaban apareciendo fisuras en sus paramentos verticales, se detectó una avería en la acometida del nº2.

El día 14 de octubre se realizó visita a las dos viviendas afectadas, observando que el nº2 es la vivienda más afectadas con más fisuras, sobretodo en la zona que coincide con la zona donde se encontraba la avería. La vivienda del número 4 tenía muy pocos daños, consistentes en algunas fisuras leves y otras patologías antiguas que no tenían que ver con la avería de la acometida.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

El edificio es una división horizontal que tiene 10 inmuebles con una superficie construida total de 1.264 m², siendo de 124m² la de cada vivienda. Fue construido en el año 1987. El inmueble nº2 de la calle Acisclo Díaz, fue reformado en el año 2005. El edificio no dispone de sótano y la planta baja está a rasante con la calle. Tiene forjado sanitario.

El edificio tiene estructura mixta, está construido con muros de carga y con pilares, pórticos y forjados unidireccionales de hormigón armado. Se desconoce la tipología exacta de la cimentación y sus dimensiones.

SINDROMES EXISTENTES.

En las viviendas solo hay fisuras leves en los paramentos verticales.



Fotografía 546. Leve fisura inclinada en la planta baja.



Fotografía 547. Fisura en el dormitorio de la primera planta.



Fotografía 548. Leve fisura en la vivienda nº4.



Fotografía 549. Humedad por capilaridad junto a la puerta.

CONCLUSION.

1. Existe una relación de causalidad entre las fisuras de las viviendas y la rotura de la acometida de abastecimiento ya que las grietas son nuevas y aparecieron al mismo tiempo, coincidiendo con la detección de la avería.
2. La cimentación del edificio no sufrió daños porque la pronta intervención de los vecinos avisando de la aparición de las grietas llevó a la reparación de la fuga que existía en la acometida de PEAD PN16 PE100.
3. La edad de la acometida era de solo 26 años muy por debajo de la vida útil que se le supone a ese material que es de unos 50 años, sin embargo se

averió por fatiga y envejecimiento prematuro del material, posiblemente por la elevada presión que tiene la red.

CASO 36:**Población: Alhama de Murcia.****Avda. Ginés Campos, 34****ANTECEDENTES.**

El día 18 de enero de 2013, se produjo un hundimiento en una zona de acera de unos 10 metros y un socavón en la calzada de la vía de servicio de una de las arterias principales de circulación de la ciudad. De manera inmediata se comenzó a abrir una zanja para ver si había alguna red pública de abastecimiento o de saneamiento afectada.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

En este caso no hay edificaciones afectadas, solo hay instalaciones públicas.

SINDROMES EXISTENTES.

Rápidamente se descubrió que había mucha humedad en el terreno lo que hizo deducir la rotura de una red, posiblemente la de agua potable que según los planos de los que se disponían, pasaba por esa zona una conducción de fibrocemento de 80mm.



Fotografía 550. Debido a la calidad del terreno hubo dificultades a la hora de sacar el agua.



Fotografía 551. Corte del terreno.

Finalmente se encontró una avería en la tubería de fibrocemento. Se trataba de una fractura por envejecimiento de la conducción que tiene unos 35 años de

antigüedad. Al ser un material cementoso (amianto + cemento) y estando en contacto continuo con un medio acuoso, pierde su flexibilidad y elasticidad, y se fractura. Por nuestra experiencia la vida útil del fibrocemento es de 30 años.

El material con el que fue rellena la zanja cuando se instaló la red de agua potable eran antrópicos procedentes de obras de demolición o reforma de viviendas. Al producirse la avería en la conducción y tener ese tipo de rellenos, se producen asentamientos de consideración que provocan socavones y desperfectos en las aceras.



Fotografía 552. Debido a la calidad del terreno hubo dificultades a la hora de sacar el agua.



Fotografía 553. Conducción reparada.

CONCLUSION.

En base a lo anterior, diremos:

1. El relleno de zanjas con rellenos antrópicos provoca que los daños sean mayores cuando se produce una avería en una red.
2. Las conducciones de fibrocemento de más de 30 años han acabado su vida útil y por fatiga se acaban fracturando y provocando averías. Debido a un problema económico fundamentalmente, no se pueden abordar todas las obras necesarias para cambiar estas conducciones de las ciudades ya que la inversión necesaria es muy grande y no pueden financiar las obras los ayuntamientos.

CASO 37:**Población: Alhama de Murcia.****Las Cábilas de la Costera.****ANTECEDENTES.**

El día 4 de abril de 2014, se tuvo conocimiento de que había aparecido un socavón en la calzada del paraje conocido como las Cábilas de la Costera. Se realizó visita de inmediato y se vio que se había hecho una abertura en la calzada de un metro y medio de diámetro. La cavidad tenía unos 6 metros de diámetro.

Se había producido una fractura de la tubería de fibrocemento que discurre por la calzada, de diámetro 50mm.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Se ha producido daños a un aljibe que había justo al lado de donde se produjo la rotura. Dado el estado en que había quedado se tomó la determinación de demolerlo porque ya no se le daba uso. El aljibe tenía unos 50 años de antigüedad y servía para acumular agua de lluvia para abastecer a la vivienda de agua. Quedó en desuso cuando llegó la conducción de agua potable municipal a la zona que abastecía de manera continua y con garantías de salubridad a los habitantes del lugar.

El aljibe estaba construido con bolos irregulares con mortero y cal que los unía y que generaba una pared impermeabilizante.

SINDROMES EXISTENTES.

La fractura de la tubería había generado un arrastre de finos que vació el terreno en muy pocas horas. El carácter del terreno de la zona es fundamentalmente arcilloso.

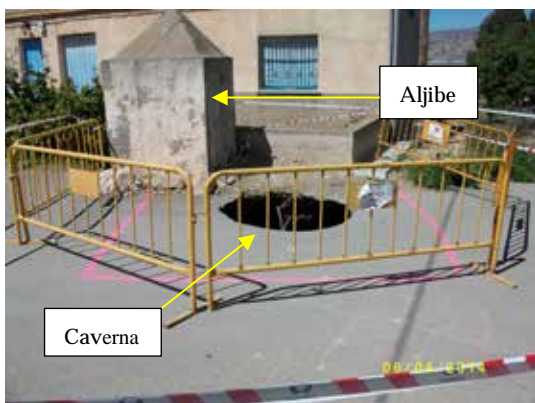


Fotografía 554. Tramo de la tubería que se fracturó cerca de una unión.



Fotografía 555. Detalle de la tubería.

La tubería de abastecimiento se instaló en el año 1978, por lo que tiene una antigüedad de 38 años. Ha superado su vida útil con creces.



Fotografía 556. Aspecto de la calzada afectada.



Fotografía 557. Conducción reparada.

Afortunadamente no hubo que lamentar daños personales ni accidentes de tráfico, porque había una peligrosidad muy alta de colapso de la calzada.



Fotografía 558. El lateral del aljibe resultó afectado.



Fotografía 559. Aljibe demolido.

CONCLUSION.

En base a lo anterior, diremos:

1. Una vez más las conducciones de fibrocemento de más de 30 años han acabado su vida útil y por fatiga se acaban fracturando y provocando averías y daños a la propiedad privada y pública, como en este caso.
2. En esa zona se alcanzan presiones cercanas a los 8 bar por la noche, lo que puede decirse que es una presión muy elevada para una tubería de distribución. Esta puede ser una causa que unida a la edad de la conducción provoca mayor frecuencia de averías.

CASO 38:**Población: Alhama de Murcia.****C/ San Antonio nº 9.****ANTECEDENTES.**

El pasado 8 de abril de 2014, se realizó visita a la vivienda sita en la calle San Antonio nº 9, para comprobar el estado de la edificación y poder comprobar de primera mano los supuestos daños creados, por la avería que hubo en la acometida domiciliaria de la red de abastecimiento frente a la fachada de la vivienda.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Se trata de una vivienda de una antigüedad aproximada de unos 60 años. Fue restaurada, según nos informa la propietaria en el año 2007, tanto interior como exteriormente.

Es una vivienda construida a base de muros de carga y forjados ejecutados con vigas continuas de madera. La vivienda carece de forjado sanitario y la planta baja está situada a rasante de la línea de calle. La calle tiene pendiente muy inclinada hacia el Sur. La cubierta de la vivienda fue restaurada y está ejecutada a dos aguas con tejas mixtas.

El inmueble tiene una entrada principal, a la derecha la puerta de la cochera y a la izquierda un ventanal. En la planta superior hay un balcón flanqueado a ambos lados con sendos ventanales. La fachada está terminada con un mortero monocapa raspado y en la parte inferior con un zócalo pétreo con piezas con relieve regulares, de altura variable en función de la pendiente de la calle.



Fotografía 560. Fachada del inmueble.

SINDROMES EXISTENTES.

En el interior de la vivienda se observan síntomas inequívocos de que en los paramentos verticales hay restos de humedad con eflorescencias. La humedad proviene, probablemente, del terreno ya que está en contacto directo con los paramentos y cimentación, sí la tiene. Casi con toda seguridad, la humedad se ha transmitido por capilaridad y evaporación del agua que contiene el terreno al no poseer de forjado sanitario con la correspondiente cámara de aire, que podría aislar el primer forjado y los paramentos verticales de la planta baja.



Fotografía 561. Detalle del voladizo de la balconera.



Fotografía 562. Grietas antiguas junto a las vigas de madera.

En el balcón se observa que debido a una inadecuada aplicación del revestimiento de la fachada con monocapa raspado, se ha fracturado coincidiendo con el forjado, motivado seguramente por la dilatación que ha provocado el agua de lluvia que se ha infiltrado y con la dilatación y contracción ha creado las grietas.



Fotografía 563. Juntas entre bóvedas y paramentos verticales.



Fotografía 564. Detalle de la grieta previamente reparada.

En el resto de la vivienda se observan grietas que han sido repintadas con anterioridad, hace años, y se han vuelto a fracturar, sin duda se deben a patologías diferentes a las que presupone la reclamante, ya que la avería no coincide en el tiempo con estas patologías.



Fotografía 565. Paramentos verticales afectados por humedad por capilaridad.



Fotografía 566. Zona repintada y reamaestrada con humedad con eflorescencias.

En la gran parte de esa zona de la planta baja se observa que se ha repintado en numerosas ocasiones e incluso en algunas partes, han sido las paredes enlucidas de nuevo.



Fotografía 567. Rincón de la vivienda con desprendimientos de la capa de enlucido.



Fotografía 568. Desconchado provocado por humedad por capilaridad.

CONCLUSION.

1. Se considera que no existe relación directa entre los daños que se reclaman y la avería que hubo en la calzada, en la red de abastecimiento, por los motivos expuestos anteriormente, además al estar la edificación en una calle con un pendiente muy pronunciada y el agua hubiese ido siguiendo la pendiente de forma natural y siguiendo las leyes de la física, por lo que resulta imposible desde el punto de vista técnico, que el agua hubiese ido en otra dirección.
2. Por otro lado la antigüedad de las humedades no coinciden en el tiempo con la aparición de la avería lo que no permite establecer una relación de causalidad, las humedades aparecieron hace años y la avería fue hace unos días.

CASO 39:**Población: Alhama de Murcia.****C/ San Francisco Javier nº 9.****ANTECEDENTES.**

El pasado 13 de enero de 2014, apareció un socavón de unos 60mm de profundidad máxima, en la calle San Francisco Javier a la altura del número 9. Se realizó visita para investigar sobre los motivos que podían haber causado los daños.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

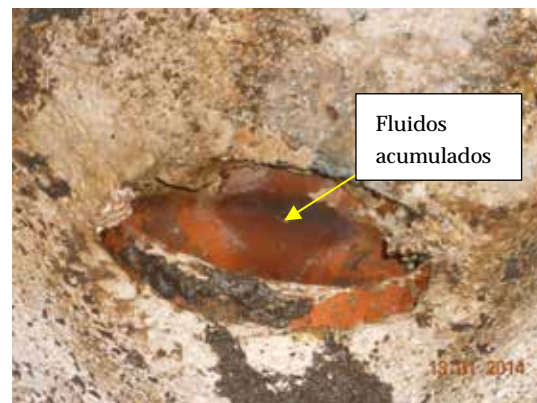
En esta ocasión no hubo inmuebles afectados, solo la calzada que sufrió un hundimiento.

SINDROMES EXISTENTES.

Analizada la red de saneamiento se descubre que el tubo de PVC de la acometida se ha desprendido del cuerpo de la arqueta y se ha descolgado provocando que los fluido que por el circulan no vayan a la red general, sino que se acumulan en el terreno por debajo de la arqueta.



Fotografía 569. Tubería descolgada de la boca de la arqueta de saneamiento.



Fotografía 570. El tubo cuando entra en carga provoca que los fluidos salgan de la arqueta.

CONCLUSION.

Hay relación directa entre el descolgamiento de la tubería de la acometida de saneamiento y el socavón que se generó en la calzada. Los motivos de este descolgamiento son básicamente:

1. El PVC y el mortero no son materiales adecuados para unirse ya que el primero tiene las paredes muy lisas y el mortero no agarra correctamente.
2. Las compactaciones de las zanjas son determinantes para evitar que se produzcan movimientos indeseados en las conducciones, en especial, las de Saneamiento. Se deben rellenar con zahorras artificiales ZA25, compactadas en tongadas de 20 cm humedeciéndolas con agua.

CASO 40:**Población: Alhama de Murcia.****C/ Mayor nº 21, El Berro.**

ANTECEDENTES.

El pasado 25 de abril de 2014, se realizó visita en una vivienda donde habían aparecido humedades en el muro de contención del sótano.

Se realizó una campaña de búsqueda de fugas por la zona y no se encontró ninguna avería.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación es una vivienda con tres alturas, donde la más baja es el sótano, que tiene uso de cochera. La vivienda está construida a los pies de un terraplén, teniendo la última planta la altura de la rasante de la calle superior.

Es una vivienda construida con estructura de hormigón armado a base de pilares y forjados unidireccionales. Se desconoce la tipología de la cimentación y sus dimensiones.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan humedades por capilaridad tanto en el muro de mampostería como en los pilares y vigas de hormigón armado. Se conoce que los muros de mampostería son muy propensos a acumular agua y a la aparición de eflorescencias que se generan por la evaporación del agua absorbida por capilaridad, debido al contenido de sales minerales de la misma sobre todo, carbonato cálcico y sulfato de calcio. Esta patología se la conoce como humedades de sótano y se definen:” *las debidas a procesos patológicos de infiltración de agua a través de la envolvente inferior del edificio*”. (Lozano et al, 2005).



Fotografía 571. Humedades por capilaridad.



Fotografía 572. Viga de hormigón con eflorescencias.

CONCLUSION.

La patología observada no tiene que ver con la avería de ninguna de las redes públicas, ya que se comprobaron todas y no se halló fuga. Estas humedades por capilaridad son debidas a filtraciones de agua de lluvia a través del muro del sótano de mampostería. Parece evidente que no impermeabilizaron correctamente ese muro para evitar la aparición de esas humedades. En episodios lluviosos, las emanaciones de agua y las manchas serán más importantes y visibles.

CASO 41:**Población: Navalmoral de la Mata (Cáceres).****C/ Puerto Piqueras 2A.****ANTECEDENTES.**

El pasado 28 de abril de 2014, sobre las 4:30 horas se produjo una avería en la C/ Puerto Piqueras a la altura del número 2 A. La conducción general que discurría por esa calle de fibrocemento de diámetro 80mm, había sufrido una fractura cercenando por completo la conducción. Se cortó el agua de la conducción principal para más tarde reparar, sustituyendo la conducción de fibrocemento por otra de PVCØ90 unido con juntas Gibault.

Durante la reparación de la conducción se recibió aviso del presidente de la comunidad del edificio colindante con la avería que tenía el hueco del ascensor totalmente inundado de agua. Se conoce que el agua se había filtrado a través del terreno y la cimentación del edificio y había emanado en el hueco del ascensor que es punto más bajo, registrable y visible.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

El edificio tiene 4 plantas y da a cuatro calles, tiene un total de 20 viviendas, cinco por planta, y 16 plazas de garaje en la planta baja. No dispone de sótano ni forjado sanitario. La planta baja está a nivel de la rasante de la calle. Es una construcción del año 1979.

Es una vivienda construida con estructura de hormigón armado a base de pilares y forjados unidireccionales. Se desconoce la tipología de la cimentación y sus dimensiones.

SINDROMES EXISTENTES.

No se apreciaron daños en la estructura del edificio ni ningún indicio que nos indicase que se pudieran producir. Sin duda, la rapidez en la reparación de la tubería averiada y la solidez del terreno de la zona, que es muy rocoso; han impedido que se produzcan daños en la cimentación de la edificación.

Los únicos daños a la edificación fueron las humedades aparecidas en los garajes y la inundación del hueco del ascensor.

CONCLUSION.

1. No hay daños estructurales en el edificio, solo humedades generadas por el agua que se ha filtrado a través del terreno. Al ser el terreno subyacente de roca el agua se ha desplazado con mayor facilidad. Debido a la solidez de ese suelo rocoso en el que se apoya la cimentación del edificio, no se ha producido lavado de finos y por lo tanto no se ha movido la estructura.
2. Existe una relación de causalidad entre las humedades aparecidas en el edificio y la rotura de la conducción general pública de fibrocemento de la calle. En este caso la tubería de fibrocemento tenía una antigüedad aproximada de 35 años, por lo que su vida útil ha finalizado y es de esperar que se produzcan nuevas averías en la zona por la noche que es cuando más presión alcanza la red.
3. A pesar de que el agua brotaba por el hueco del ascensor no se realizó ningún análisis del agua ya que esta parecía limpia y clara y dejó de manar cuando se reparó la avería de la calle. Era por lo tanto agua de la red de abastecimiento.

CASO 42:**Población: Alguazas (Murcia).****C/ de la Rosa nº10.****ANTECEDENTES.**

El pasado 20 de mayo de 2015, tras recibir aviso del propietario de la vivienda de la calle de la Rosa 10 de Alguazas, se realizó visita a ese edificio ya que nos indicó que había realizado una cata en una de sus habitaciones cercanas a la fachada y había encontrado abundante agua brotando del subsuelo.

De manera inmediata se procedió a la inspección mediante geófono de la red de abastecimiento de la zona y se descubrió que existía una pequeña rotura en una acometida que no tenía uso y que antes le daba suministro a esa vivienda.

Una vez reparada la avería, el agua de la calicata del interior de la vivienda dejó a brotar y transcurridas unas dos horas, fue absorbida por el terreno.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

El edificio número 10 tiene 2 plantas y hace esquina con la calle Saavedra Fajardo, en ambas plantas son viviendas independientes. No dispone de sótano ni forjado sanitario.

La planta baja está a nivel de la rasante de la calle, aunque por lo se ha averiguado y se aprecia en las fotografías, la vivienda estaba por debajo todavía más de la rasante de la calle y elevaron el solado colocando bovedillas y sobre ellas un nuevo solado. Al parecer el motivo fue las humedades que tenía la vivienda por supuestas pérdidas en la acequia que hay al final de la misma calle.

Es una construcción del año 1968, en inicio la edificación era de una sola planta. En el año 1976 se construyó la segunda planta sobre la primera y existe un proyecto constructivo al respecto. En el año 1992 se reformaron las dos viviendas.



Fotografía 573. Fachada del número 10.

La parte más antigua de la vivienda está construida a base de muros de carga. Cuando se levantó la segunda planta se hizo, según indica el proyecto, reforzando la cimentación colocando zapatas más grandes. Luego sobre estas colocaron pilares de hormigón y vigas metálicas para luego colocar los forjados unidireccionales con viguetas de hormigón y bovedillas.

SINDROMES EXISTENTES.

En la primera visita, el mismo día de la reparación de la avería, se observaron daños en las edificaciones de los números 8 y 10 de la calle de la Rosa.

La vivienda nº 8 solo tiene leves fisuras en la fachada y alguna en la habitación más próxima a la fachada.



Fotografía 574. Fisuras en la fachada.



Fotografía 575. Daños en la habitación junto al muro de fachada.



Fotografía 576. Calicata en la habitación más cercana a la fachada.



Fotografía 577. Detalle de la calicata.



Fotografía 578. Humedades por capilaridad antiguas.



Fotografía 579. Fisura inclinada en el hueco de la puerta que indica asiento diferencial.



Fotografía 580. Zona con solado diferente.



Fotografía 581. Humedades y azocalo alicatado.

La vivienda tiene problemas de humedades por patologías diferentes a la producida por la rotura de la acometida de abastecimiento. Los zócalos alicatados de los paramentos verticales son para disimular las humedades.



Fotografía 582. Fisuras en las escaleras de subida a la planta superior.



Fotografía 583. Fisuras junto a un pilar.



Fotografía 584. Colapso parcial del enlucido de la viga y el pilar.



Fotografía 585. Grietas en el solado.



Fotografía 586. Grietas en el baño de la primera planta.



Fotografía 587. Grietas de 10mm en el alicatado.



Fotografía 588. Humedades en el techo síntoma de existencia de alguna filtración de la cubierta.



Fotografía 589. El marco de la puerta ha descendido unos 3 mm, en la cocina.



Fotografía 590. Desprendimiento de la pintura motivado por el exceso de humedad.



Fotografía 591. Humedad por capilaridad.

En la planta baja en la habitación más alejada de la fachada y por ende de la avería, hay restos evidentes de humedad como se aprecia en las fotografías anteriores lo que ratifica la teoría de que hay una patología antigua cuyo origen es la humedad excesiva del terreno que asciende por capilaridad a los paramentos verticales de la vivienda porque no existe un forjado sanitario adecuado.

En la primera planta, en función de las grietas y fisuras existentes, se puede afirmar que el edificio ha girado hacia la calle, síntoma inequívoco que la cimentación ha cedido en la zona de la avería, debido al lavado de finos que se ha producido, que ha provocado que se haya descalzado la cimentación. También se aprecia en los detalles constructivos de la primera planta que la ejecución de esa planta no se realizó de manera correcta siendo muchos de los daños aparecidos ahora, previos a la avería.

CONCLUSION.

Por lo expuesto podemos afirmar:

1. La rotura de la acometida de abastecimiento de polietileno de alta densidad provocó que se generase un lavado de finos que descalzó la cimentación, pero también es cierto que la vivienda tenía patologías anteriores con respecto a humedades por capilaridad. Se puede afirmar que la responsabilidad de los daños es compartida, sin que se pueda determinar en qué proporción lo son.

2. La acometida que se averió, tenía una antigüedad de unos 15 años, por lo que acabó su vida útil mucho antes de los 50 años que se supone que debía durar. En este caso las presiones en la zona no superan los 4 bar, presión que está muy por debajo de la presión nominal de la tubería que era PN10.
3. No se realizó análisis del agua porque dejó de brotar en el momento que se reparó la acometida de abastecimiento, por lo que se puede establecer una relación de causalidad entre la avería y el agua que aparecía en el interior de la vivienda.
4. La rotura se produjo en una acometida que estaba sin uso, lo que nos indica el riesgo de ese tipo de instalaciones que no tienen utilidad alguna y que pueden generar perjuicios económicos importantes. Lo mejor en estos casos es anular esa tubería, que fue lo que se hizo tras descubrir la avería.

CASO 43:**Población: Alhama de Murcia.****Los Carrascos 6-28.****ANTECEDENTES.**

El 11 de noviembre de 2015 se reparó una avería en la acometida de Polietileno AD de diámetro $\frac{3}{4}$ ", en el lateral de la vivienda sita en Los Carrascos junto a la entrada a su cochera. La acometida tenía un pinchazo, típico de este tipo de material, que cuando llega al final de su vida útil muestra esa patología. La acometida fue sustituida en su totalidad por una nueva del mismo diámetro de PEAD PN16 PE100 de uso alimentario.

El día 4 de diciembre se procedió a ejecutar una calicata junto a la tubería general cerca de un árbol frente a la vivienda para comprobar que no existía avería en la zona ni presencia de humedades que nos hicieran sospechar de otra fuga.

El mismo día de la primera reparación se procedió, a hacer una primera inspección de los daños exteriores, que al parecer, habían sido generados en la edificación por la rotura de la acometida. El propietario había colocado testigos de yeso en la fachada y en el interior de la vivienda que se habían fracturado y se le indicó que colocase otros.

Se han realizado, en esta ocasión, cuatro visitas al lugar: la primera el 11 de noviembre de 2015, la segunda el 30 de noviembre, la tercera el 4 de diciembre y la cuarta el 10 de diciembre junto con los Arquitectos técnicos municipales.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

La edificación de los Carrascos 6-28 es un edificio de una sola planta sin sótano ni forjado sanitario, que dispone de una puerta de acceso que da a la carretera RM603, con 2 ventanales y puerta de cochera, como muestra la Fotografía 592. En el lateral izquierdo de la vivienda, hay otra puerta de acceso a otra cochera que tiene en el fondo del edificio, como se puede ver en la Fotografía 593. La vivienda consta de varias naves que suponemos que se han ido añadiendo con el paso de los años.



Fotografía 592. Fachada a la RM603.



Fotografía 593. Lateral de la vivienda donde está instalado el contador de agua potable.

La estructura está ejecutada con pilares y forjados unidireccionales de hormigón armado. Según nos indica el propietario de la vivienda, que fue quien la construyó, la cimentación fue ejecutada a base de bolos o mampostas, grava y mortero de cemento sin armado de acero. La antigüedad de la vivienda es de unos 40 años.

La tabiquería de la vivienda es de ladrillo hueco, así como la fachada está terminada, en su parte superior, con un mortero monocolor color crema acabado en piedras pequeñas o gravín. Y en la parte baja, aproximadamente de 80 cm de

altura, hay un zócalo empedrado que en la fachada principal tiene relieve y en el lateral es con piedras lisas de un tono marrón. El porche está cerrado con un murete de unos 60 cm donde se apoya una barandilla balaustrada prefabricada de hormigón armado de 75x10 color crema, disponiendo de una puerta metálica de acceso.

En los DORMITORIOS 1, 2 y 3, como se puede ver en el Croquis de la vivienda, hay armarios empotrados ejecutados con ladrillo hueco simple.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan numerosas fisuras y grietas en la fachada lateral, coincidiendo la zona donde se encuentra la acometida de agua potable y el contador. Las grietas son horizontales en los puntos más cercanos a la avería y verticales ligeramente oblicuas en los más alejados, indicando un movimiento o giro del edificio.

En el interior se observan, grietas oblicuas en los paramentos verticales, grietas horizontales y verticales. En algunas dependencias de la casa como en el DORMITORIO 1, se aprecian descensos en toda la superficie de entre 3 y 9 mm del solado de manera progresiva conforme nos acercamos a la zona donde está situado el contador. Hay que destacar que la mayoría de grietas son nuevas. Las grietas se conoce que son nuevas porque no tienen suciedad en su interior y se aprecia una fractura reciente.

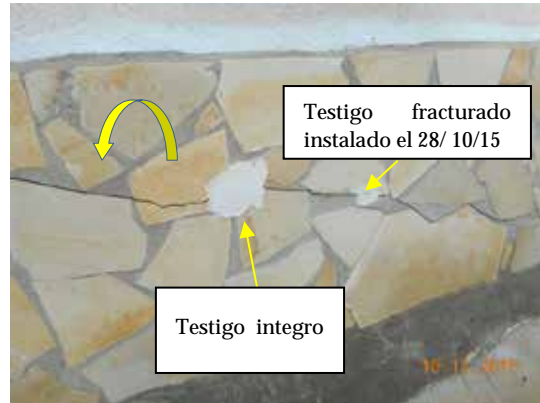
Se aprecia en una pared del pasillo, junto a la cocina, que hay síntomas claros de humedades procedentes del tejado que han abombado la pintura.

El dintel de la puerta que da acceso al patio está descolgado, pero esta patología es antigua y no tiene que ver con el objeto de este informe. El motivo del descolgamiento es posiblemente que se ha movido la nave principal de la vivienda y la nave del trastero-cochera del fondo.

También se aprecian algunas grietas verticales antiguas en los paramentos verticales del trastero y del patio. Existen humedades por capilaridad antiguas en prácticamente todas las estancias de la casa.



Fotografía 594. Fisuras que coinciden con el hueco de la cajera del contador.



Fotografía 595. Testigos instalados en el zócalo de la fachada en diferentes fechas.

Las grietas y fisuras han aparecido coincidiendo con el lugar donde está situado el armario del contador que fue donde se produjo la acometida de abastecimiento. Fueron colocados testigos el 28 de octubre de 2015 por primera vez y muchos de ellos se han fracturado, sin embargo, los instalados en segunda instancia el 18 de noviembre de 2015 no han sufrido daño alguno.

Se aprecia gran cantidad de humedad en la parte baja de la fachada lateral, síntoma claro de que por capilaridad ha subido el agua que el suelo todavía contiene.



Fotografía 596. Grieta oblicua en el pasillo que accede al baño.



Fotografía 597. Continuación de la grieta de la Fotografía anterior que llega a la puerta del Dormitorio 2.

Al no tener una cimentación homogénea y solidaria el edificio, y al haber quedado supuestamente la cimentación descolgada por un supuesto lavado de finos, se ha producido un descenso desigual en los paramentos verticales que ha generado la aparición generalizada de fisuras y grietas. Si hubiese tenido la vivienda una estructura más rígida los daños serían mayores.



Fotografía 598. Testigo intacto entre las puertas de los Dormitorios 1 y 2.



Fotografía 599. Se aprecia en el rodapié el descenso generalizado del solado del dormitorio 1.

En la Fotografía 599 se observa que han colocado un regle que para que esté a nivel han tenido que utilizar el mango de una espátula, lo que nos muestra la inclinación que ha tomado el solado del dormitorio 1 hacia la zona donde se encuentra la acometida y el contador de agua.



Fotografía 600. Hueco que ha quedado entre el suelo y el rodapié.



Fotografía 601. Rodapiés con diferencia de cotas que parecen anteriores.

Los daños por humedades son muy anteriores a la avería y son provocados posiblemente por humedades por capilaridad que han subido del terreno.



Fotografía 602. Fisura que termina en el hueco de la ventana.



Fotografía 603. Fisura reciente que nace en el encuentro de los dos paramentos.



Fotografía 604. Fisuras en el dormitorio 1.



Fotografía 605. El tabique del armario empotrado se ha separado unos 12mm de la pared que da al pasillo en el dormitorio 1.



Fotografía 606. Fisuras en el dormitorio 2.



Fotografía 607. Fisuras en la pared izquierda del dormitorio 2.



Fotografía 608. Fisuras en la parte superior izquierda del dormitorio 2.



Fotografía 609. Fisura en el pasillo entre la puerta del dormitorio 2 y el pasillo que va al baño.



Fotografía 610. Fisura encima del marco de la puerta del dormitorio 3 (matrimonio).



Fotografía 611. Fisura al otro extremo del marco de la Fotografía 610. Fisura encima del marco de la puerta del dormitorio 3 (matrimonio).



Fotografía 612. Esquina superior derecha del dormitorio 3 sin fisuras.



Fotografía 613. Fisura en el encuentro de dos paramentos.



Fotografía 614. Humedades por capilaridad en las partes bajas de los paramentos verticales del dormitorio 3.



Fotografía 615. El armario empotrado del dormitorio 3 tiene sus tabiques desplazados considerablemente.



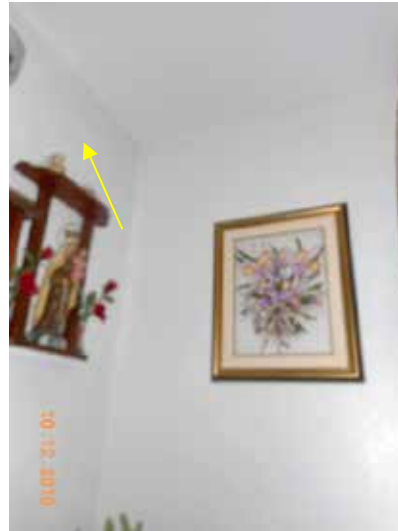
Fotografía 616. Testigo sin fracturar en el pasillo.



Fotografía 617. Leve fisura en el Salón.

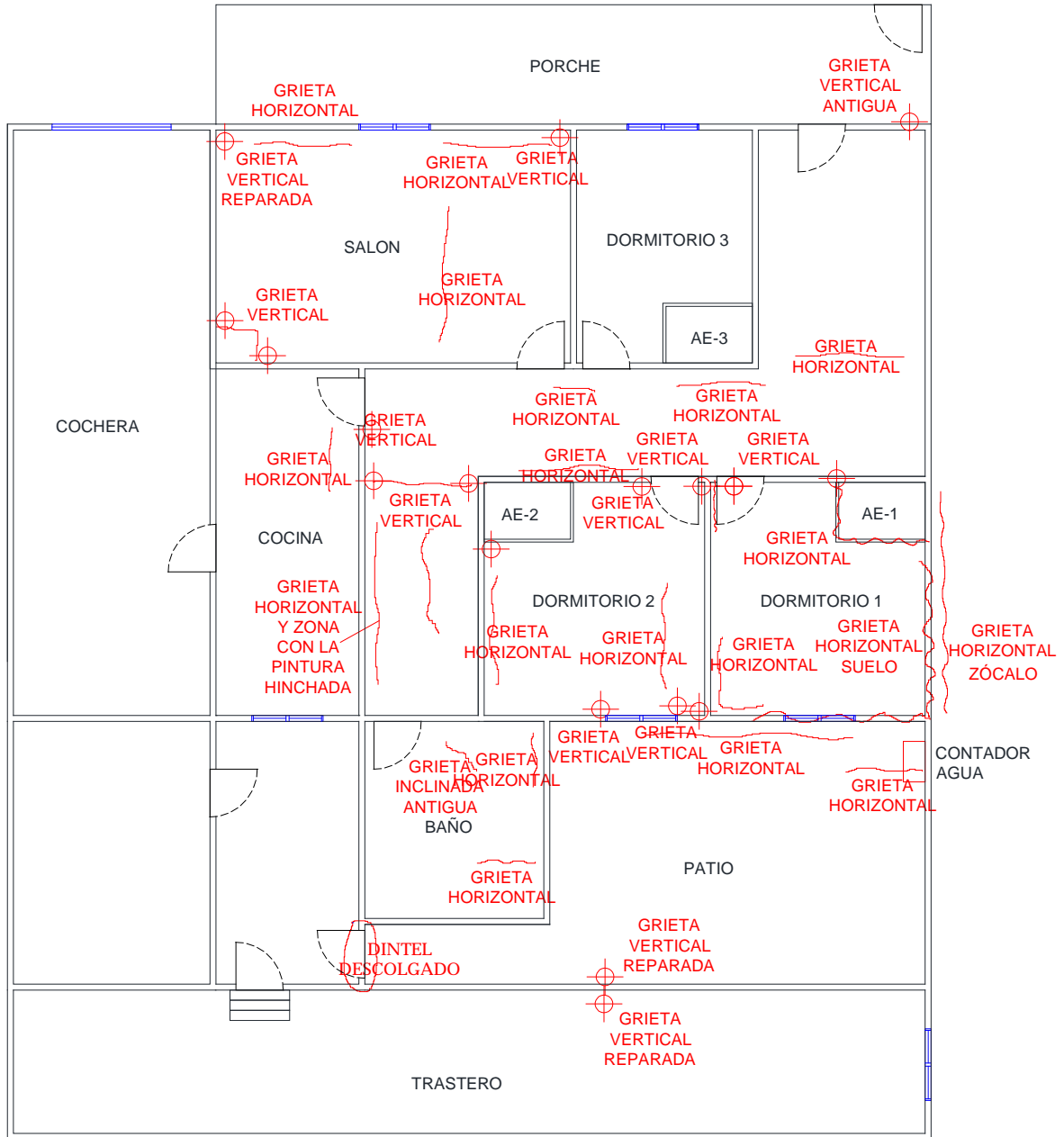


Fotografía 618. Se aprecian humedades en una de las esquinas del salón, proveniente de agua que viene del tejado.



Fotografía 619. Leve fisura en la esquina izquierda del salón.

Se realizó un estudio geotécnico y una tomografía eléctrica capacitiva. El estudio geotécnico se hizo mediante 2 ensayos dinámicos DSPH que arrojaron que el terreno tenía una consistencia baja pudiéndose descartar que se había producido lavado de finos hasta 2,40 a 2,8 m. A partir de esa profundidad el terreno tiene consistencia media-alta, llegando al rechazo sobre los 3 m, posiblemente el estrato sea de roca. La tomografía mostro que en la zona donde se produjo la avería había mucha agua por su baja resistividad y también nos indicó que a unos 15 ó 20m había otra zona de baja resistividad, que tras la correspondiente investigación, se descubrió que era otra avería, esta vez en la red general de fibrocemento de diámetro 60mm.



Plano 4. Esquema general en planta de la edificación. (Fuente: Elaboración propia)

CONCLUSION.

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Que las grietas aparecidas tienen como origen posiblemente, la rotura de la acometida domiciliaria de la vivienda, ya que existe coincidencia en el tiempo con los daños aparecidos y su tipología. La rotura produjo un lavado de finos realizándose un asiento del terreno, que hizo que el edificio girase hacia la zona deprimida.
2. La estructura del edificio ha sufrido daños, pero las afecciones no revisten la gravedad suficiente para considerar el edificio inseguro o inestable. Al parecer el movimiento del edificio se ha detenido, en base a lo observado en los testigos de yeso colocados el 18/11/2015.
3. Consideramos conveniente que para estabilizar definitivamente y paliar la patología generada por la avería, se puede realizar una zapata corrida en la zona deprimida en la fachada lateral en la zona donde está colocado el contador.
4. El edificio tiene daños por humedades por capilaridad que no tienen relación con la rotura de la red de abastecimiento. También hay humedades por recales que vienen del tejado.
5. En el estudio geotécnico del terreno, se detectó otra avería en la red general, que hasta la fecha no se había descubierto. La tomografía eléctrica a parte de indicarnos las características del terreno por debajo de la superficie nos indica de manera clara otras fugas en las redes de agua, pudiendo ser una alternativa hasta ahora no planteada para casos en los que la apertura de calicatas no sea posible, por ejemplo en los centros históricos de las ciudades donde existen restos arqueológicos.

CASO 44:**Población: Molina de Segura (Murcia).****C/ Paraíso nº 29****ANTECEDENTES.**

El 13 de julio de 2012 en una vivienda sita en la Calle Paraíso en el nº 29, se empezaron a ver la aparición repentina de grietas y fisuras en los paramentos verticales, así como oír ruidos nocturnos y crujidos que no dejaban descansar a sus moradores. Pasaron algunos días y al observar que los daños iban a más se avisó a la empresa municipal de aguas para que realizase una inspección de las redes públicas para tratar de encontrar el origen de la patología que estaba generando esos daños en la edificación.

El 17 de julio, se detectó una avería en la acometida domiciliaria de la vivienda. La avería de la tubería de polietileno, consistía en una grieta longitudinal de poco tamaño. La acometida fue sustituida en su totalidad por una nueva del mismo diámetro de PEAD PN16 PE100 de uso alimentario. Al parecer la acometida se había fisurado, síntoma recurrente de fatiga en un material que llevaba instalado unos 10 años y que según el fabricante su vida útil puede llegar a ser superior a 50 años.

El 19 de julio de 2012 se encarga un estudio mediante GEORRADAR para analizar el subsuelo junto a la vivienda. Esta prueba arroja la presencia de un núcleo importante de agua acumulada bajo la zona donde se localizó la avería.

El 9 de agosto se conocen los demás datos del informe geotécnico que nos complementan los datos para saber exactamente sobre la consistencia y características geotécnicas del terreno que hay bajo y junto a la vivienda. En este estudio geotécnico se incluye una tomografía eléctrica que indica resistividad muy baja (mucho humedad) en 2 formas: una primera muy superficial a 1m aproximadamente y otra entre 3 y 4 m en forma de bolsa que es donde se supone que se acumuló el agua de la avería. Eso había generado la disminución de la capacidad portante del terreno que el ensayo dinámico DSPH indicó que hasta una profundidad de 7,2 a 8,4 m la consistencia era muy blanda. A partir de esa cota era terreno rocoso muy duro.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Está situado en una calle en pendiente y tiene dos plantas sobre rasante, con la planta baja destinada a cochera y vivienda, y la primera solo a vivienda. La cubierta es transitible y tiene un trastero.

La estructura del edificio es mixta, según el proyecto de construcción sus pilares son de hormigón armado H-175 kg/cm² y la armadura de acero 4200 kg/cm² y las vigas son perfiles metálicos IPN e distintos cantos sobre los cuales se apoya un formado de viguetas resistentes de 20cm.

La cimentación está ejecutada con zapatas de hormigón armado arriostradas en dos direcciones de 1m de canto y dimensiones 1,2 x1m, sobre una base de hormigón ciclópeo de 35cm de espesor. Según parece encima de esta cimentación ejecutaron una losa de cimentación en masa sin armado, sobre las zapatas y unido a los pilares de manera solidaria y firme.

La fachada está ejecutada con mortero monocapa raspado en la parte inferior con un zócalo pétreo de 80 cm de altura y ladrillo a cara vista en la planta superior.

La tabiquería interior de la vivienda es de ladrillo hueco, la carpintería es de madera y aluminio.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observan numerosas fisuras y grietas de manera generalizada en los paramentos verticales de las viviendas, desprendimientos de alicatados en zonas puntuales y despegue y pérdida de adherencia en otras por el movimiento que ha sufrido el edificio. En el solado hay desniveles importantes que pueden llegar a ser peligrosos. Las grietas se aprecian que son recientes ya que no tienen telarañas en su interior y parecen fracturas nuevas por el color blanco que no ha dado tiempo a que se deposite la suciedad.

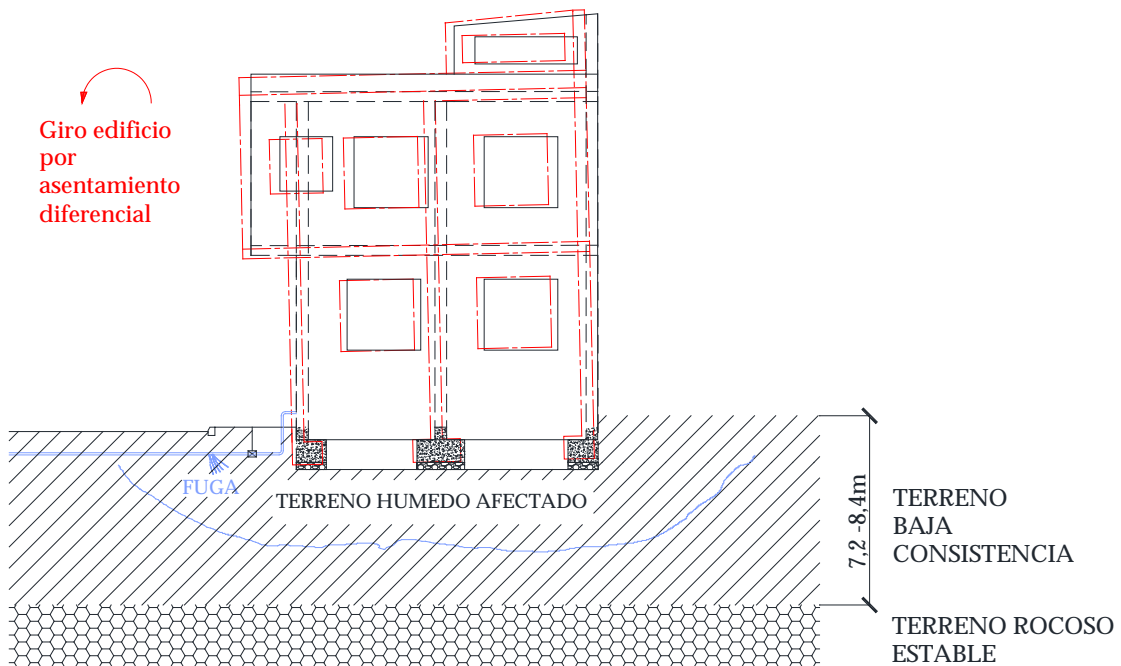
En el exterior hay desprendimientos parciales en el aplacado pétreo del zócalo de la fachada y grietas en paramentos externos.

En las carpinterías de madera y aluminio, hay descuadres generalizados que en algunos casos han llegado a la impracticabilidad.

Observando las aberturas de las grietas se puede afirmar que el edificio se ha movido aproximadamente entre 6 y 7 cm, de hecho el 9 de agosto se realizó una plomada y se ratificaron esos valores.

El edificio consta de dos plantas y cada una de ellas está habilitada como vivienda. En la planta superior es donde más grietas han aparecido y son de mayor tamaño. Por precaución, se decidió desalojar esa planta y no habitarla hasta que no se rehabilitara la cimentación, aunque no parecía que la seguridad estructural de la vivienda corra peligro de colapso o derrumbe.

Según los datos arrojados por el estudio geotécnico en su ensayo dinámico DSPH, el método que se considera más adecuado para reforzar la cimentación y estabilizar el edificio es mediante la instalación de micropilotes.



Plano 5. Sección del alzado de la edificación donde se muestra el asiento experimental.

(Fuente: Elaboración propia)

CONCLUSION.

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Los daños aparecidos en el edificio son debidos a la rotura de la acometida de abastecimiento pública ya que coinciden en el tiempo la aparición de los daños y la avería. Para hacer tal afirmación nos hemos basado en los resultados arrojados por el estudio geotécnico y a través de la tomografía eléctrica que nos indican ambos la presencia de importantes cantidades de agua en el subsuelo bajo y cerca de la vivienda que coinciden con la zona de la avería. Esa agua ha provocado un lavado de finos que ha descolgado la cimentación y ha hecho que se genere un asiento diferencial con un giro con base la fachada de parte de la estructura del edificio.
2. La estructura del edificio al ser mixta se ha comportado mejor que si fuese hiperestática, como lo son las actuales de hormigón armado al completo. Este es un caso claro de estructura isostática ya que sus uniones no son rígidas, por lo que cuando se deforma la estructura una parte de esa deformación no se transmite hacia sus demás elementos. Como inconveniente, la estructura no compensa esas deformaciones pudiendo provocar su colapso.
3. El origen de la patología estudiada fue, de nuevo, una rotura en una red de polietileno de alta densidad PEAD que se ha fatigado posiblemente por problemas de sobrepresión antes de lo esperado, ya que solo tenía unos 10 años de antigüedad.

CASO 45:**Población: Molina de Segura (Murcia).****P.I. La Estrella, C/ Europa****ANTECEDENTES.**

Desde finales de 2012, algunos vecinos del polígono industrial empezaron a notar la aparición de grietas y fisuras en sus naves industriales y también el agrietamiento del muro de contención que sujeta las tierras donde están afincadas sus naves.

El 29 de agosto de 2013 se recibe llamada de que una zona donde se asientan 10 naves están apareciendo manchas de humedad. Estas son intermitentes, aparecen por el día y desaparecen por la noche por evaporación. En primera instancia parece un problema en la red de saneamiento general público. Se realizó por parte del servicio municipal una inspección de las redes de abastecimiento en el mes de agosto y de saneamiento mediante cámara TV en el mes de octubre, no encontrando fuga alguna.

En la zona se habían producido con anterioridad dos averías en la red de abastecimiento, la primera fue el 9/01/2013: avería en acometida de PEAD de 1" con pendiente contraria a la situación de las naves afectadas y la segunda fue el 22/07/2013: avería por fractura de un collarín en la red general de PEAD de 90mm de diámetro.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

Las naves tienen estructuras metálicas y están cerradas con placas de hormigón prefabricadas. Su cimentación es con zapatas arriostradas y se desconocen sus dimensiones.

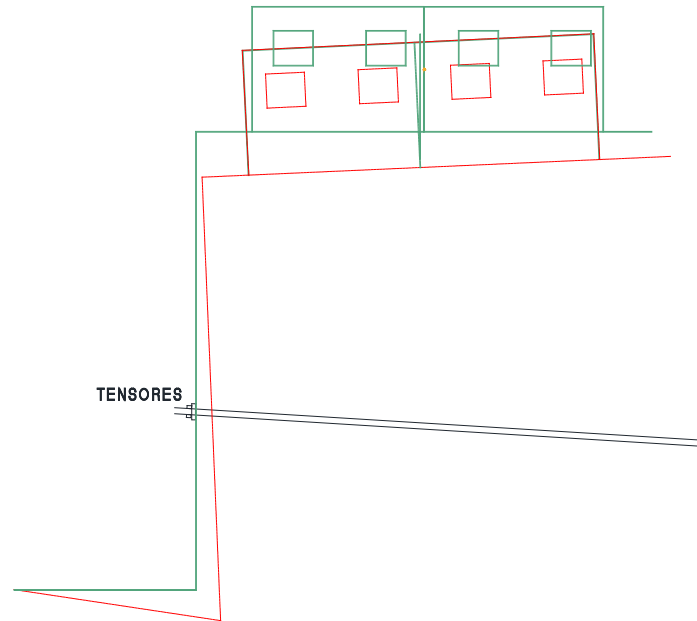
El muro de contención es de hormigón armado y se observa que ha sido reforzado con unos tirantes metálicos atados a terreno firme para evitar su vuelco. Se desconoce la tipología y dimensiones de la cimentación.

SINDROMES EXISTENTES.

Aunque las averías de abastecimiento eran aguas abajo de las naves que tienen daños, se puede dar el caso y está documentado científicamente, de que si existe un terreno en el subsuelo muy impermeable, el agua puede coger nivel, como si fuese un embalse y provocar un lavado de finos por un fenómeno parecido a la sufusión, que afecte a la cimentación de las naves y al muro de contención que tienen serios daños estructurales.

El muro de contención ha sufrido daños debido a un cálculo incorrecto o mal dimensionamiento o incluso mala ejecución. Para solucionar esos problemas han hecho anclajes con tensores a terreno firme para evitar el vuelco. De cualquier forma el muro tiene serios problemas de estabilidad ya que su base ha descendido más de 10 cm, que es una evidencia de no estar apoyado sobre suelo firme.

Las grietas o aberturas que tiene el muro de contención son de consideración graves, incluso se observa el colapso de los armados de acero corrugado, debido posiblemente a un exceso de tensión. Los rellenos que se usaron para elevar esas calles no fueron los más adecuados, ya que eran procedentes de los movimientos de tierras de la zona y de escombros antrópicos desechos de construcción. Por esto, es posible que su poca consistencia y estabilidad provoquen tensiones muy altas para el muro que este no puede atender. En este tipo de casos la aportación de agua al terreno supone un serio peligro de asiento. Cualquier fuga en las redes de saneamiento, abastecimiento o pluviales tanto en el interior como en el exterior de las naves, puede ser fatal para la estabilidad de un suelo que de por sí es muy inestable.



**Plano 6. Sección del alzado del muro de contención sobre el que están
construidas las naves. (Fuente: Elaboración propia)**

CONCLUSION.

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. El desplazamiento del muro ha hecho que se moviese todo el terreno donde se asientan las naves provocando grietas y fisuras con carácter generalizado, siendo más importantes en las zonas en las que el muro más se movió y tiene mayores daños.
2. Aunque las averías fuesen aguas abajo de las naves, se puede dar el caso que si el terreno que hay en las capas inferiores del subsuelo es muy impermeable, el agua puede coger cota o nivel, como si fuese un embalse y provocar un lavado de finos que afecte a la cimentación de las naves y al muro de contención. Parece un caso de responsabilidad compartida, por un

lado están las averías de las redes de abastecimiento y por otro la defectuosa construcción y montaje del muro de contención.

3. En esta ocasión, la fractura del collarín en la red general de PEADØ90, fue la avería que entendemos que ha influenciado más en esta patología por la cantidad de agua que se puede perder en un corto periodo de tiempo.

CASO 46:**Población: Alhama de Murcia.****Los Ventorrillos de la Costera.****ANTECEDENTES.**

El 3 de octubre de 2011 se reparó una avería en la acometida de Polietileno de Alta densidad de diámetro $\frac{3}{4}$ ", justo en la fachada ESTE del colegio situado en los Ventorrillos en la Costera. La avería de la acometida era una fractura longitudinal con síntomas de sobrepresión, esta fue instalada hace unos 18 años.

El día 4 de octubre por indicación de los técnicos municipales se desalojó el edificio y se procedió a apuntalar el muro de carga de la fachada que estaba girando hacia la calle. Las obras de estabilización de la cimentación comenzaron de inmediato.

DESCRIPCION DEL INMUEBLE Y DE SU ESTRUCTURA.

El colegio de los Ventorrillos en es un edificio de unos 60 años de antigüedad aproximadamente que se construyó a base de muros de carga. La cimentación era prácticamente inexistente. Consistía en un murete de unos 30 cm de canto a base de mampostas sobre el que se apoyaba el muro de carga.



Fotografía 620. Fachada principal.

Las vigas son de madera y sobre estas se apoyan unos chamizos de caña que son los que soportan las tejas de la cubierta.

La tabiquería del colegio está ejecutada con muros de mampostería de unos 60cm de espesor.

SINDROMES EXISTENTES.

Se observaron sobre todo en los muros de carga adyacentes a la fachada principal, grietas de hasta 15mm inclinadas un ángulo de unos 45°, lo que indicaba el giro que había realizado el edificio por asiento diferencial de la cimentación.

En el interior del colegio se observaron grietas de diversa consideración pero no se apreció ningún indicio de que la seguridad estructural del edificio corriese peligro.



Fotografía 621. Zona más afectada.



Fotografía 622. Testigos instalado el 4/10/2011.

El testigo instalado el día 4 de octubre no se fracturó, lo que indica que tras la reparación de la avería el edificio se ha detenido.



Fotografía 623. Grieta por fuera del armario de fábrica de ladrillo.



Fotografía 624. Grietas en la zona más cercana a la avería.



Fotografía 625. Fisuras en el hueco de la puerta de entrada.



Fotografía 626. Grieta al fondo del armario empotrado.



Fotografía 627. Fachada apuntalada para evitar mayores asentamientos.



Fotografía 628. Grietas inclinadas 45°.

Se aprecia que los muros de carga están realizados con mampostería unida con mortero de cal.



Fotografía 629. Lugar de la avería.



Fotografía 630. Zapata corrida en la esquina.

No se realizó estudio geotécnico ya que los daños estaban muy claros y relacionados con el origen de la patología.

CONCLUSION.

Según lo expuesto anteriormente, consideramos:

1. Existe relación de causalidad entre la avería de la acometida de abastecimiento ya que el movimiento del edificio se detuvo justo después de la reparación.
2. Una vez más la rotura de una acometida de PEAD ha generado daños a bienes públicos y ha provocado el desalojo de un colegio.
3. La vida útil de la conducción de PEAD instalado en esa zona, por lo que hemos comprobado, como media es de 10 a 12 años, supuestamente debido a la sobrepresión nocturna existente.

V ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS.

5.1. GRAFICOS.

5.2. ESTUDIO DE CORRELACION.

5.3. DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

V. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS.

Analizados los casos y definidas las variables de toma de datos, ahora se realizará un análisis estadístico que nos ayudará a extraer la máxima información posible de los datos recopilados. Luego se analizarán y discutirán esos resultados, para que finalmente nos permitan llegar a las conclusiones finales de nuestro trabajo.

Con el propósito de poder definir con la máxima resolución cada caso, se eligieron las siguientes variables para la toma de información:

Municipio del caso, Dirección, Tipo de Cimentación de la edificación, Descripción del terreno, Disponibilidad de Estudio Geotécnico, Identificación del daño, Responsabilidad del Servicio Municipal, Análisis del agua, Origen del agua que provoca la patología, Fecha de detección de la avería, Tipo de red averiada, Diámetro de la red averiada, Material de la red, Presión nominal, Instalación de Testigos, Fecha de colocación de testigos, Número de viviendas afectadas, Reclamación de daños RC, Valoración de los daños, Tipo de reparación y Observaciones.

De este conjunto de variables se ha hecho una selección para poder hacer un estudio estadístico mediante el programa de IBM SPSS. De esta forma, con esta aplicación informática de gran utilidad y uso en investigaciones científicas, podremos hacer un análisis descriptivo en profundidad y conocer, entre otros: frecuencias, análisis descriptivo, tablas de contingencia, correlación entre variables, regresión, etc... Además genera un amplio abanico de gráficos de representación de variables a partir de datos tomados o calculados a través de los existentes (Lizasoain y Joaristi, 2003).

5.1. GRÁFICOS.

Sabiendo que uno de los objetivos principales de este trabajo de investigación es saber que causalidad existe entre las fugas en redes de abastecimiento y saneamiento, y los daños provocados a viviendas, resulta ineludible el estudio de los casos de nuestra muestra, en función del origen del fluido.



Gráfico 1. Se aprecia que predominan las averías en las redes de abastecimiento. (Fuente: Elaboración propia)

En un 80% de los casos, los daños son causados por roturas o averías en las redes de abastecimiento, que comparado con las redes de saneamiento con 13% de casuística supone una diferencia muy importante entre las dos redes a estudio.

Debido a que las averías como se ha estudiado en capítulos anteriores pueden suceder, tanto en dominio público, como en el privado, debemos de analizar también en qué medidas suceden en ambos.



Gráfico 2. Se producen casi todas las averías en dominio público. (Fuente: Elaboración propia)

Solo un 10% de los casos han sido averías en redes interiores, sin embargo, debemos de ver el efecto que tuvieron sobre las edificaciones, para saber de qué forma afectaron y qué importancia tuvieron, porque los daños son más directos que los producidos por redes públicas que generalmente discurren por la calzada, por su proximidad.

También se puede realizar una diferenciación del lugar donde se ha generado la avería, en función del elemento de la red donde se ha producido y su tipología.

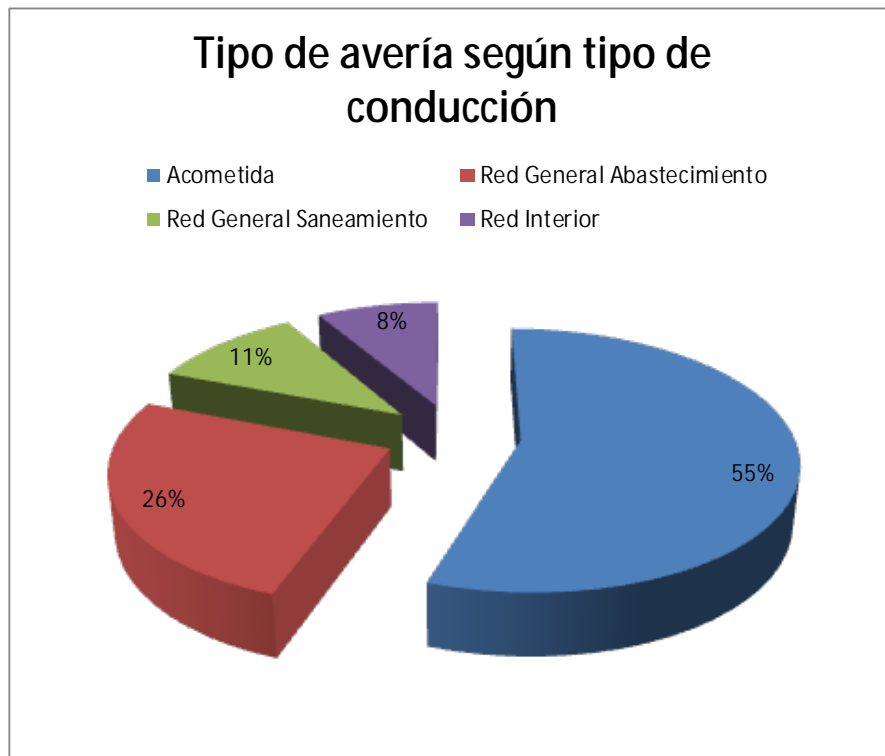


Gráfico 3. La incidencia de averías en las acometidas es mayor que en el resto en su conjunto. (Fuente: Elaboración propia)

El 55% de las averías se producen en las acometidas ya sean de las redes de abastecimiento o de saneamiento. Sin embargo el 26%, se producen en la red general o de distribución de abastecimiento.

Siguiendo con las relaciones existentes de las averías con las conducciones, se deben también estudiar en función del material por el que están fabricadas.

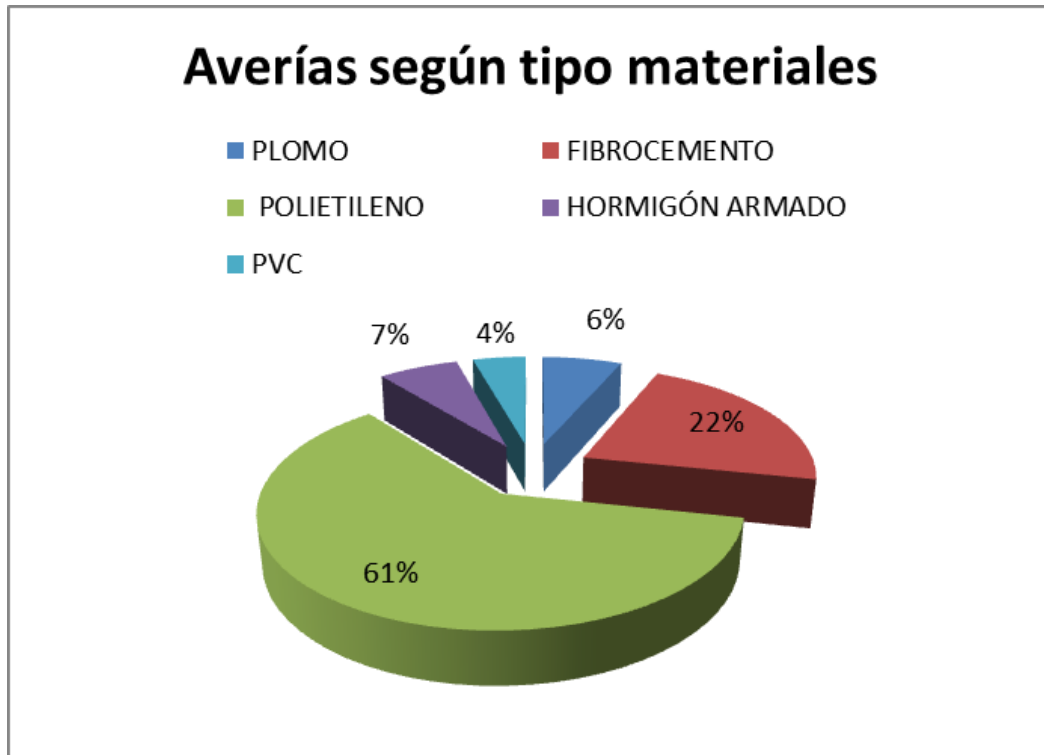


Gráfico 4. Predominan las averías en el Polietileno contra los materiales más antiguos como son el Fibrocemento y el Plomo. (Fuente: Elaboración propia)

El 61% de las averías se producen en conducciones de Polietileno lo que no deja de ser paradójico, ya que es un material de nueva generación y se le supone mayor durabilidad que otros materiales ya obsoletos, como el Plomo y el Fibrocemento. En el 22% de los casos estudiados las averías se producen en Fibrocemento, en tercer lugar se encuentran las conducciones de Plomo. El orden de las frecuencias de las averías en función de los materiales es inverso, con respecto a su antigüedad. El Plomo es el material más antiguo con edades superiores a 40 años, el Fibrocemento tiene entre 25 y 35 años, y el Polietileno menos de 25 años.

En los casos estudiados donde se produjeron averías en las conducciones de abastecimiento, será necesario el estudio en función del material en el que está fabricada la red y la presión de servicio, para analizar posibles relaciones entre ellas.

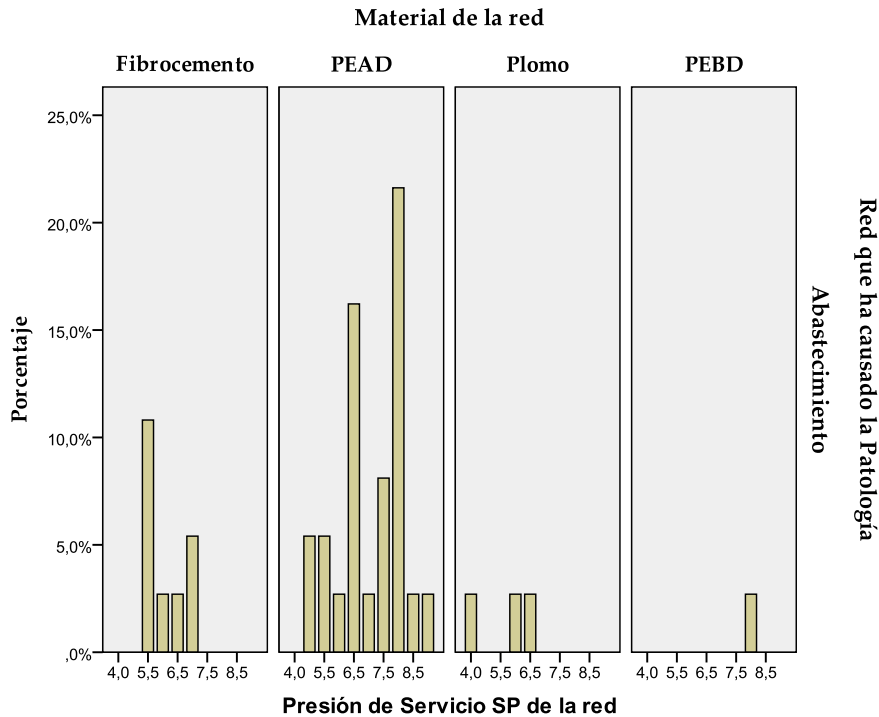


Gráfico 5. Averías producidas en función del material y la presión de servicio.

(Fuente: Elaboración propia)

Para el caso del Fibro cemento se observa que las averías se produjeron entre 5,5 y 6,5 bar, teniendo más repeticiones en 5,5 bar. En el PEAD, las averías se produjeron entre 5 y 9 bar, concentrándose la mayoría de casos a partir de 6,5 bar. En el Plomo las averías se produjeron a presiones superiores a 4 bar con reparto de frecuencias y en PEBD solo hubo un caso a 8 bar.

La tipología de las cimentaciones es una de las variables que se escogió para su estudio, dado que se observó que las afecciones en las edificaciones eran diferentes en función del tipo de cimentación que tenían y su antigüedad.

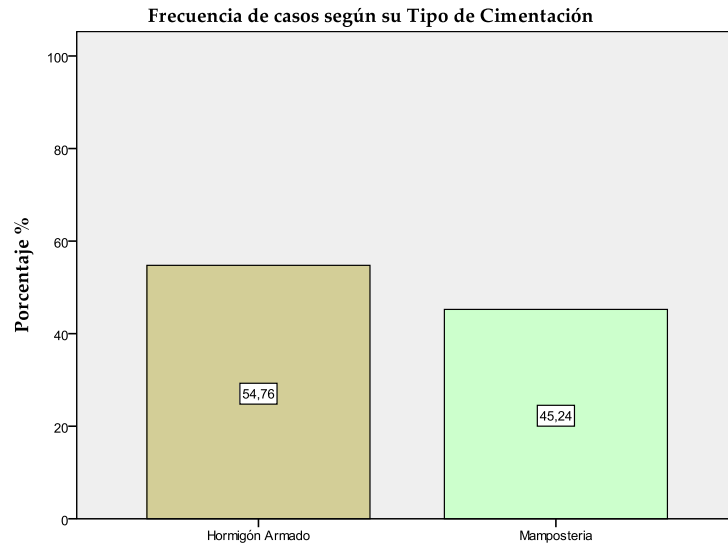


Gráfico 6. Distribución de casos de la muestra en función del tipo de cimentación. (Fuente: Elaboración propia).

En la muestra seleccionada hay un reparto de casos muy similar en función de si la cimentación es de Hormigón Armado (54,76%), o si es más antigua, realizada con piedras con mampuestos y sillarejos de arenisca, unidos con mortero o barro (45,24%). Analizando los costes de reparación que han tenido en función del tipo de cimentación, obtendremos en qué casos se comporta mejor la estructura ante la rotura de una red de abastecimiento o saneamiento.

Coste de reparación en función del tipo de Cimentación del edificio

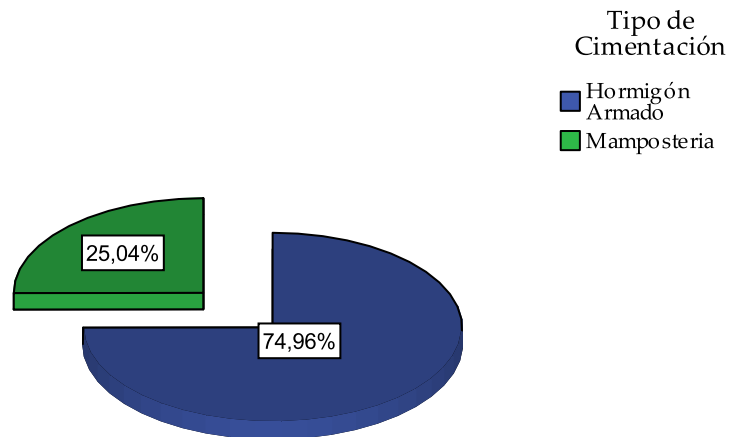


Gráfico 7. Distribución de costes de reparación según el tipo de cimentación.

(Fuente: Elaboración propia)

El 74,96% de los costes de reparación de la muestra estudiada corresponden a edificaciones que disponían de cimentación a base de Hormigón Armado, frente al 25,04% que correspondieron a las que lo estaban a base de Mampostería.

No podemos obviar un elemento imprescindible a la hora de analizar las repercusiones de las roturas de conducciones sobre las edificaciones, dejando al margen la tipología de su cimentación, estudiando ahora los casos en función del tipo de terreno sobre el que se apoyaban.

Costes de reparación en función del tipo de terreno

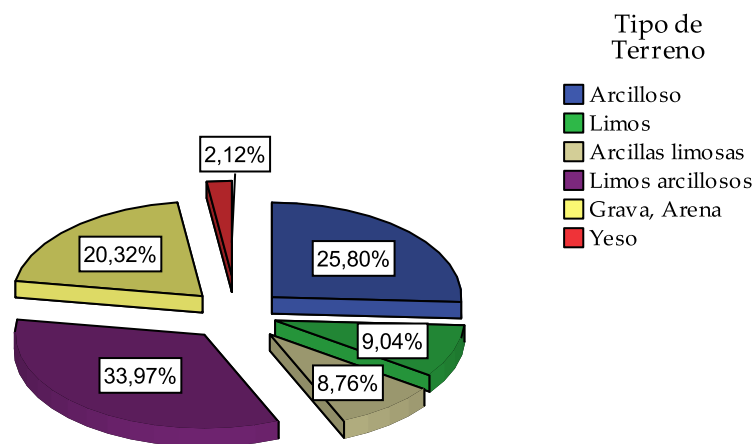


Gráfico 8. Distribución de costes de reparación según el tipo de terreno.

(Fuente: Elaboración propia)

Los costes de reparación son mayores y tienen mayor incidencia (33,97%) en terrenos Limosos arcillosos, seguidos muy de cerca (25,8 %) por los Arcillosos.

También parece pertinente, el estudio de los costes en función del método reconstructivo o de rehabilitación de la edificación utilizado. Con ello sabremos que método es el más usado y el que tiene más costes asociados.

Coste de reparación en función del metodo usado

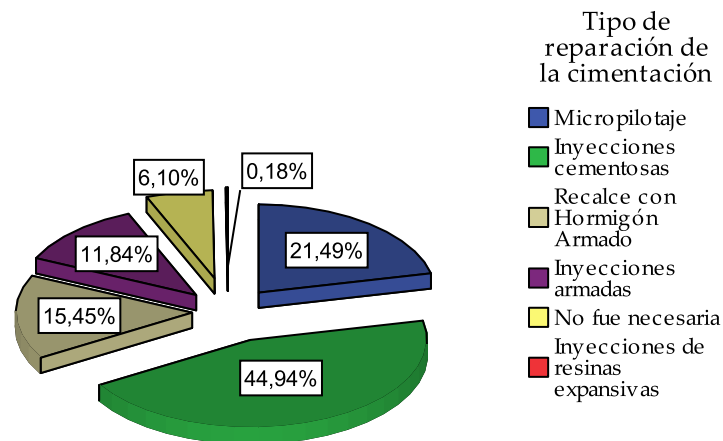


Gráfico 9. Distribución de costes de reparación según el tipo. (Fuente: Elaboración propia)

El método más utilizado para la rehabilitación de la cimentación fue el recalce o recrecido de cimentación con hormigón armado, con un 28,3% de los casos, teniendo unos costes totales que suponen el 15,45% del total. Sin embargo el 44,94% de los costes totales corresponden a reparaciones con inyecciones cementosas siendo usadas en un 13% de los casos. Las reparaciones con micropilotes suponen un coste del 21,49% del total y solo supusieron un 10,9% de los casos.

Dado que en las edificaciones se producen daños, no solo generados por las redes de abastecimiento y saneamiento, sino que están expuestas a otras acciones, debemos de poder separar las patologías en función de sus orígenes, para evitar que la valoración de los daños sea inexacta y se incluyan los que existían previamente. De la muestra estudiada un 60,9% de los casos tenían patologías anteriores que generaron daños previos y que cuando se produjo la avería de la conducción, se agravaron. El 78,6% de los propietarios de las edificaciones afectadas, intentaron imputar daños previos e incluirlos en las valoraciones de daños por las redes.

5.2. ESTUDIO DE CORRELACIÓN.

Se pretende analizar, si entre dos variables existe alguna relación y si podemos predecir el valor de una en función de otra. Las variables pueden ser incorrelacionadas, directamente relacionadas o inversamente relacionadas. Para conocer esas relaciones se usa lo que se conoce como covarianza, que nos indica si es cero no hay relación, si es positiva tienen relación los valores altos de una variable con los altos de la otra, mientras que si es negativa a valores altos de una corresponde bajos de la otra.

Con la correlación lineal podemos saber aplicando una relación matemática si dos variables están relacionadas y en qué medida lo están, los valores que adoptan están en el intervalo $[-1,1]$. Siendo los valores extremos la mejor relación tanto directa como inversamente. Si el valor está cercano a 0 podemos afirmar que no existe relación entre ellas.

Dadas las variables que tenemos en nuestro estudio se ha considerado apropiado ver si existe correlación entre las variables Presión de Servicio de la red y la Valoración de daños. Los datos que nos arrojan son las siguientes:

Correlaciones		Valoración de daños	Presión de Servicio SP de la red
Valoración de daños	Correlación de Pearson	1	-,110
	Sig. (bilateral)		,519
	Suma de cuadrados y productos cruzados		-412968,588
	Covarianza		-11471,350
	N	46	37
Presión de Servicio SP de la red	Correlación de Pearson	-,110	1
	Sig. (bilateral)	,519	
	Suma de cuadrados y productos cruzados	-412968,588	49,311
	Covarianza	-11471,350	1,370
	N	37	37

Tabla 5. Parámetros de la Correlación de Pearson entre la valoración de daños y la presión de servicio. (Fuente: Elaboración propia).

El coeficiente de correlación lineal de Pearson es $-0,11$. Lo que nos indica que prácticamente no existe relación lineal entre las variables.

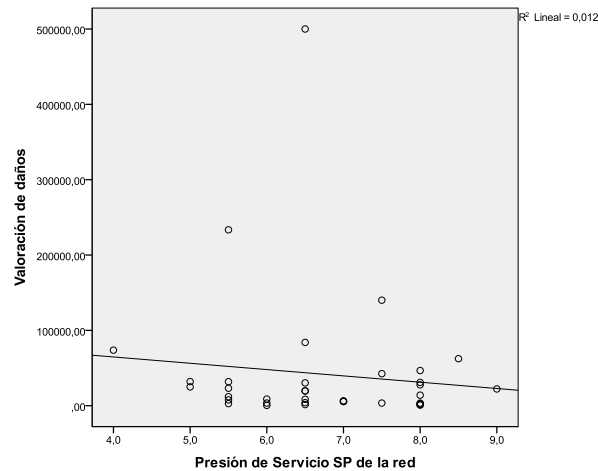


Gráfico 10. Relación lineal entre la valoración de daños y la presión de servicio. (Fuente: Elaboración propia).

Analizando la representación por puntos de los valores presión de Servicio en el eje de ordenadas y la Valoración de daños en el de abscisas, se observa que no existe relación lineal ni de otro tipo entre esas variables.

No se ha encontrado correlación alguna entre las variables del estudio, por lo tanto, no se puede predecir con precisión ninguna variable en función de otra.

5.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

En los casos estudiados el 80% fueron daños provocados por las redes de abastecimiento frente a un 13% en las redes de saneamiento, lo que implica que las redes que causan más daños en las edificaciones son las de abastecimiento.

Viendo ahora la generación de la patología desde el punto de vista de si pertenece a una red pública o privada, vemos que las estadísticas arrojan que en 90% de los casos fueron acaecidas en las redes públicas, ya sea en la calzada o en las aceras. Lo cual nos indica que los problemas son generados por redes que pertenecen a la administración pública y que generan costes y daños a terceros, tal vez, porque no se han renovado las redes cuando fue necesario.

Es en las acometidas donde se producen la mayoría de las averías (55%), lo que indica sin lugar a dudas que existe un problema en los materiales usados, tanto en su instalación como en su fabricación.

El polietileno es el material que peor resultado generó frente a los otros, que en principio tenían mayor edad y que habían pasado menos controles de calidad. El 61% de las veces las averías se produjeron en las conducciones de Polietileno, bien en las conducciones de distribución como en las acometidas. La vida útil del Polietileno según la norma UNE EN 805:2000, tiene que ser de al menos 50 años, sin embargo, en todos los casos la edad no superaba los 20 años. Fue en presiones superiores a 6,5 bar donde se produjeron la mayoría de las roturas.

Dependiendo de la naturaleza de la cimentación de las edificaciones se produjeron daños de mayor o menor importancia. La distribución de los casos arroja que la mitad aproximadamente (54,76%) son cimentaciones de hormigón armado y el resto de mampostería. Los costes de reparación de daños supusieron el 74,96% en las cimentaciones de hormigón armado, frente al 25,04% en las de mampostería. Lo que indica que estas últimas se comportan mucho mejor frente a las afecciones producidas por la presencia de agua y también cuesta menos su reparación.

En lo que se refiere a los terrenos donde se apoyan las edificaciones, son los limos arcillosos los que peor se comportan y mayores costes de reparación

generan un 33,97%. También existe una gran casuística en los terrenos arcillosos con un 25,8% de los costes de reparación.

En el proceso de selección del método de reparación de la cimentación, el más usado fue el recalce de cimentación con hormigón armado en un 28,3% de la muestra, suponiendo un 15,45% de los costes totales. Por otro lado, el método más costoso fue la reparación con micropilotes suponiendo un 21,49% del coste total y siendo sólo un 10,9% de los casos.

A la vista de lo esclarecido con el análisis estadístico de los casos a estudio y disponiendo de toda la información necesaria para la toma de decisiones, se procederá a la redacción de conclusiones de esta Tesis Doctoral.

**VI CONCLUSIONES Y
NUEVAS LINEAS DE
INVESTIGACION.**

VI. CONCLUSIONES Y NUEVAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN.

Para concluir esta Tesis Doctoral se presentan las siguientes conclusiones, que se someten a la consideración del Tribunal para su evaluación:

A) En lo que se refiere al **origen de los daños en las edificaciones**:

1.- Los daños provocados en edificios por el efecto de la presencia de agua, en un elevado porcentaje del 80%, son debidos a causas asociadas a las redes de abastecimiento. La incidencia casuística de afecciones por roturas en las conducciones de saneamiento son mínimas con respecto a las de abastecimiento, solo del 13%.

2.- Para determinar el origen del agua que genera las patologías en los edificios, es imprescindible seguir el procedimiento establecido en este trabajo para la toma de datos. En la mayoría de ocasiones se puede establecer una relación de causalidad, usando los métodos de análisis de agua "*in situ*" de los parámetros de contenido de cloro libre y total, pH y conductividad. En casos singulares habría que realizar un análisis microbiológico en laboratorio, para descartar la presencia de bacterias de origen fecal.

B) Respecto a las **características de las redes de Abastecimiento y Saneamiento**:

1.- En la mayoría de las ocasiones, los daños son generados por redes que por su antigüedad, han llegado al final su vida útil y deberían haber sido ya sustituidas. Algunas de ellas con más de 30 años y fabricadas con materiales que ya no se fabrican en la actualidad, como es el caso del fibrocemento. Actualmente, no está permitido su uso para nuevas conducciones, ni tampoco el del plomo que fue muy usado en acometidas entre los años 50 y 70.

2.- En las acometidas de Polietileno que primero se instalaron en la década de los 80, se comprobó que se averiaban ya que no se efectuaron los suficientes controles de calidad durante su fabricación y montaje. Ahora se ha podido verificar que también el Polietileno de alta densidad tiene una vida útil reducida. En condiciones de presiones superiores a 6,5 bares, suelen aparecer averías por fatiga del material, a partir de los 12 años de trabajo, lo que supone una menor vida útil que el fibrocemento. En el transcurso de la investigación, se ha comprobado que en acometidas de acero galvanizado, ha influido de forma significativa la corrosión química y biológica.

3.- El 90% de las averías estudiadas en redes de abastecimiento se producen por la noche, debido a que las presiones de la red aumentan, al no haber demandas de consumo y es entonces, cuando se producen los daños más importantes a las cimentaciones debido, sobre todo, al efecto de lavado de finos y otras acciones colaterales.

4.- Las averías de las conducciones interiores de las viviendas suponen el 10% de los casos estudiados. Pueden generar daños muy importantes, del orden o mayores que los que pueden causar las redes de distribución que discurren por la vía pública, con el agravante que al producirse dentro de la vivienda el efecto a la cimentación es inmediato y mucho más directo. Los costes en estos casos supusieron el 10,7% del total.

C) Según la localización de las edificaciones y sus tipologías:

1.- El terreno donde están apoyadas las edificaciones afectadas, es sin lugar a dudas, un factor muy importante, se podría decir que decisivo. El 33,97% de los casos que se han estudiado, tienen en común, que los suelos sobre los que estaban construidas las edificaciones presentaban un origen arcilloso y limoso, y el 25,8% solo arcillosos, que se comportan relativamente bien si no hay presencia de agua, pero cuando aparece, se producen lavados de finos, modificaciones en su plasticidad y empujes hidrostáticos, que generan subpresiones o sobrepresiones, desplazando la cimentación provocando asentamientos generalmente diferenciales.

2.- La tipología y el estado de las cimentaciones de los edificios representan un hándicap importante, ya que, cuando hablamos de “*cimentaciones antiguas*”

ejecutadas con fábrica de mampostería, podemos pensar que los daños se multiplican pero no es así. Solo el 45,2% de los casos se manifestaron en edificios con esa tipología de cimentación y supusieron el 25,7% de los costes totales de reparación. Sin embargo, en el caso de “*cimentaciones modernas*”, los daños que presentan son de distinta envergadura, limitándose a presencia de humedades por capilaridad en los paramentos verticales y la aparición de pequeñas grietas o fisuras, en unos casos, y en otros se producen asientos diferenciales que desestabilizan la estructura de todo el edificio, siendo necesario el recalce de la cimentación. Estas circunstancias dependen en gran medida, del tiempo que haya estado la conducción evacuando agua, por su presión y por el tipo de terreno sobre el que asienta la cimentación. Ello nos indica que las estructuras hiperestáticas se comportan peor que las isostáticas ante movimiento de la cimentación, las uniones deberían de ser más elásticas o flexibles entre cimentación y estructura dejando algún grado de libertad entre ellas, que adsorbiera los movimientos. Esto último nos justifica el uso de técnicas de amortiguación en edificios de zonas de alto riesgo sísmico.

3.- Otro error muy extendido, es el uso de material de relleno procedente de escombros de la construcción (rellenos antrópicos), como base para la cimentación de edificios o para relleno de calles y perímetros de edificaciones. Ello provoca, que en un periodo de lluvias, el agua se acumule cerca de la cimentación y se produzca una reducción de la capacidad portante del terreno, lo que provoca asientos diferenciales. Es conveniente recordar que con frecuencia, cuando se planifica una urbanización, gran parte del material que usa para ejecutar las explanaciones, es material procedente de demoliciones y escombros de la construcción, lo que se traduce en que en los viales se producen asientos por efecto del agua de lluvia, que a su vez desplazan las conducciones de abastecimiento y de saneamiento, provocando las averías que posteriormente dañan los edificios.

4.- La zona geográfica en la que se encuentran los edificios es sin duda un factor determinante, debido a las diferencias existentes entre los terrenos y el clima, en los que se apoyan las edificaciones. En la Región de Murcia, tienen más consecuencias las roturas de redes de distribución que las que pueden tener en el norte de España, ya que en el levante español el clima es del tipo saheliano, con

un acusado y permanente déficit de humedad, y la evaporación supera a las precipitaciones por lo que el terreno se encuentra extremadamente seco o desecado (Uriel, 1983). Provocando que cuando el terreno expansivo se vuelve a poner en contacto con el agua, se producen hinchamientos del suelo, que ejercen empujes, más acusados en el centro de las edificaciones que en los extremos, conocido como "*levantamiento efecto cúpula*".

5.- El 60,9% de las roturas de las conducciones, provocan que defectos estructurales que existían previamente en los inmuebles, afloren y se manifiesten de manera más clara. Es cierto, que en los casos estudiados, muchos de los síntomas que presentaban, llevaban años evidenciándose y algunos de ellos, ya se habían reparado. Después de una rotura, esos daños existentes se incrementan, debido a los propios movimientos de ajuste en la estructura. El 78,6% de los propietarios de viviendas en las que se ha producido daños por una rotura en las conducciones de agua, intentan achacar más daños de los provocados por ese motivo al siniestro acaecido.

D) Sobre técnicas de búsqueda de fugas y averías en las redes de abastecimiento y saneamiento:

1.- En cuanto a la instrumentación de los sistemas de búsquedas de fugas con prelocalizadores, se confirma que no son suficientemente fiables, se basan en muestreos que pueden ser acertados o no, dependiendo de cada caso. Para que estos sistemas sean efectivos, habría que instalar equipos prelocalizadores cada 50 m, lo que es totalmente inviable, desde el punto de vista logístico y económico.

2.- En búsqueda de fugas en conducciones, existe lo que hemos denominado efecto "*caverna*", que se produce cuando una tubería a presión se avería y el agua a presión que sale proyectada, arrastra por lavado a las partículas más finas generándose una cavidad que se va incrementando en función de la dureza del terreno y de la presión del fluido. Esto provoca que los aparatos de búsqueda no detecten, el sonido generado por la avería, ya que es amortiguado en la cámara de aire generada. Esta situación provoca en numerosas ocasiones, un inadecuado funcionamiento de los equipos de búsqueda de fugas y se generen daños muy importantes en edificaciones y viales públicos.

Como complemento a las conclusiones expuestas, el autor de la presente Tesis Doctoral **confirma que se han cumplido los objetivos científicos que se planteaban al inicio del proceso de investigación**, destacando las siguientes consideraciones:

- Con este trabajo se confirma cómo afecta a la estructura de cualquier edificio, él que se produzca una avería de las redes de abastecimiento o de saneamiento cercanas. Se han mostrado las diferencias que existen cuando los daños son generados por abastecimiento o por saneamiento, siendo las más comunes las primeras. Se confirma la importancia de saber cómo influye el terreno que existe en la zona, dado que es donde se apoya el conjunto estructural de los edificios, comportándose de manera diferente en presencia de agua.
- Es muy importante la afección por la propia antigüedad de la edificación y su tipología estructural. No causa el mismo daño en una cimentación moderna de hormigón armado, que sobre una antigua construida sobre fábrica de mampostería con mortero de cal.
- Se ha constatado que el estudio geotécnico es fundamental para conocer la tipología del terreno donde se apoya la cimentación del edificio. Mediante el uso de complementos, como la tomografía eléctrica con electrodos capacitivos, sistemas de georradar y otros, nos muestran sin necesidad de penetraciones físicas del terreno, como es el subsuelo y los elementos que lo forman. También nos indican posibles oquedades del terreno, zonas húmedas o con presencia de agua. Esta última cualidad nos sirve, por otro lado, para poder conocer si existen averías que provocan fugas de agua o sí las hubo. Este método es idóneo para zonas como cascos históricos de ciudades donde las calzadas son de elementos pétreos y no es fácil de hacer catas sin provocar daños estéticos. Actualmente esta técnica es muy usada en diagnóstico clínico en medicina, lo que ha permitido que avance considerablemente su tecnología.
- En gran parte de ocasiones, las roturas de estas redes ponen de manifiesto y acentúan, problemas ya preexistentes en las edificaciones. Lo complejo en estos casos es determinar en qué medida es responsable la rotura, de los

daños causados. Un método que podemos usar es el temporal, se aplican porcentajes en función de unas hipótesis de partida de inicio de las patologías. En ese sentido, en el caso de reclamación a los seguros de responsabilidad civil no aceptarían responsabilidad alguna, si existen dudas razonables. Además, en muchos casos se observan patologías que no relación con la rotura de la conducción, según los datos disponibles de (ICEA, 2015), Investigación Cooperativa entre Entidades Aseguradoras y Fondos de Pensiones, en España en el año 2014, reclamaron un total de 155.994 casos de siniestros, que supusieron una reclamación económica de 586 millones de euros, de los cuales solo fueron verificados el 27%, suponiendo un ahorro de 426 millones de euros, en casos supuestamente fraudulentos. El 25,4% de los casos, fueron reclamaciones de seguros de responsabilidad civil, mientras que el 70,2% lo fueron de reclamaciones de vehículos.

- La vida útil de las conducciones es un factor que según se deduce de nuestra investigación, se tiene que estudiar con gran profundidad, ya que las redes de polietileno que se instalaron hacen menos de 15 años, presentan averías por fatiga del material, que se considera algo fuera de lo esperado, contraviniendo lo indicado en la Norma UNE EN 805:2000, que señala que la vida útil debe ser de al menos 50 años. La vida útil del polietileno, según los fabricantes, supera con holgura los 50 años. La experiencia nos ha demostrado que es inexacto. Existen variables externas al material que hacen que la vida útil se acorte. Esas variables son: la presión de trabajo y la presión nocturna o máxima. Un material que posea una presión nominal de 16 bar (PN16), se ha comprobado que con presiones cercanas a los 7 bar, empieza a dar problemas de pequeñas microrroturas e hinchamientos de la conducción. Se afirma que el polietileno es un material usado en sustitución de la fundición dúctil por su menor coste de adquisición e instalación. Sin embargo y debido a la casuística comprobada de corta vida útil con altas presiones, es más recomendable el uso de otros materiales, preferiblemente metálicos o multicapa, que tienen mejores condiciones de resistencia.
- Se ha establecido un procedimiento de toma de datos que pretende ir descartando posibles orígenes del efecto del agua, hasta conocer cuál es exactamente su procedencia. Para ello es fundamental la realización de

análisis de agua “*in situ*” y si fuese necesario, se debe efectuar un microbiológico en laboratorio, para conocer la presencia de bacterias de origen intestinal.

Con estas conclusiones y consideraciones finales el autor ha pretendido exponer de una forma clara y resumida, las consecuencias que conlleva la presencia de defectos en las redes de abastecimiento y de saneamiento, así como la exposición de los daños colaterales que se producen, y que generan importantes costes económicos y sociales, por los inconvenientes que causan a los propietarios de inmuebles, usuarios y a viandantes.

Para finalizar, el autor de esta Tesis Doctoral, en base a todas estas conclusiones, **propone y deja abiertas cuatro claras líneas de investigación** para futuros trabajos, donde poder profundizar en la investigación de daños en infraestructuras e inmuebles, por afecciones de lesiones en las instalaciones de abastecimiento y saneamiento de redes públicas:

1. Dado que uno de los casos estudiados en la localidad de Alhama de Murcia, se concluyó que la patología que había generado los daños en el edificio fue la subsidencia, se debe efectuar un estudio de ese fenómeno en ese municipio, ya que presenta una de las principales fallas geológicas del país y es posible que se generen más casos con características similares.
2. Se debe estudiar la durabilidad de los nuevos materiales plásticos al uso para conducciones en las redes públicas, para determinar si son aptos para una vida útil mínima de 50 años. Para ello se deben idear métodos de prueba de envejecimiento acelerado que simulen en periodos cortos de tiempo, el paso de los años de funcionamiento, en condiciones extremas.
3. Es necesario desarrollar un método de medición de agua “*in situ*” que determine con cierta seguridad su origen, con un bajo coste y que sirva para atribuir la responsabilidad de los daños generados a las edificaciones.
4. El uso de la Tomografía Eléctrica para la detección de averías de agua potable ha resultado ser muy efectivo, por ello, se debe seguir investigando sobre su uso, desarrollando posibles equipos más versátiles, con mayor resolución y fiabilidad, de aplicación inmediata, sin necesidad de estudio o ensayos de

laboratorio. Habría que usar los avances tecnológicos de esta técnica, desarrollados en el campo de la medicina para poder trasladarlos a nuestras investigaciones.

Con todo ello, el doctorando da por finalizada la exposición documental de los resultados de su investigación y plantea el aprovechamiento del conocimiento, en una futura transferencia tecnológica.

Murcia, noviembre de 2016

El Doctorando

Fdo. D. Alfonso Garrido Molina.

**VII REVISION
BIBLIOGRAFICA.**

VII. REVISION BIBLIOGRAFICA.

Alcañiz Martínez, JH (2013). *Ensayos y Técnicas de Obtención de Información*. MURCIA: UCAM. ISBN:9788492986507.

Aranda González, PJ (2012). *Apuntes de Ingeniería del Terreno*, MURCIA: UCAM.

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (2000). *Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes*. UNE EN 805:2000. MADRID: AENOR.

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (2008). *Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes (Tamaño: 0/63; 0/20; 0/32; 0/40)*. UNE-EN 13242. MADRID: AENOR.

Bañón Blázquez, L.; Beviá García, J. F. (2000). *Manual de carreteras*. Volumen II: Construcción y mantenimiento. Caminos II.

Bordehore, L. J. (2005). *Geofísica somera aplicada a informes geotécnicos de pequeña escala: detección de cavidades por tomografía eléctrica*. Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente, (139), 20-24.

Calavera, J.; Dutari, L. G. (1992). *Cálculo de flechas en estructuras de hormigón armado: forjados, losas, vigas de canto, vigas planas*. MADRID: INTEMAC. ISBN: 84-87892-08-6.

Código Técnico de la Edificación CTE (2006). *Documento Básico SE: Seguridad Estructural*. Ministerio de la Vivienda. Gobierno de España.

Corapcioglu, M. Y. (1984). *Land subsidence. A state-of-the-art review*. In Fundamentals of transport phenomena in porous media (pp. 369-444). Springer Netherlands.

Dahlin, T. & Bernstone, C., (1997). *A roll-along technique for 3D resistivity data acquisition with multi-electrode arrays*, *Procs. SAGEEP'97* (Symposium on the

Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems), Reno, Nevada, March 23-26 1997, vol 2, 927-935.

Darwin, C. (1982). *El origen del hombre (No. 2)*. EDAF.

De la Peña Olivas, JM. (2010). *Sistemas romanos de abastecimiento de agua*. AQUAE. P 249-281.

Eldridge HJ (1976). *Construcción defectos comunes*. BARCELONA: GG. ISBN: 84-252-1092-5.

El Fraude al Seguro Español. Estadística a diciembre. Año 2014 (2015). MADRID: ICEA.

Fernández Casado, C. (1972). *Acueductos romanos en España*. MADRID: IETCC.

Fischanger, F., Morelli, G., LaBrecque, D. and Occhi, M, (2007). *Monitoring resin injections with 3D Electrical Resistivity Tomography (ERT) using surface and multi-borehole electrode arrays*. Proceedings of Symposium on the Application of Geophysics to Environmental and Engineering Problems (SAGEEP), DENVER, COLORADO (USA), April 1-5, 2007, 1226-1233.

García Gamallo, A. M. (1997). *La evolución de las cimentaciones en la historia de la arquitectura: desde la prehistoria hasta la primera revolución industrial* (Doctoral dissertation, Arquitectura).

García Valcarce, A.; Sacristán Fernández, J.A.; González Martínez, P.; Hernández Minguillón, R.J.; Pascual Ustárroz, R.; Sánchez-Ostiz Gutiérrez, A. y Irigoyen de la Rasilla, D. (2003). *Manual de la edificación. Tomo 3. Mecánica de los terrenos y cimientos*. Ed. ETS de Arquitectura de Navarra.

Gómez, D.; Marulanda, J. y Thomson, P. (2008). *Sistemas de control para la protección de estructuras civiles sometidas a cargas dinámicas. Control Systems For Dynamic Loading Protection Of Civil Structures*. Dyna, 75(155), 77-89.

Hernández-Montes, E. & Gil-Martín, L. M. (2007). *Hormigón Armado y Pretensado. Concreto reforzado y preesforzado*.

Jiménez Salas, José Antonio. (1980). *Geotecnia y Cimientos*. MADRID: Editorial Rueda.

Juárez Badillo, Eulalio. (1974). *Mecánica de suelos*. Editorial Limusa.

Lecuona Neumann, A.; Izquierdo Millán, M. & Rodríguez Aumente, P. A. (2005). *Investigación e impacto ambiental de los edificios. La Energía*. Informes de la Construcción, 57(498), 47-61.

Lenntech. (2004). *Historia del tratamiento de agua potable*. Recuperado el 26 de Abril de 2015, de <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/historia/historia-tratamiento-agua-potable.htm>.

Lizasoain, L.; Joaristi, L. (2003). *Gestión y análisis de datos con SPSS*. Thomson-Paraninfo.

Logeais, L. (1984). *Patología de las Cimentaciones*. BARCELONA: Gustavo Gili.

López Rodríguez, F; Rodríguez Rodríguez, V.; Cruz Astorqui, J.S.; Torreño Gómez, I. y Ubeda de Mingo, P. (2004). *Manual de patología de la edificación*. E.U.A.T.M. MADRID: UPM.

Lozano Martínez-Luengas, A. y Lozano Apolo, G. (2001). *Curso informes, dictámenes y periciales s/ la ley de Enjuiciamiento Civil (LEC2000)*. (3ª Ed). GIJÓN: Lozano y Asociados.

Lozano Martínez-Luengas, A.; Lozano Apolo, G. y Del Coz Díaz, J.J. (2005). *Curso síndrome, patología y terapéutica de las humedades*. (3ª Ed). GIJÓN: Lozano y Asociados.

Mateos de Vicente, Manuel (1997). *Conducciones: elementos de hidráulica práctica, básica, sucinta*. Colección OBRAS HIDRAULICAS. MADRID: Bellisco

Moreno Gallo, I. (2007). *Libratio Aquarum, El arte romano de suministrar las aguas*. Publicado en el Catálogo de la Exposición: AQUARIA. Agua, territorio y paisajes en Aragón. Zaragoza 2007.

Pascual Ruiz, J. J (2016). *Informe pericial sobre la influencia del aparcamiento "La Vega" sobre los daños existentes en el edificio Poniente sito en Calle de Torre de la Marquesa, 10. Murcia*. Informe pericial del Expediente nº 529/2011 Contencioso Administrativo 2 de Murcia. MURCIA.

Romero Durán, B (2005). *Sistemas para el Recalce de Cimentaciones Superficiales*. BUENOS AIRES: Monografías 2007.

Ruiz, Gerardo; Fernández, Eduardo. (1995) *Apuntes de Rehabilitación de Edificios. Tomo 1*. ONG SUR. Madrid.

Sánchez Urios, Jacinto. (2016). *Métodos de prospección geofísica para investigación de patologías y servicios*. MURCIA: Basalto informes técnicos s.l.

Schmitt, H. (1998). *Tratado de construcción*. BARCELONA: Gustavo Gili.

Turrión Peláez, L.F.; Martínez Arias, A.; Soto Venegas, J.M. y Hernández Soriano, J.I. (2008). *Procesos de sufusión asociados a captaciones de aguas subterráneas en la Vega Media del Segura, Murcia*, IX Simposio de Hidrogeología, ELCHE (ALICANTE).

Uriel Ortiz, Á. (1983). *Patología de las cimentaciones*. Informes de la Construcción, 35(350), 5-35.

Vázquez, J. N. y De Justo, J. L. (2002). *La subsidencia en Murcia. Implicaciones y consecuencias en la edificación*. COPVT-ASEMAS, Murcia.

Villalaz, C. C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Editorial Limusa.

