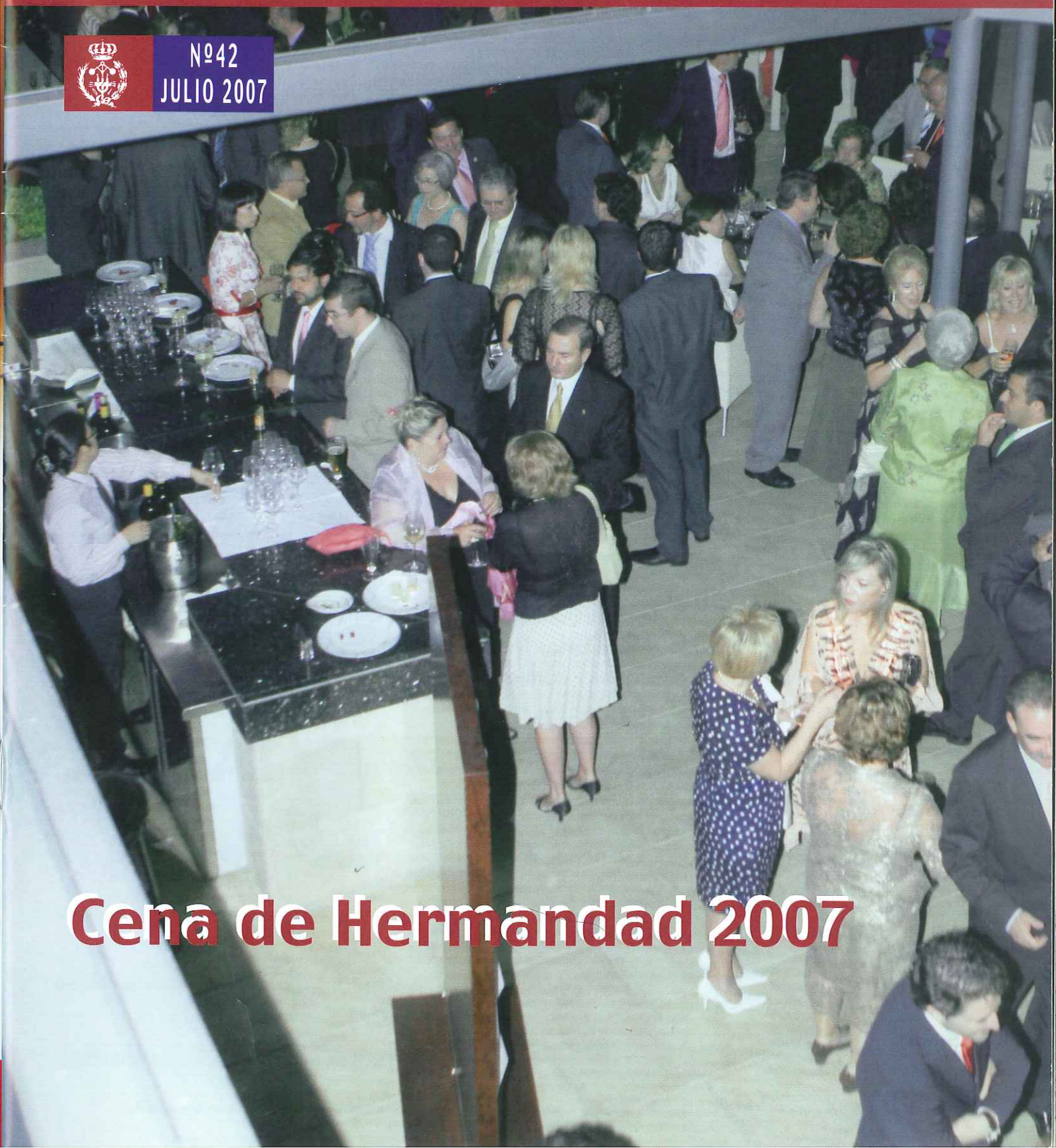


Región Industrial

Revista del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Región de Murcia



Nº42
JULIO 2007



Cena de Hermandad 2007

Los asientos diferenciales en naves industriales (2)

Siguen siendo una gran amenaza

Jesús H. Alcañíz Martínez (*)

En el artículo de esta serie publicado en la pasada edición de la revista Región Industrial (Nº 41 de Abril de 2007), ya se apuntaban las primeras pinceladas sobre esta gran amenaza que recae sobre nuestras Naves Industriales. Se hablaba entonces de la descripción del fenómeno que lo produce, la influencia de los colindantes, los lugares donde aparecen con mas frecuencia y otros aspectos de interés. En esta ocasión, como continuación de lo allí expuesto y de cara a plantear una serie de medidas preventivas, para tratar de minimizar o evitar los daños, vamos ahora a desarrollar los aspectos relativos a: Daños que se producen; origen de los daños; correcciones del problema; contar con especialistas; conclusiones y recomendaciones.

Daños que se producen

Como ya se había comentado, la presencia de daños por asientos en las estructuras, se manifiestan mediante la aparición de grietas en los elementos constructivos, especialmente en los nudos en estructura de hormigón y mediante daños en los cordones de soldadura e incremento de tensiones, con ligeras deformaciones en las estructuras metálicas.

En las soleras, aparecen las grietas de trazado irregular (como com-



Detalle de una comprobación del asiento de cimentación en una nave industrial, mediante el seguimiento de los desniveles aparecidos en la solera de hormigón, respecto a la placa de cerramiento

plemento al movimiento inicial absorbido por las juntas de dilatación y/o de hormigonado, así como en los pavimentos superficiales), en la tabiquería y en otros detalles de acabado.

No debemos olvidar que estos fenómenos de asientos diferenciales, tienen especial importancia en los aspectos colaterales, especialmente por afecciones a instalaciones, lo que provoca una reducción de la calidad en el uso y en la propia habitabilidad de la nave en servicio.

Origen de los daños

Debemos buscar su origen de

forma independiente, para las cimentaciones y para las estructuras por un lado y para las soleras por otro. Para las estructuras son varios fenómenos, ya conocidos, pero alguno de ellos, no tenidos siempre en cuenta. En primer lugar el gran desarrollo urbanístico, con una mayor superficie construida, aumenta las posibilidades de aparición de daños. Otro de los factores que influyen, como ya se ha insistido, es el desconocimiento del terreno de apoyo de las cimentaciones de nuestras naves industriales, aunque cada vez es menor su influencia, gracias a la realización de los

Estudios Geotécnicos y Reconocimiento del Terreno, que claramente nos prescribe el nuevo Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) y que el Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales, ya lo solicita en el momento del visado. Por ello, cada día conocemos mejor el terreno de base y de apoyo de nuestras estructuras, reduciendo así el riesgo de aparición de estas lesiones.

La presencia de aguas freáticas y los terrenos de relleno (rellenos antrópicos o terrenos naturales de escasa calidad), son dos factores que suponen otro de los orígenes de los daños. Por último, un defecto en el dimensionamiento de las zapatas (a nivel de redacción de proyecto), puede suponer una reducción de la superficie de apoyo y de transmisión de mayores tensiones al terreno, siendo también el causante de estos daños.

En cuanto a las soleras de hormigón, que también sufren con frecuencia los efectos de la aparición de daños, por efecto de los asientos diferenciales, tienen algún otro origen: El origen de ese fenómeno hay que buscarlo en este caso, en otras alternativas: Es muy frecuente la deficiente calidad del terreno natural de base (suelo inadecuado, marginal, etc., por tanto no aptos.), así como la deficiente calidad de terreno de terraplenado. Además, nos encontramos con escasos niveles de compactación, tanto de la base de terreno natural de la parcela, como de las capas de terraplenado de suelos granulares, con escasez de riego y/o de deficiente compactado mecánico. En este sentido, se observan irregularidades y falta de homogeneidad en la compactación, con zonas aptas (superiores al 98 % de compactación respecto al Proctor

Modificado) y otras zonas cercanas, con importantes blandones, origen principal de los daños que estamos analizando. No obstante, dado el gran problema que ello supone, estamos realizando un importante trabajo de investigación con casos reales, para analizar el comportamiento estructural de las soleras, en función de los suelos granulares, donde se apoyan.

Finalmente cabe comentar la importancia del proceso de dimensionado (espesor de la solera, a nivel de redacción de proyecto, según las solicitudes a las que vaya a estar sometidas) y de su puesta en obra (Proceso de hormigonado, armado, vibrado, curado y realización de juntas), que influyen y complementan los orígenes de los daños analizados.

Correcciones del problema

Una vez planteado el problema en nuestras naves, una vez que el daño ya se ha producido y que las fisuras y/o grietas por asiento diferencial ya han aparecido, se hace necesario su intervención, para su reparación.

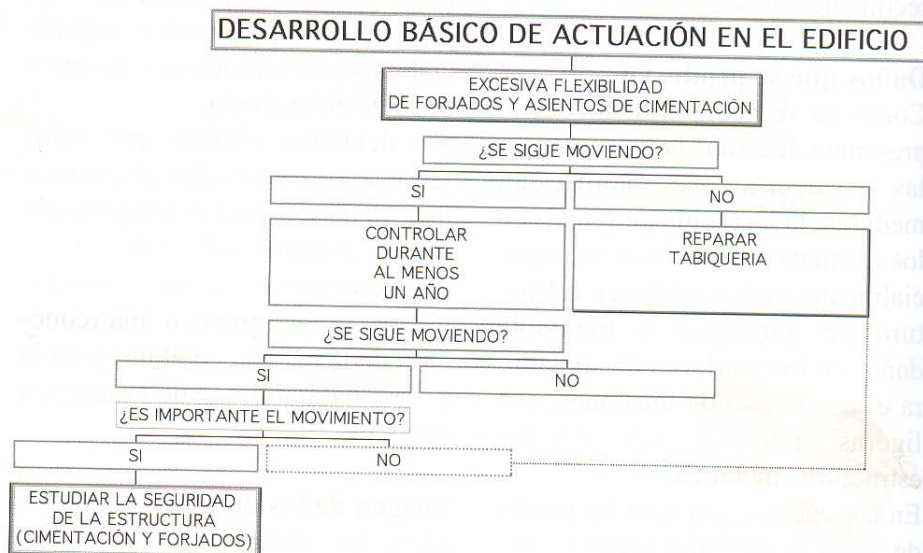
En caso de asientos en estructuras, se procederá en primer lugar, realizando un seguimiento del avance

de los daños, mediante la colocación de testigos de yeso, medición del espesores de grietas y fisuras en testigos y control de su evolución, con indicación de estas circunstancias en un plano de planta, para dejar constancia gráfica de la situación. Una vez conocida la envergadura de los daños, se procede a su corrección. Para ello se dispone de dos claras técnicas: Recalce de cimentación y refuerzo de la estructura.

Es por todo lo anteriormente expuesto, por lo que se haría necesario entonces, plantear las siguientes recomendaciones de actuación en la nave afectada:

En cuanto a los defectos estructurales, se debe proceder a la colocación de una campaña intensiva de testigos de yeso, en las condiciones indicadas, para efectuar un seguimiento, para comprobar la evolución de la deformación en los elementos estructurales y sus posibles movimientos, como se ve en el esquema – organigrama.

Una vez conocido el resultado de la aplicación de este criterio de seguimiento, el recalce de la cimentación se planteará con dos alternativas: Por un lado, con la ampliación de la superficie de apoyo de las zapatas (con las debi-



posibles microfisuras, que pudieran aparecer en los testigos de yeso colocados al efecto.

- Realización de un minucioso inventario de daños existentes en el inmueble, indicando los más significativos, con la confección de detalles gráficos puntuales que clarifiquen su estado actual, destacando las deficiencias más importantes, con las lesiones más representativas del inmueble.

- Estimación de las cargas reales existentes en la actualidad y su incidencia en los elementos de la estructura y de la cimentación, que pudieran estar afectados por las patologías observadas.

- Redacción de una memoria técnica de los trabajos necesarios para llevar a cabo los procesos de recalce, de refuerzo y / o de reparación que se consideren necesarios, en el inmueble afectado.

- Confección de una valoración económica de los daños detectados y los costes de reparación, de las actividades encaminadas a devolver el inmueble a su estado original, con la suficiente garantía de seguridad estructural.

- Realización de un amplio y completo Reportaje Fotográfico del estado general de la nave industrial, así como los detalles más significativos, a través de los cuales se pondrá de manifiesto de una forma clara las patologías observadas, de cara a documentar gráficamente el Informe Final, para patentizar la situación actual.

- Con la descripción de los trabajos ejecutados, los resultados obtenidos, estudios realizados y datos tomados del edificio, se procederá a la investigación de las causas que han provocado los daños existentes y sus orígenes y a la vista de todo ello, se confeccionará un INFORME FINAL en donde se recogerán, además de los resulta-

dos obtenidos, las conclusiones a que nos conducen los mismos y las recomendaciones de actuación, firmado por los técnicos especialistas, responsables del estudio, con suficiente experiencia, que avale sus conclusiones y recomendaciones, visado en todos los casos por el correspondiente Colegio Profesional, de los técnicos firmantes.

Una vez encargado el Informe a los especialistas, tendremos claro que deberá contener como mínimo, los siguientes aspectos:

1.-Antecedentes y Objeto del Informe.

2.-Desarrollo de la Inspección.

- Descripción y Tipología del Edificio.

- Trabajos Realizados en la Campaña de Reconocimiento (Inspección Visual, descripción de daños observados, apertura de catas y rozas, colocación de testigos, etc.).

- Croquis y Planos.

- Documentación Fotográfica.

3.-Estado de la Cuestión de la Patología Observada.

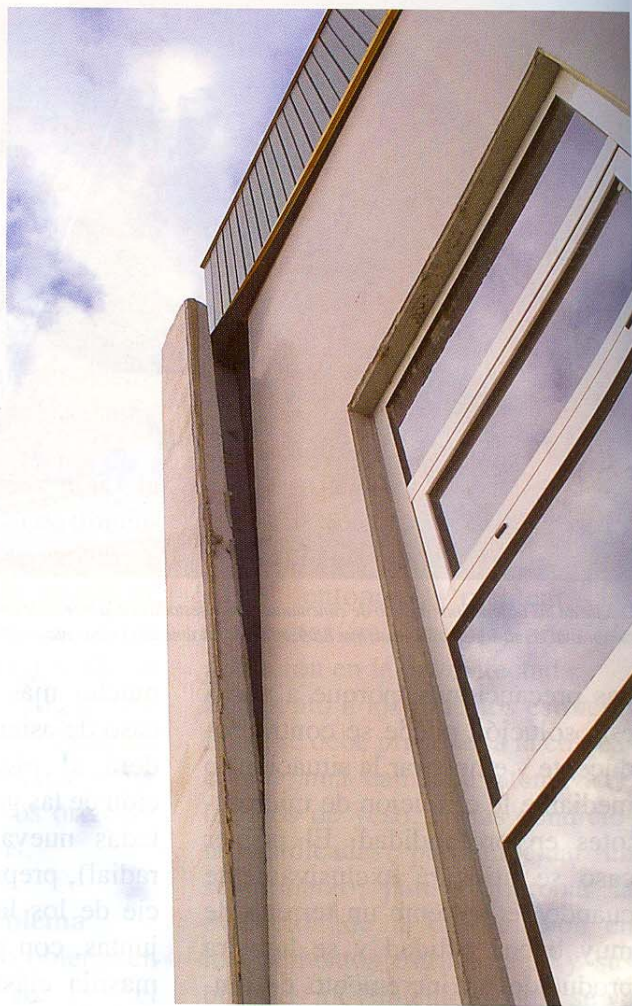
- Aspectos Generales.

- Discusión de la Patología.

- Asientos de Cimentación.

- Cimentación en Edificios Colindantes.

4.-Conclusiones y Recomendaciones Finales.

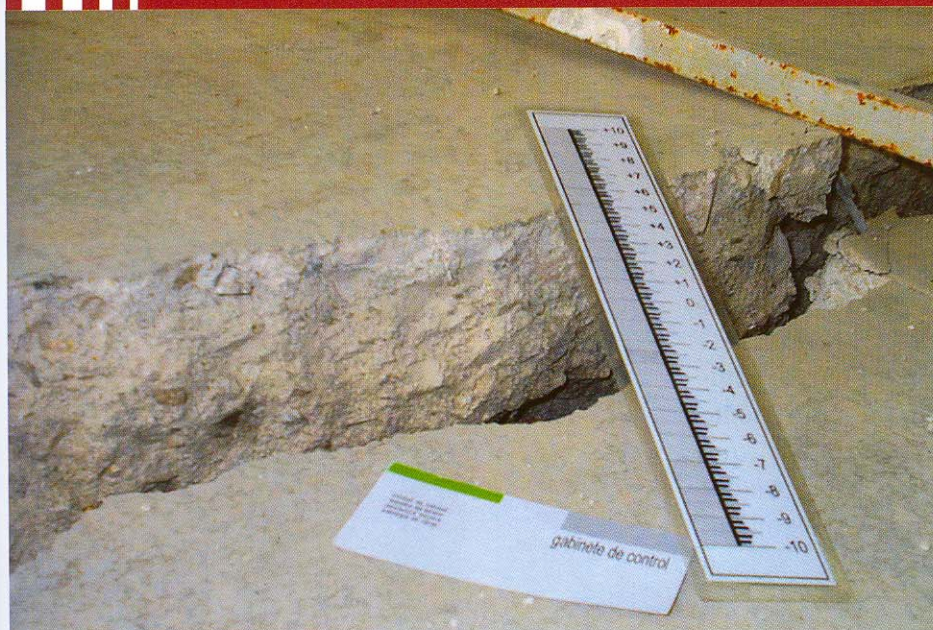


Aspecto de la esquina de una nave industrial, donde se aprecian un importante movimiento-desplazamiento horizontal en coronación, al haberse producido un asiento de cimentación de esa zona

Este es el esquema de contenido mínimo, que debemos exigir en caso de encargar un estudio especializado externo, que nos sea útil para la toma de decisiones.

Conclusiones y recomendaciones

Como conclusiones de todo lo expuesto con anterioridad, nos permitimos confirmar que este fenómeno de asientos diferenciales, se produce en general, por nuestro escaso cuidado en alguna de las fases del proceso constructivo: Por desconocimiento inicial del terreno, por su deficiente calidad, por inadecuados dimensionados a nivel de proyecto, sin olvidar los aspectos relacionados con



Detalle de las lesiones por asiento de cimentación, manifestadas en la solera de una nave industrial, donde se aprecia claramente el movimiento vertical, que ha fracturado totalmente el elemento constructivo

das precauciones, porque a veces esta solución puede ser contraproducente y empeorar la situación) o mediante la ejecución de micropilotes en profundidad. El primer caso se utilizará exclusivamente cuando se presente un terreno de muy buena calidad y se hubiera producido un incremento de tensiones, por cambio de uso, elevación de plantas, etc. En caso de asientos por terreno deficiente (por uno u otro motivo), es imprescindible proceder a sistemas de recalce en profundidad, hasta alcanzar las capas de terreno de suficiente capacidad portante, a base de la ejecución de micropilotes, en contacto con la cimentación y/o con la estructura de la nave afectada, de esta forma las tensiones transmitidas, se trasladan directamente al terreno firme, descargando totalmente las zapatas afectadas. Una vez recalzada, se procederá a efectuar el correspondiente refuerzo estructural, si fuera necesario, para una adecuada actuación de los nudos, garantizando la transmisión de esfuerzos. En el caso de asientos en soleras, su reparación definitiva se hace

mucho más complicada. Para el caso de asientos ligeros, se procederá al picado/cortado/preparación de las grietas existentes y cortadas nuevas juntas (con sierra radial), preparación de la superficie de los labios de las grietas y juntas, con posterior sellado, con masilla elástica de alta durabilidad. Esta solución no consigue reparar el daño, pero sí reducir su efecto, de cara a la explotación del negocio de la nave industrial afectada. Para el caso de asientos agresivos, donde las grietas por asiento superan los dos centímetros de desnivel entre superficies, no encontramos otra alternativa que la demolición, posterior tratamiento de mejora del terreno y nueva ejecución, con reconstrucción de la solera de hormigón, para devolver la obra a su estado inicial.

Contar con especialistas

Se hace necesario en estos casos, contar con un apoyo técnico exterior, con especialistas en trabajos de Control de Calidad, Estudios del Terreno y de Patologías de Obras. De esta forma, a la vista de todo lo expuesto con anterioridad,

se recomienda siempre la realización de un estudio detallado del estado actual y de los daños de las naves industriales afectadas, para detectar su origen y posibles responsabilidades, según un plan de actuación previo consistente en la realización de un ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LA NAVE INDUSTRIAL AFECTADA Y LAS CAUSAS QUE LO HAN PROVOCADO, con arreglo al siguiente detalle:

- Observación directa e inspección detallada de la nave afectada, por parte de técnicos especialistas, principalmente en las zonas que pudieran encontrarse más afectadas.
- Levantamiento de croquis y planos donde se sitúen las grietas y fisuras existentes, defectos más importantes, juntas de dilatación, deficiencias en fachadas, daños en soleras, lesiones en exteriores, etc.
- Comprobación de las características técnicas de la estructura general del inmueble, con la finalidad de recabar información sobre el mismo, determinando su tipología en las zonas que pudieran estar más afectadas.
- Dirección de los trabajos para la realización de distintas catas, para comprobar de "visu" la tipología general de la estructura y otras piezas objeto de estudio. Se debe indicar la disposición de los testigos de yeso a colocar, para poder efectuar un control y seguimiento de los posibles movimientos, en los puntos de mayor interés.
- Toma de dimensiones de los elementos accesibles de la cimentación, inspección del terreno y su identificación, junto a la base de apoyo de la cimentación.
- Comprobación micrométrica de las fisuras existentes y sobre las

la ejecución de la obra, con un deficiente tratamiento del terreno de base o por la propia ejecución de la cimentación, la estructura o la solera, según los casos.

Aunque a la vista del análisis de los daños y especialmente de su origen, es fácil determinar cuales son las recomendaciones a tener en cuenta, para evitar estas situaciones en próximas ocasiones, a continuación vamos a enumerar, con carácter de recordatorio, algunas de las recomendaciones más usuales:

- Profundo conocimiento el terreno (presencia de agua, vaguadas, escorrentías, rellenos, etc.).
- Adecuado dimensionado de los elementos de cimentación.
- Control del tratamiento del terreno.
- Control del proceso de ejecución en cimentación, garantizando el plano de apoyo de la zapata, posición de las armaduras, etc. En soleras, una adecuada compactación de la base de apoyo, colocación del mallazo en su adecuada posición y el uso alternativo complementario de fibras metálicas o de propileno, según los casos).
- Prever posibles pérdidas de agua (Redes de drenaje y de saneamiento del entorno).
- Control de calidad de los materiales intervinientes.
- Disponer de un apoyo técnico o control externo, que nos sirva de complemento a nuestra actuación como Directores de Obra.

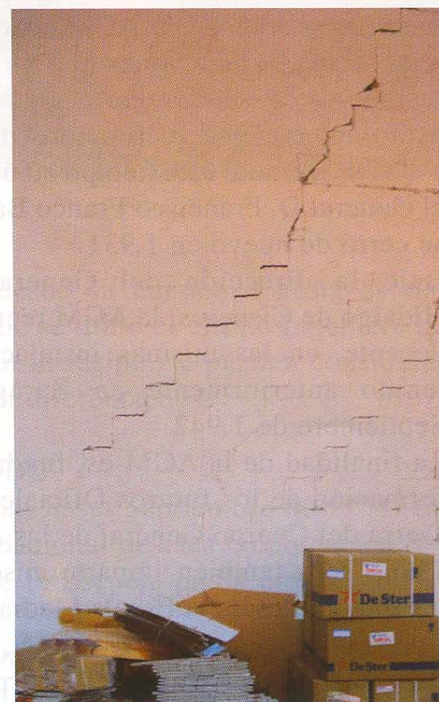
Teniendo en cuenta todo ello y atendiendo todas estas indicaciones, estaremos reduciendo las posibilidades de que se produzcan daños por asientos diferenciales, en nuestras naves industriales, que sin duda redundará en evitar costos innecesarios para nuestros



Aspecto general de una nave industrial con importantes afecciones por presencia de agua en su entorno, que puede conllevar, con el paso del tiempo, la aparición de lesiones por asientos diferenciales en su cimentación

clientes, tanto económicos, como los elevados costes sociales, que supone cualquier tipo de intervención de reparación en una nave en servicio, por los trastornos que produce en el sistema o proceso de producción del negocio que albergue la nave afectada.

Todas estas experiencias y recomendaciones de actuación, nos deben servir de lección a tener en cuenta cada día, en la redacción de nuestros proyectos y en la dirección de las obras, en las que, de una u otra forma, participan los Ingenieros Técnicos Industriales.



Detalle del aspecto tradicional de la trayectoria y del trazado de las grietas que aparecen en los cerramientos y tabiquerías, tras los fenómenos de asiento de cimentación en naves industriales

(*) *Jesús H. Alcañiz Martínez, es Arquitecto Técnico, Director del "GABINETE DE CONTROL", (Organización de Control de Calidad, Estudios del Terreno y Patología de Obras), Profesor de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) y Especialista en Materiales, del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia (COAATMU). e-mail: gabinetedecontrol@ono.com*