

PATOLOGIAS DE LAS CONSTRUCCIONES PREVENCION DESDE LAS BASES

Claves para evitar la aparición de patologías desde el diseño y la puesta en obra.

Clasificación de los suelos y sus características.



Hemos visto hasta ahora los aspectos que de alguna forma son resolutivos en lo que a diagnóstico y terapéutica se refieren. Pero el más importante a considerar es aquel que desde el comienzo puede o no generar patologías futuras, y es el que nos habla de cómo proyectamos los dispositivos constructivos.

Los arquitectos somos, por definición, organizadores de espacios y, además, como constructores, diseñadores de

elementos que se unen con el objetivo de funcionar correctamente y satisfacer una necesidad específica. Cabe aquí plantear la similitud con otra disciplina, la música orquestal, donde el director sabe hasta dónde puede llegar cada instrumento, siendo su función darle entrada en el momento exacto.

Partiendo del hecho de que todas las orquestas ensayan continuamente las piezas a ejecutar por más conocidas que sean para los músicos, los arquitectos (siguiendo este buen ejemplo), deberíamos "ensayar" cómo vamos a construir determinado edificio con todos los gremios. Para este fin, no estarán de más las reuniones con algunos gremios, o con todos ellos, antes de comenzar un trabajo.

Este funcionamiento correcto y bien orquestado, a su vez sustentado en las llamadas "reglas del arte" (que como toda regla es violada constantemente), dará seguramente un buen resultado.

Si esta situación comienza a funcionar mal, la experiencia demuestra que una gran parte de la culpa es, en primer lugar, del proyectista. La responsabilidad es compartida además por quien debe controlar la puesta en obra y, por último, por quien la ejecuta.





Excavación. Para una base excéntrica



Proyectado. Pantalla de submuración con hormigón

Las "reglas del arte" que rigen cualquier disciplina se basan en el conocimiento que la humanidad ha desarrollado sobre un tema específico y las formas de resolución adecuadas. Hay ramas del conocimiento que han avanzado tan vertiginosamente que obligan a manejar muchas variables que hasta hoy eran impensadas, creando en consecuencia modos de resolver los problemas que una vez probados y aprobados, conformarán nuevas reglas del arte de esa nueva especialidad.

Si hablamos de arquitectura preventiva, sería útil ver cómo el desarrollo de la técnica de seriación (automotriz, aérea, textil, etcétera) volcó a la construcción de edificios el concepto de que hay piezas que

componen un hecho arquitectónico son ejecutadas en serie con la idea de materializar un rápido reemplazo por falla u obsolescencia.

El advenimiento de los plásticos, la informática y demás hechos que originalmente no eran incorporados a la vida diaria en el hecho constructivo, hoy son vistos como irremplazables, con el criterio de que ante determinado tiempo de "puesta en obra" y antes de entrar en colapso deberán ser reemplazados.

Lo antes dicho nos lleva a los arquitectos a reflexionar sobre una obra que sea concebida y ejecutada con elementos (de diseño y constructivos) adecuados para su función prevista y/o de fácil recambio, apuntando a una razonable perdurabilidad en el tiempo del hecho arquitectónico. Es decir, cuando concebimos una obra deberíamos preguntarnos cómo envejecerá. Este interrogante, si está bien resuelto, evitará la formación de patologías futuras.

El otro aspecto de la prevención apunta al correcto uso de los materiales que la plaza nos ofrece, para eso debemos conocer en profundidad la tecnología de su aplicación. De este modo, las patologías que vemos a diario se generan por el mal uso de los materiales en sí o bien por la deficiente combinación de dos o más elementos que interactúan.

Una de las formas de conocer el comportamiento de determinado producto es, como antes dijimos, saber su composición intrínseca.

La otra es apoyarnos en el fabricante de dicho producto que, ante la necesidad de que el uso de éste se difunda, se esforzará por abarrotarnos de información, punto en el cual debemos separar la

folletería técnica estricta de la que va dirigida al público en general.

Mantenimiento preventivo La ciencia y la tecnología de los materiales han avanzado en técnicas de cálculos, análisis de propiedades, ensayos físicos - químicos, permitiendo cuantificar la degradación y deterioros progresivos, y generando información analizable, por ejemplo trazando las curvas de daños.

Se puede predecir en función de las solicitaciones y variaciones de los parámetros de desempeño la velocidad del deterioro y la aparición de fallas. Con las evaluaciones pos-ocupacionales y la Ingeniería del Mantenimiento, resultarán menores el número de emergencias y mejorarán las condiciones operativas.

Sobran ejemplos de deterioros y hasta demoliciones antes de alcanzar su vida útil, por no haber considerado bajos costos de mantenimiento en edificios destinados a sectores de menores ingresos o por no haber previsto en la etapa de proyecto el envejecimiento del edificio, y la previsión de técnicas sencillas y económicamente factibles de mantenimiento de los mismos.

Las obras tienen valor económico mientras se las conserva. Debemos evitar que progresen las patologías, atacando sus causas físicas o químicas y transformando en hábitos los controles y el mantenimiento e incorporando necesariamente a la etapa de proyecto el concepto de "correcto envejecimiento" de los edificios.

Las especificaciones técnicas y las características del diseño deben orientarse hacia la confiabilidad y el mantenimiento de los edificios y su equipamiento, lo que significa diseñar pensando en el uso y mantenimiento, es decir tener en cuenta la dimensión temporal del edificio.

EL SUELO COMO ESTRUCTURA

El suelo es concebido como el plano de descarga del peso del edificio más su sobrecarga, pero nos equivocaríamos si lo consideráramos un elemento inmóvil o inactivo frente a cualquier solicitud.

Damos por supuesto que el suelo tiene un comportamiento homogéneo, que es algo que tiene una tensión determinada y que con hacer tres perforaciones en un terreno de 10 por 40 metros estamos cumplidos. Un ejemplo clásico es que de un ensayo de suelos, leemos los últimos renglones (donde dice el ensayista a qué profundidad fundar), sin leer el perfil geológico de esa estructura suelo para evitar sorpresas posteriores.

La forma habitual y más conocida de investigar el terreno sobre el que vamos a fundar un determinado volumen es el ensayo de perforación. Es de tener en cuenta asimismo que es muy frecuente encontrar en un mismo terreno, diferentes tipos de conformación y no es casual que se estima, que un 30 % de las fallas de las estructuras se producen por la mecánica de los suelos. Por tal motivo, siempre se recomienda calcular los tiempos de obra a partir de alcanzar al nivel cero; ya que las tareas relacionadas con el suelo siempre se demoran más de lo previsto.

Clasificaremos los terrenos según su composición de la siguiente manera: A1) Rocosos compactos. Son de formación orogénica y no presentan fallas en su estructura. Son de difícil anclaje.

A2) Rocosos disgregados. Al igual que los anteriores, son orogénicos pero de rocas sueltas, esto nos obliga a encajonarlo o fijarlo para poder fundar.

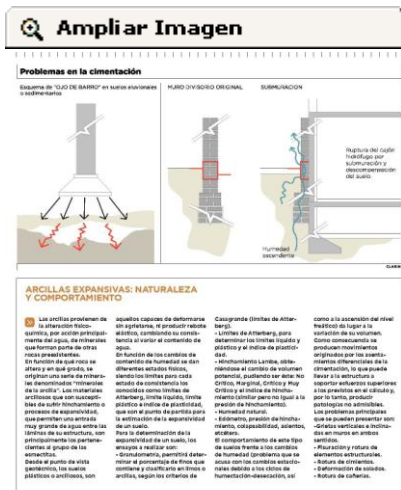
B) Sedimentarios. Son producto de la superposición de diferentes capas de arena, arcilla, piedras de reducida granulometría etcétera.

C) Aluvionales. Son los generados por arrastre de diferentes materiales por ríos, aguas de deshielo, pluviales etcétera (su composición básica es de piedra y arena).

D) Compactos arcillosos de diferente comportamiento, su estructura granulométrica como su nombre lo indica es primordialmente de arcillas.

Entre los suelos con buena capacidad portante mencionaremos a los rocosos, los compactados por cementación (ligazón entre moléculas), los reactivos de tipo arcilloso (con la precaución de saber que al absorber o perder agua cambian de volumen), y los aluvionales (con la salvedad que pueden formar "ollas" u "ojos" de barro).

Las decisiones proyectuales referidas a la cimentación de una obra están estrechamente ligadas a la estructura de suelo existente en el terreno. Para citar un ejemplo de la importancia del correcto y responsable análisis de un suelo, supongamos que nos encontramos con un terreno de características arcillosas. La arcilla tiene un comportamiento estable mientras esté dentro de un tenor de humedad que oscile en un 18 %. Pero qué pasa con esa arcilla, que es de



constitución escamosa, cuando empieza a humectarse por cualquier circunstancia exógena a lo que es el terreno en sí (pérdida de cañerías, lavado de aguas de lluvia, ascenso de napa).

Esa arcilla escamosa empieza a almacenar agua entre las escamas y se transforma en expansiva, sufre una curva ascendente donde aumenta su volumen y a medida que éste aumenta en primera instancia va generando, cada vez más resistencia, pero al expandirse va generando una subpresión de unos 4 kg/cm², en tanto que la mampostería está transmitiendo 2 kg/cm²,

quiere decir que ese terreno arcilloso, que llega a una saturación del 35 %, donde ya la dispersión es tan grande que hace el fenómeno inverso, empieza a ceder y aflojar su cohesividad intermolecular generando un descenso de apoyo (Ver **Arcillas expansivas**).

Los arquitectos tenemos tendencia, cuando vemos algún tipo de fisura, rajadura o grieta, a decir: ante tal fisura hay descenso de apoyo. En éste tipo de patologías no existen situaciones tipo, por lo tanto antes de emitir una opinión hay que hacer un análisis exhaustivo de qué está pasando en el suelo, en el sistema de fundación y en el muro propiamente dicho.

Continuando con los ejemplos, si yo estoy fundando en un terreno de alta capacidad portante la decisión va a ser fácil, estoy en un terreno rocoso que tiene una tensión de terreno de 5kg/cm² (por ejemplo en algunos sectores de Mar del Plata) no tendría mayores problemas, fundaría con bases aisladas, prácticamente a nivel de superficie. Si es roca disgregada, la podré compactar y tendría cuidados más detallados que si es roca compacta, pero sigo teniendo una buena tensión de terreno.

¿Qué pasa cuando estoy en un terreno arenoso? La arena tiene un comportamiento completamente diferente a las arcillas. Las arenas se van a compactar en la medida que se las pueda encajonar, retener, mantener quietas.

Ahí estoy trabajando ya con una tensión de terreno relativamente confiable, pese a que son arenas que están compactadas.

Los suelos más traicioneros son los suelos aluvionales, los sedimentarios que se van formando por arrastre fluvial o sedimento natural. Cuando hay un suelo de este tipo que no está muy consolidado puede pasar que nos encontremos, por ejemplo, con un

antiguo cangrejal (hay más agua que materia orgánica o arena).

Algo parecido a eso es un lente u ojo de barro que quedó emblocado porque hubo una colonia orgánica que vivió allí y la capa sedimentaria la sepultó.

Si realizamos un ensayo de suelos, puede suceder que nos encontremos en un punto determinado una tensión de terreno de 2 kg/cm² y en un punto cercano tenga tensiones de terreno bajísimas. Esto sucede porque estamos pisando sobre terrenos con agua "emblocada". Ver esquema de "ojo de barro".

Esta situación es confundida a veces con pozos ciegos mal cegados, pero hay lugares donde es imposible que haya habido un pozo ciego y, sin embargo, uno funda en el punto donde el ensayo de suelos indicó que debía realizarse la fundación y quizás estemos fundando sobre una de estas situaciones. Por lo tanto, no sólo se recomienda leer el perfil geológico, sino que además es clave la profundidad con la que se toman las muestras del mismo. Por lo antes mencionado, se debe contemplar que las perforaciones de exploración deben tener de profundidad por lo menos dos veces y medio el ancho del terreno (lo cual normalmente no sucede, efectuándose habitualmente perforaciones de alrededor de seis metros de profundidad).

Para finalizar esta breve reseña de suelos, diremos que de resultados estadísticos se puede decir que patologías detectadas en fundaciones superficiales o poco profundas (-1,80 m a -3,00 m) arrojan los siguientes resultados sobre su origen: 1) 25 % debido a saturación por humectación de suelos reactivos.

2) 20 % Suelos heterogéneos.

3) 20 % Rellenos por compactación mal realizados.

4) 15 % Excavaciones linderas.

5) 10 % Suelos no aptos (no se realizaron ensayos) 6) 10 %
Diferentes motivos.

Y en las fundaciones profundas que superan los -3,00 m: 1) 40 %
Mala ejecución del ensayo.

2) 35 % Fallas en la ejecución de la fundación.

3) 15 % Imprevistos.

4) 10 % Movimientos de suelo.

Una problemática relevante y a tener en cuenta en nuestro país, es la presencia de suelos arcillosos expansivos, cuya principal característica es la de producir movimientos como consecuencia de hinchamientos y retracciones del subsuelo sobre el cual apoya la cimentación, debidos a cambios de humedad y que provocan en la mayoría de los casos daños estructurales importantes.

Este tipo de suelo varía su volumen produciendo movimientos por los asentamientos diferenciales de la cimentación. Por ejemplo, pueden aparecer grietas verticales e inclinadas en los muros en ambos sentidos. Estos suelos provocan problemas de agrietamientos combinados por empujes horizontales, que se manifiestan en fisuraciones en muros de fachadas. Otra de las posibilidades es que se hundan las fundaciones en la parte central del edificio o en dos extremos al mismo tiempo.

También pueden aparecer fisuras de corte en nudos articulares rígidos, vigas apoyadas sobre ménsulas con grietas horizontales y/o inclinadas, rotura de losas, vigas, muros de carga con grietas inclinadas y horizontales, etcétera.

El asiento diferencial excesivo da lugar al movimiento de las columnas o grupos de columnas, superándose el límite elástico de algunos elementos estructurales. Estos daños se manifiestan en principio en las fachadas ya sean portantes o no, con las grietas anteriormente expuestas.

Las arcillas expansivas pueden producir la rotura de cimientos (bases aisladas y/o zapatas corridas) y se manifiesta con grietas horizontales por empujes y grietas inclinadas por asiento diferencial.

Las grietas de flexión y distorsiones pueden desembocar en giros y rotura de las losas.

En obras antiguas, se verifican rotura de elementos verticales por cambio del estado de cargas (pilotes), roturas por flexión, cortante o flexión, empujes sobre vigas de encadenado, hundimientos por retracción del suelo, etcétera.

Otros problemas que pueden aparecer son: - Grietas por empujes laterales en muros de sótano.

- Deformación de solados.

- Rotura de cañerías, enfatizando aún más el problema al producirse la rotura de conductos que suministran agua al edificio.

El origen de las patologías por arcillas expansivas depende directamente de tres factores que pueden interaccionar entre sí: - La

naturaleza geológica y geotécnica del suelo y en concreto el porcentaje de contenido de cada tipo para su caracterización.

- El grado de expansividad.
- Cambios de humedad. Por motivos estacionales o por otros factores externos como rotura de cañerías, riego abundante, existencia de árboles de crecimiento rápido y hoja caduca próximos al edificio, que producen la hidratación y deshidratación del suelo.

Para evitar la aparición de las patologías descritas se deberán respetar una serie de recomendaciones generales a seguir tanto en los referente a la etapa de proyecto como en la ejecución: - Profundidad de apoyo. La fundación propuesta deberá apoyar a una profundidad suficiente sobre las zonas del sustrato menos expuestas a los cambios de humedad y oscilaciones del nivel freático, evitando así las capas activas.

- Cargas. Las cargas transmitidas por la fundación al sustrato se deberán compensar con la tensión máxima admisible del suelo, asientos y la presión de hinchamiento, de modo que esta última nunca supere la tensión de trabajo de la fundación. Se podrá disminuir la acción de las arcillas expansivas siempre y cuando la tensión transmitida por cada base, zapata, pozo o pilote sea regular y constante. Se deberán calcular los posibles movimientos diferenciales y distorsiones angulares estimando si es necesario profundizar y nivelar la fundación.

- Sistema de fundación. Las bases, zapatas, pilotes, etcétera, deberán en todos los casos estar perfectamente arriostradas en dos direcciones, con vigas de encadenado separadas por un "colchón amortiguador" entre éstas y el suelo expansivo.

- Cañerías subterráneas. Deberán controlarse tanto en la etapa de proyecto como de ejecución, todas las cañerías subterráneas, saneamientos y canalizaciones, para evitar roturas o fugas de agua que alteren el estado de humedad del suelo y del sustrato. Las juntas entre tuberías deberán ser flexibles y prever la colocación de un lecho de hormigón bajo las tuberías.

- Urbanización exterior. Aceras amplias y pavimentaciones extensas impermeables debidamente armadas para evitar roturas; dispuestas de forma perimetral, con pendiente hacia fuera y cunetas en el borde exterior. Con grados medios-altos y altos de expansividad, evitar el riego excesivo de los espacios verdes.

- Drenaje. Sistemas de drenaje perimetral efectivos, con cañerías de desagüe profundos y sistemas que eviten la saturación de los mismos

(geotextiles) y permitan la correcta evacuación de las aguas superficiales.

- En la ejecución. Deberá evitarse la exposición prolongada del sustrato de apoyo a la acción de la naturaleza, excavándose y hormigonándose en el menor tiempo posible.

Las intervenciones correctivas son complejas y de elevado costo, siendo estrictamente necesaria la obtención de datos mediante ensayos de suelos para que el cálculo del recalce o refuerzo esté a la altura de las circunstancias y la patología no progrese. Los principales métodos de reparación son: - Recalces de fundación mediante micropilotaje.

- Zunchados horizontales y refuerzos en la estructura, tales como zócalos armados y vinculados a la fundación rodeando el edificio, vigas de encadenado a nivel de cubierta y losas de entrepiso, rigidización de marcos de aberturas, contrafuertes, etcétera.

La cimentación sobre arcillas expansivas es posible siempre y cuando se cuantifique con exactitud el grado de expansividad y se tomen las medidas adecuadas para cada situación. No puede faltar un estudio de suelos completo donde se determinen las características geológicas y geotécnicas del terreno para no alterar las condiciones de trabajo previstas.

Por último, será estrictamente necesario tomar precauciones para no producir cambios de humedad durante la ejecución y verificar la estanqueidad de las cañerías y una red de drenaje que impida la llegada de agua hasta la cota de apoyo.

por los asentamientos diferenciales de la cimentación. Por ejemplo, pueden aparecer grietas verticales e inclinadas en los muros en ambos sentidos. Estos suelos provocan problemas de agrietamientos combinados por empujes horizontales, que se manifiestan en fisuraciones en muros de fachadas. Otra de las posibilidades es que se hundan las fundaciones en la parte central del edificio o en dos extremos al mismo tiempo.

También pueden aparecer fisuras de corte en nudos articulares rígidos, vigas apoyadas sobre ménsulas con grietas horizontales y/o inclinadas, rotura de losas, vigas, muros de carga con grietas inclinadas y horizontales, etcétera.

El asiento diferencial excesivo da lugar al movimiento de las columnas o grupos de columnas, superándose el límite elástico de algunos elementos estructurales. Estos daños se manifiestan en

principio en las fachadas ya sean portantes o no, con las grietas anteriormente expuestas.

Las arcillas expansivas pueden producir la rotura de cimientos (bases aisladas y/o zapatas corridas) y se manifiesta con grietas horizontales por empujes y grietas inclinadas por asiento diferencial.

Las grietas de flexión y distorsiones pueden desembocar en giros y rotura de las losas.

En obras antiguas, se verifican rotura de elementos verticales por cambio del estado de cargas (pilotes), roturas por flexión, cortante o flexión, empujes sobre vigas de encadenado, hundimientos por retracción del suelo, etcétera.

Otros problemas que pueden aparecer son: - Grietas por empujes laterales en muros de sótano.

- Deformación de solados.

- Rotura de cañerías, enfatizando aún más el problema al producirse la rotura de conductos que suministran agua al edificio.

El origen de las patologías por arcillas expansivas depende directamente de tres factores que pueden interaccionar entre sí: - La naturaleza geológica y geotécnica del suelo y en concreto el porcentaje de contenido de cada tipo para su caracterización.

- El grado de expansividad.

- Cambios de humedad. Por motivos estacionales o por otros factores externos como rotura de cañerías, riego abundante, existencia de árboles de crecimiento rápido y hoja caduca próximos al edificio, que producen la hidratación y deshidratación del suelo.

Para evitar la aparición de las patologías descritas se deberán respetar una serie de recomendaciones generales a seguir tanto en los referente a la etapa de proyecto como en la ejecución: - Profundidad de apoyo. La fundación propuesta deberá apoyar a una profundidad suficiente sobre las zonas del sustrato menos expuestas a los cambios de humedad y oscilaciones del nivel freático, evitando así las capas activas.

- Cargas. Las cargas transmitidas por la fundación al sustrato se deberán compensar con la tensión máxima admisible del suelo, asientos y la presión de hinchamiento, de modo que esta última nunca supere la tensión de trabajo de la fundación. Se podrá disminuir la acción de las arcillas expansivas siempre y cuando la

tensión transmitida por cada base, zapata, pozo o pilote sea regular y constante. Se deberán calcular los posibles movimientos diferenciales y distorsiones angulares estimando si es necesario profundizar y nivelar la fundación.

- Sistema de fundación. Las bases, zapatas, pilotes, etcétera, deberán en todos los casos estar perfectamente arriostradas en dos direcciones, con vigas de encadenado separadas por un "colchón amortiguador" entre éstas y el suelo expansivo.

- Cañerías subterráneas. Deberán controlarse tanto en la etapa de proyecto como de ejecución, todas las cañerías subterráneas, saneamientos y canalizaciones, para evitar roturas o fugas de agua que alteren el estado de humedad del suelo y del sustrato. Las juntas entre tuberías deberán ser flexibles y prever la colocación de un lecho de hormigón bajo las tuberías.

- Urbanización exterior. Aceras amplias y pavimentaciones extensas impermeables debidamente armadas para evitar roturas; dispuestas de forma perimetral, con pendiente hacia fuera y cunetas en el borde exterior. Con grados medios-altos y altos de expansividad, evitar el riego excesivo de los espacios verdes.

- Drenaje. Sistemas de drenaje perimetral efectivos, con cañerías de desagüe profundos y sistemas que eviten la saturación de los mismos (geotextiles) y permitan la correcta evacuación de las aguas superficiales.

- En la ejecución. Deberá evitarse la exposición prolongada del sustrato de apoyo a la acción de la naturaleza, excavándose y hormigonándose en el menor tiempo posible.

Las intervenciones correctivas son complejas y de elevado costo, siendo estrictamente necesaria la obtención de datos mediante ensayos de suelos para que el cálculo del recalce o refuerzo esté a la altura de las circunstancias y la patología no progrese. Los principales métodos de reparación son: - Recalces de fundación mediante micropilotaje.

- Zunchados horizontales y refuerzos en la estructura, tales como zócalos armados y vinculados a la fundación rodeando el edificio, vigas de encadenado a nivel de cubierta y losas de entrepiso, rigidización de marcos de aberturas, contrafuertes, etcétera.

La cimentación sobre arcillas expansivas es posible siempre y cuando se cuantifique con exactitud el grado de expansividad y se tomen las medidas adecuadas para cada situación. No puede faltar un estudio de suelos completo donde se determinen las características

geológicas y geotécnicas del terreno para no alterar las condiciones de trabajo previstas.

Por último, será estrictamente necesario tomar precauciones para no producir cambios de humedad durante la ejecución y verificar la estanqueidad de las cañerías y una red de drenaje que impida la llegada de agua hasta la cota de apoyo.