

## PRÓLOGO

Cuando estaba escribiendo este libro, había terminado la revisión bibliográfica, definido el marco conceptual y redactado casi en su totalidad los capítulos que lo componen, sucedieron hechos o se acentuaron otros que necesariamente motivaron un proceso de reflexión acerca de ellos e incidieron favorablemente en la versión final del mismo.

Uno de estos hechos es el Fenómeno de La Niña, fenómeno climático que forma parte de un ciclo natural global del clima conocido como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Este ciclo global tiene dos extremos: una fase cálida conocida como El Niño y una fase fría, precisamente conocida como La Niña. Cualquiera de ambas condiciones se expande y persiste sobre las regiones tropicales por varios meses y causa cambios notables en las temperaturas globales, y especialmente en los regímenes de lluvias a nivel global. Dichas variaciones se suceden alternativamente en períodos de cinco a siete años y se tienen registros de su existencia desde épocas prehispanicas, manifestándose en el cambio climático, lluvias copiosas y el desborde de los ríos.

El fenómeno de La Niña está asociado a condiciones más húmedas de lo normal en todo el norte de Sudamérica, incluyendo Colombia, Venezuela y el norte de Brasil. Éste también afectó las temperaturas en el Pacífico Tropical y generó cambios en las variables atmosféricas, se extendió por más

de un año y produjo la peor crisis invernal de toda la historia del país, con más de tres millones de damnificados, provocando además deslizamientos y crecientes rápidas en los piedemontes Llanero y Amazónico, así como en el norte de la región Andina; de igual forma en las cuencas bajas de los ríos Magdalena y Cauca. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), unos once departamentos, entre los que se encuentran Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca, Boyacá y los Santanderes, han sufrido sus efectos.

Necesariamente con las intensas precipitaciones llegan las inundaciones, los deslizamientos de tierra, los desbordamientos de los ríos, riachuelos, el aumento del volumen de aguas lluvias, la destrucción de asentamientos humanos y en menor grado el deterioro de las edificaciones porque el agua penetra o asciende en ellas. Entre otros efectos, se encuentran posibles riesgos a la salud por aumento de las enfermedades tropicales.

El otro hecho, el calentamiento global, fenómeno que se viene acentuando en las últimas décadas y que hace referencia al aumento de la temperatura media global, de la atmósfera terrestre y de los océanos. El calentamiento global está asociado a un cambio climático que puede tener causa antropogénica o no; su principal impacto es el efecto invernadero, que se refiere a la absorción —por ciertos gases atmosféricos, prin-

principalmente CO<sub>2</sub>— de parte de la energía que el suelo emite, como consecuencia de haber sido calentado por la radiación solar.

El efecto invernadero natural que estabiliza el clima de la Tierra no es cuestión que se incluya en el debate sobre el calentamiento global; sin él las temperaturas caerían aproximadamente en unos 30 °C; con tal cambio, los océanos podrían congelarse y la vida, tal como se conoce, sería imposible. Para que éste se produzca, es necesario la presencia de estos gases de efecto invernadero, pero en proporciones adecuadas, que no generen alteraciones en los ecosistemas. Lo que preocupa a los climatólogos es que una elevación de esa proporción producirá un aumento de la temperatura debido al calor atrapado en la baja atmósfera. El calentamiento global es un mal que afecta permanentemente a la tierra en su conjunto y de diferentes maneras, causando pérdidas humanas y materiales. Si no se toman medidas inmediatas para detenerlo, en aproximadamente 100 años habrá consecuencias desastrosas para la humanidad y para todos los seres vivos.

La excesiva expulsión de gases de invernadero como el gas metano y el CO<sub>2</sub>, entre otros, es una de las principales causas del calentamiento global, además de la tala indiscriminada de los bosques que son los “pulmones” del planeta. Se requiere atención urgente de los gobiernos de todos los países del mundo para que pongan en práctica planes y medidas ambientales para evitar que este problema continúe, además de poner en vigencia leyes contra la emisión excesiva de gases invernadero, por parte de grandes industrias y fábricas, así como promover planes que apoyen el uso del gas natural, en vez de combustibles fósiles.

Algunas de las grandes y desastrosas consecuencias debidas al calentamiento global y al ineficaz control de su avance a través del tiempo son: deslaves, como el ocurrido en el estado Vargas, en Venezuela, en 1999; terremotos, incesantes lluvias y aguaceros causados por los cambios climatológicos ocurridos en los últimos años alrededor del

planeta y que han afectado gravemente a países en Asia, donde se han presentado los últimos tsunamis; en América, los huracanes Katrina, Wilma, Rita, Mitch, así como otra serie de eventos que se están manifestando y otros muchos que podrán aparecer y dejar daños aún más graves en el mundo tales como: la variación constante del clima, veranos donde la excesiva exposición al sol causará enfermedades, incendios, sequías o el derretimiento de los polos; lluvias torrenciales que podrían causar grandes desastres.

El calentamiento global es un hecho y en el país los efectos ya son evidentes. Según datos del IDEAM y el Departamento de Geografía de la Universidad Nacional de Colombia, la temperatura del aire aumentó entre 0,1 y 0,2 °C por decenio durante la segunda mitad del siglo xx.

Los cambios son progresivos y las consecuencias son manifiestas; la señal más clara es el retroceso de los nevados en el país. En 1974 se disponía de un área de aproximadamente 94 Km<sup>2</sup>, en 2003 esta área disminuyó a 55 Km<sup>2</sup>. Cada año, estas zonas pierden entre 2 y 3% de su superficie. En las costas colombianas se ha registrado una tendencia al aumento del nivel medio del mar de tres a cuatro milímetros anuales en el Pacífico y uno o dos milímetros en el Caribe.

La frecuencia de las lluvias ha aumentado o disminuido en algunas regiones y la temperatura también se ha incrementado. Dichos efectos fueron evaluados de forma preliminar en la Primera Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 2001, cuya elaboración fue coordinada por el IDEAM.

Como último hecho está la temporada invernal a la cual ha estado sometido el país, que ha afectado en buen porcentaje a las edificaciones, generando inquietudes expresadas en consultas, quejas, comentarios de administradores, propietarios de éstas y de productores de insumos para la construcción; unos por su deterioro creciente y la aparición de situaciones no resueltas que han tenido que aceptar con resignación o

vivir con ellas; los otros por el aumento en las ventas, pero a su vez la manifestación de los usuarios en relación con los resultados poco efectivos de los productos especializados, debido a problemas de aplicación por el desconocimiento de sus bondades y contraindicaciones, recogiendo este término del argot médico.

Todo esto conllevó a una revisión del enfoque del problema y de la metodología para afrontar el estudio del fenómeno de la humedad en la edificación y de las patologías que de su presencia se desprenden.

El agua es uno de los elementos básicos para la vida de los seres vivos; sin ella no es posible la vida ni su desarrollo; es el origen de todos los procesos biológicos y ecológicos.

Desde la época antigua, se hacen referencias específicas al agua. Aristóteles define el agua como uno de los cuatro elementos básicos de la creación, junto con la tierra, el aire y el fuego; otros la consideraban como el único elemento verdadero a partir del cual se forman todos los demás cuerpos. Mirando al presente y al futuro, la vida por completo depende de ella, no es concebible ninguna actividad que no gire en torno a este preciado líquido, las ciudades, la agricultura, la industria, la generación de energía y el transporte, entre otras, la utilizan como materia prima.

El agua es, ha sido y será el factor clave del crecimiento y desarrollo de la sociedad. Sin embargo, cuando aparece en la naturaleza en forma de fenómeno, suele ser devastadora, generando grandes desastres, que ponen en peligro innumerables recursos, tales como los humanos, los paisajísticos y los de infraestructura. Ante estos embates de la naturaleza se hace necesario adoptar medidas para que se produzca el menor número de daños, de aquí que conocer cuáles son los escenarios de riesgos de un fenómeno, aporta elementos para la planificación y control de las políticas que se deben adoptar. La falta o el exceso de agua es responsable de grandes catástrofes naturales, en sequías o inundaciones, y de graves conflictos determinados por su uso y por sus usuarios, y —¿por qué

no?— del deterioro de las edificaciones y su posible colapso. La correcta gestión de “la herencia de agua” sigue siendo un reto incluso en países industrializados.

El agua hace presencia en estado líquido o gaseoso en zonas, regiones, épocas y periodos permanentes o variados. Para el caso de estudio, el campo de acción son las edificaciones, donde se convierte en su principal enemigo, comportándose como una constante amenaza, afectando su integridad, socavándola lenta pero incesantemente hasta el extremo de su destrucción.

Las edificaciones incorporan una piel exterior que les protege de las condiciones ambientales hidrotérmicas, del ruido, y al mismo tiempo ejerce una protección de su estructura; en ocasiones, esa piel exterior suele ser parte integral de su sistema estructural. Además constituye el aviso de la existencia de un problema, ya sea su manifestación como lesión o daño y el punto de partida de un estudio patológico.

La humedad en la edificación es causa y efecto de diversas patologías que disminuyen el confort y la salud de los usuarios a la vez que comprometen su estado. Ésta se convierte en patología cuando aparece en forma indeseada, incontrolada y en proporciones superiores a las esperadas en cualquier material o elemento constructivo. La influencia del agua en las edificaciones depende de los materiales y la forma en que han sido usados.

Hay muchas ocasiones en que una lesión es, a su vez, origen de otra y normalmente las lesiones no suelen aparecer solas. Dentro de los procesos patológicos que pueden afectar a una edificación, un apartado importante es el relacionado con las “humedades”, entendidas éstas como la existencia no deseada en los materiales o en los elementos constructivos de un contenido de agua superior al correspondiente equilibrio hídrico con su entorno.

Los materiales tienden a establecer de forma natural el equilibrio hídrico con el ambiente y con otros materiales que les rodean. Este equilibrio se alcanza mediante

los mecanismos de intercambio (captación o cesión) de agua, y a su vez están relacionados con el agua líquida: Succión, absorción o relacionados con el vapor de agua: Adsorción, difusión o evaporación.

La humedad tiene un alto impacto en la edificación, incide en su vida útil dado que es una de las causas de su deterioro en el tiempo. La construcción de edificaciones con un buen comportamiento ante ella supone una reducción de los costos de mantenimiento, así como de la frecuencia de las intervenciones por la aparición de lesiones o daños que hacen necesario realizar acciones de reparación, rehabilitación o restauración, según el caso.

De acuerdo con la agencia internacional de energía en Europa se invierten anualmente cerca de 10 billones de euros en reparaciones de daños ocasionados por la humedad en las edificaciones; además, un mal comportamiento frente a ésta supone un incremento en el consumo energético. Según las mismas fuentes, se estima que un diseño defectuoso, con problemas en su concepción y selección de materiales desde el punto de vista de la humedad podría suponer un incremento del 20% sobre el consumo previsto de una edificación de bajo consumo energético, dando lugar a unas mayores emisiones de CO<sub>2</sub>.

La humedad también afecta la calidad interior de las edificaciones y la salud de los usuarios. Los altos niveles de humedad y la condensación de agua en las superficies de muros interiores y cielo rasos pueden dar origen al desarrollo de microorganismos, tales como mohos y hongos que, aparte de la degradación y los efectos antiestéticos que producen, pueden estar relacionados con la aparición de enfermedades respiratorias y de la piel, entre otras.

Además de estos efectos sobre la calidad del aire en el interior de las edificaciones, la condensación intersticial y la acumulación de humedad en los elementos constructivos o partes de la edificación origina degradación en las condiciones de integridad de los materiales y deterioro de éstos.

La mayor parte de los daños y lesiones

que se producen en las construcciones son atribuibles a la acción nociva de la humedad. Ésta perjudica la buena conservación de las partes y de los elementos de la obra, y disminuye su protección térmica. El problema de la protección contra la humedad, por consiguiente, consiste en preservar las obras del contacto con la humedad o impedir el efecto dañino inmediato del agua y de la humedad sobre las partes de dichas obras o los materiales que las integran, así como en completar o aumentar la protección térmica.

El grado en que la humedad puede influir en las construcciones depende de las propiedades de los materiales y de la forma como se han empleado; la causa de los daños en los materiales, tanto pétreos como vegetales, reside en la capacidad o aptitud de absorción de su estructura porosa y, eventualmente, en la solubilidad de sus componentes sólidos.

Las humedades no sólo inciden en las condiciones de salubridad y confort de las edificaciones, sino que pueden llegar a afectar las condiciones de servicio. Por otra parte, el agua interviene en muchos otros procesos patológicos que pueden afectar la durabilidad de los materiales y, por extensión, de las estructuras y elementos constructivos (corrosión, disgregación, pudrición, etc.). Los problemas patológicos pueden tener su origen en los errores que se cometen en la fase de proyecto, siendo los más graves los conceptuales; en la fase de ejecución, generalmente por un control inadecuado de la misma; en la calidad de los materiales utilizados, si bien se ha conseguido disminuir esta tendencia en los últimos años; y en el mal uso y mantenimiento de las edificaciones. En otras ocasiones actúan causas naturales o excepcionales que también dejan fuera de servicio las construcciones, y sobre las que se tiene poca capacidad de prevención.

La conservación de las edificaciones está amenazada exteriormente por los siguientes factores:

- Los efectos de la intemperie.
- Las sustancias nocivas contenidas en el aire.

- La humedad del ambiente presente en el suelo o subsuelo.
- Los movimientos sísmicos
- El incendio y caída de rayos.

En el interior de las edificaciones pueden producirse daños por:

- Escapes o inundaciones de agua (procedente de instalaciones sanitarias o de la instalación de agua caliente o fría).
- Exceso de humedad en el aire ambiente y en varios elementos constructivos.
- Vibraciones y ruidos en la propia edificación.
- Incendio y explosión.

Las fuentes de humedad pueden ser diversas: lluvia, condensación, ascensión capilar desde el contacto con el suelo, además de las inundaciones y fallas en las conducciones de agua. Como problema adicional, en pocas ocasiones se produce el transporte de agua pura, que en caso de secarse el elemento y sus materiales constitutivos dan lugar a la cristalización de sales, presentándose eflorescencias, deslaminación o desintegración de estos.

Determinados incidentes que suelen producirse en las edificaciones forman parte de un proceso de envejecimiento general, que se puede considerar natural; sin embargo, en algunos casos, tales incidentes son provocados por errores en los criterios constructivos aplicados.

La casi nula cultura del mantenimiento ha dado lugar a un proceso de envejecimiento que se ha acelerado en las edificaciones porque éstas se hallan expuestas permanentemente a los agentes atmosféricos. Una falta de mantenimiento puede conducir a envejecimiento prematuro a riesgo de desprendimientos de elementos y, por lo tanto, de peligro para los transeúntes.

Como respuesta a todos estos problemas originados por la humedad y en el desarrollo de los preceptos de la construcción sostenible y del edificio enfermo se ha elaborado el presente libro, el cual tiene como objetivo dar los elementos conceptuales acerca de la

humedad, identificar sus efectos, conocer las diferentes fuentes que la originan y sus distintas manifestaciones que permitan caracterizarla, determinar los elementos para la toma de decisiones en cualquiera de las fases del proceso de producción de obras de edificación, la planeación, la ejecución y el funcionamiento; aunque es en esta última donde la humedad se hace presente, muchas situaciones se pueden prever y por lo tanto evitar. A partir de su reconocimiento, se diagnostica y se establecen las sugerencias acerca de las posibles intervenciones, acompañadas de recomendaciones de diseño.

El libro se estructura en cinco capítulos. En el primero se hace una serie de consideraciones de orden general en cuanto al proceso de producción de obras de edificación; el clima, incluidos los elementos climáticos tales como la radiación solar, el viento, la temperatura, la humedad, las precipitaciones; el concepto de humedad y temperatura; las diferentes zonas climáticas: zonas frías, templadas, cálidas y los diferentes climas; el clima y la edificación.

En el segundo, se define el concepto de humedad; las diferentes fuentes de orden físico que la originan: la humedad de filtración, la capilar, la de condensación, la accidental o de uso, y la de obra; las doce distintas formas de manifestarse; los mecanismos de penetración: Adsorción, difusión, evaporación, convección, absorción, y succión capilar; los efectos nocivos de la humedad en los materiales y la salud, y el concepto del síndrome del edificio enfermo.

El tercero se refiere al diagnóstico de humedades, al reconocimiento del sitio y la edificación: las características del lote y su entorno, las características de la edificación; la inspección, localización y caracterización de la humedad; la correlación entre variables; el diagnóstico de humedades, el pre-diagnóstico, los ensayos de comprobación; la deducción de las causas, de orden general, de orden particular y las propias de los elementos constructivos: cimentaciones y sótanos, pisos, muros de fachada, muros interiores, vanos, puertas y ventanas, cubiertas y

terrazas. El objetivo es la sistematización de los criterios de reconocimiento-inspección-diagnóstico para la posterior intervención en función del elemento constructivo; primero como entidad autónoma, y posteriormente como elemento que forma parte de un conjunto más amplio, que es la edificación.

En el cuarto capítulo se aborda el tema de la reparación de humedades, dependiendo de cada una de las fuentes (filtración, capilaridad, condensación, accidental o de uso, obra) que la originan, su reconocimiento a partir de sus manifestaciones, las evidencias o los síntomas, la definición del tratamiento o terapéutica con la anulación de las causas y la reparación del efecto que se presenta en cada elemento constructivo: Cimientos, muros de contención, fachadas (pañños ciegos, remates superiores, relieves, balcones, vanos), cubiertas planas o inclinadas (aleros, pretilas, cierres de vanos) para finalmente hacer una serie de recomendaciones que eviten su presencia. El objetivo es que a partir del diagnóstico y la determinación de las causas que generaron las lesiones, se aplique una terapia doble que elimine las primeras y repare las segundas.

En el quinto se hacen una serie de consideraciones y recomendaciones de diseño por cada elemento o parte de la edificación; cimentaciones y sótanos: características del suelo, tipo de cimentación, sistemas de drenaje y evacuación, sistemas de impermeabilización, encuentro del suelo con los muros, encuentro entre suelos y muros divisorios interiores, tratamiento del perímetro, sellado de juntas; fachadas: Arranque de fachada, encuentro de la fachada con la losa, con columnas, aleros y cornisas, antepechos y remates superiores, encuentro de la fachada con la carpintería, juntas de dilatación y anclajes; cubiertas: Condiciones de las soluciones de cubierta, de los componentes del sistema de formación de pendientes (aislante térmico, capa de impermeabilización, cá-

mara de aire ventilada, capa de protección), condiciones de los puntos singulares (juntas de dilatación, tipos de cubierta, planas, inclinadas y los diferentes tipos de encuentro (cubierta con el borde lateral, con sumidero y canal, rebosaderos), encuentro de la cubierta con elementos pasantes (anclajes, rincones y esquinas, accesos y aberturas, lucernarios), encuentro de la cubierta con un paramento vertical, aleros, bordes.

En conclusión, y como consecuencia de lo anterior, y en su base, está la afirmación del convencimiento que reparar una lesión constructiva no es taparla ni demoler lo deteriorado y sustituir —práctica habitual de los albañiles llamados por el administrador o el propietario para reparar la lesión—. Después de todo la lesión por lo general sólo es un síntoma manifiesto que esconde habitualmente múltiples causalidades, y atender sólo a su reparación deja intactas las causas que son las reales responsables y que volverán a generar lesiones si no se las descubre y elimina.

Por lo tanto, algunas tendencias que se han venido observando últimamente, sobre las que se quiere llamar la atención por la extensión e importancia de los daños que se generan y por las cuantías económicas que se necesitan para restituir la edificación o una de sus partes (cerramientos, estructura) a los niveles de exigencias funcionales, de habitabilidad y de seguridad previstas en el proyecto requieren de atención inmediata. Tal es el caso de los problemas de las humedades, muy generalizados en la edificación, y que afectan no sólo su funcionalidad y habitabilidad, sino en muchos casos también su seguridad, al generar nuevos procesos patológicos que la deterioran en su conjunto y la pueden llevar al colapso.

ARQ. LUIS HUMBERTO CASAS F.  
Cali, noviembre de 2011