



LA HUMEDAD EN LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA EN EL TROPICO. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Angela M. Stassano R.

Plaza Comercial Bioclimática Techos Verdes, local No.1, Colonia El Barrial, 3era. Calle, 3era. Ave.
Norte. San Pedro Sula, Honduras.

Teléfono (504) 510-0126 (504) 551-8629 (504)551-8630 adobe.y.viento@sigmanet.hn

Palabras claves: humedad, tierra, diseño

RESUMEN

La presentación intenta listar los aspectos claves a tener en cuenta los diseñadores y constructores al edificar con tierra en Países Tropicales.

Las recomendaciones van desde tipos de techos, aleros, consideraciones de ventilaciones, estabilización de bloques, aislamientos, repelentes de agua, sellos de vapor, sugeridos a aplicar en las construcciones con tierra. Son referidas principalmente a las construcciones con BTC (Bloques de Tierra Comprimida) y enfocadas particularmente a los aspectos preventivos manejables en el diseño, que permiten tener la construcción de proyectos de mejor calidad de vida y durabilidad. Muchas de las recomendaciones son de aplicación sencilla y de baja tecnología, aplicables a todo tipo de diseño tropical, que no implican mayores costos de construcción pero sí del proceso de planificación.

Hoy día muchos profesionales de la construcción, ingenieros y arquitectos, asumen que las construcciones de tierra pueden diseñarse y construirse de igual forma a otras de mampostería mas resistentes al efecto del agua, ignorando que los problemas posteriores podían ser vacunados desde el escritorio en la etapa de diseño.

Se brinda un listado de medidas preventivas o vacunas, y de medidas atenuantes aplicables a proyectos ya existentes. Los comentarios, dibujos y fotografías a incluir están basados en la observación y experiencia directa de la autora, a través de los últimos 12 años de trabajar en diversos proyectos con tierra en Honduras, Centro América.

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas tropicales del mundo, comprenden una enorme franja de terreno y de agrupación de población humana, mucha de la cual vive en construcciones de tierra desde tiempos ancestrales, construcciones constantemente expuestas a humedad, temperaturas, flora y fauna particulares, aunadas a dificultades socioeconómicas, situaciones que de por sí afectan la calidad de vida **en y de** las construcciones de tierra mismas. Es mi pretensión, iniciar una discusión al respecto, para promover la investigación y el desarrollo de soluciones acordes a cada contexto particular.

La construcción con tierra en países Tropicales como Honduras, donde existe una elevada humedad ambiental, así como una fuerte exposición directa por lluvia durante períodos prolongados y reincidentes durante el año, deber contar con cuidados específicos.

Esta recomendación se vuelve particularmente importante desde el punto de vista de seguridad constructiva y personal, hasta el de salud, ya que el exceso de agua cambia totalmente las cualidades intrínsecas de los suelos, su capacidad de carga y resistencia, así como su cohesión, su capacidad de recibir compactación y mantenerla, pudiendo debilitar muros o secciones de muros desde erosionarlos en su condición mínima hasta llevarlos a su total colapso; creando, durante este proceso de humidificación e impregnación excesiva, condiciones de deterioro visibles de la calidad constructiva, como es el desprendimiento de pinturas y repellos o revoques aumentando el mantenimiento; la pérdida de la calidad de vida en los ambientes afectados, el frío es más penetrante en ambientes húmedos, el olor es desagradable; hasta el crecimiento acelerado de hongos y mohos que pudieran deteriorar la

salud de sus habitantes pudiendo llevarlos a desarrollar cuadros de enfermedades bronco-pulmonares y/o alérgicas.



Figura 1 – El Trópico favorece la vida, inicia con el mocho, aparecen las grietas, nace la flora y llega el posterior colapso, primero del repello y luego del muro completo



Figura 2 – Colapso por exceso de humedad, ya que se repelló solo una cara del muro, la visible hacia la casa

Este breve y simplificado artículo intenta resumir un panorama particular de los aspectos que deben considerarse en climas tropicales, especialmente al intentar construir con tierra, asumiendo de inicio, que las construcciones están debidamente concebidas y ejecutadas. No se desea enfocar problemas de calidad constructiva, sino más bien, soluciones y vacunas preventivas, aplicables en la etapa de diseño y construcción, recomendaciones que también son herramienta útil para cualquier sistema de construcción en estos climas. Veamos algunos de estos puntos principales.

2. HUMEDAD RELATIVA Y LA VENTILACIÓN CRUZADA

En ciudades de baja elevación como San Pedro Sula (31 msnm) al igual que otras ubicadas muy cerca de la costa marina y en especial de la costa Atlántica, donde los índices de humedad relativa oscilan durante casi todo el año, entre el 73% y el 92% (Oficina de Meteorología SPS), se generan condiciones ambientales particulares desde el ambiente de flora y fauna, que afectan los sistemas constructivos básicos.

Por ello es necesidad básica provocar la ventilación cruzada en todos los ambientes; en su defecto, la de contar con sistemas de "secado" o "des-humidificación" mecánicos como los son los aparatos de aire acondicionado y/o deshumidificadores portátiles, o como mínimo con abanicos eléctricos de techo que provocan el movimiento de aire interior, intentando evitar el crecimiento de hongos y moho desde paredes hasta en utensilios de uso cotidiano.

Por razones ambientales, de costo y de salud, sugerimos fuertemente el apoyar la ventilación cruzada, buscando la adecuada asesoría de un profesional de la Arquitectura, para optimizar la orientación y ventilación de todos los espacios de un edificio o residencia. Basta para ello intentar aplicar cualquiera de los esquemas básicos de diseño con ventilación cruzada. Adjuntamos algunos ejemplos de nuestros proyectos.

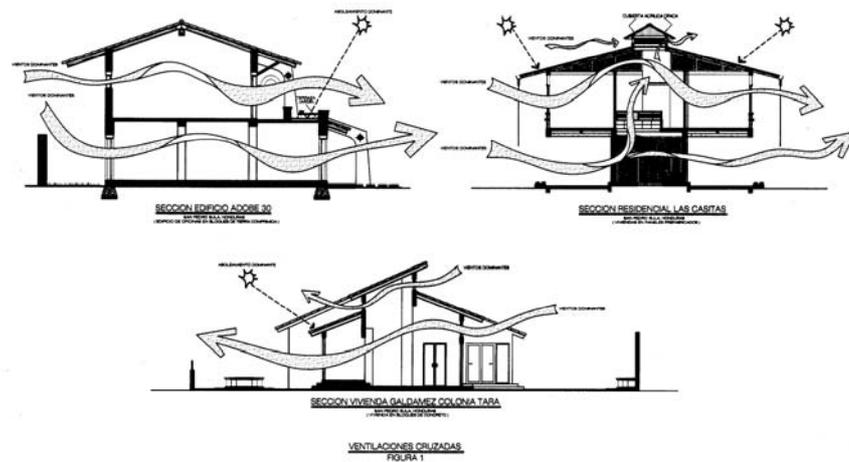


Figura 3 – Modelos de ventilaciones cruzadas

La sección del Edificio Adobe 30 presenta el efecto Venturi donde la superficie de penetración de aire es menor a la de salida, provocando una aceleración interna del flujo de ventilación; la sección de Residencial Las Casitas, sin bien es de un edificio de paneles prefabricados, ilustra otros sistemas posibles de ventilación cruzada donde el calor es eliminado por ascenso propio y empuje del aire más frío de las superficies inferiores y a la sombra; la sección de la vivienda Galdámez de una vivienda en bloques de concreto ilustra otras posibilidades de ventilación cruzada por la parte alta de la vivienda utilizando un patio trasero. Estos son esquemas básicos de ventilación cruzada básica e importante en el Trópico, para todo tipo de material, pero fundamental para las construcciones con tierra dada la alta masa con capacidad de absorción de agua que tienen las paredes mismas.

También los abanicos de techo, son un excelente medio suplementario para mover el aire interno, especialmente en ambientes centrales o no colindantes con el exterior. Su costo de operación es sumamente bajo, y la sensación de bienestar ambiental o confort térmico es muy elevada. Por supuesto, su altura, separación del cielo interior y su ubicación, deben ser bien consideradas, pues requieren espacio para " **introducir y mover el aire** " en el ambiente, a la vez que contar con fuentes de entrada y salida del mismo, como ventanas y puertas colocadas preferiblemente en sentidos opuestos.

3. HUMEDAD DIRECTA

Aquí consideramos la recibida por el contacto con la lluvia o por exposición directa de las paredes al agua. En el clima tropical es imprescindible considerar la protección de las paredes de la lluvia y del sol, para lo cual nosotros aplicamos invariablemente las siguientes medidas:

3.a- Aleros amplios. Deben construirse aleros de techos suficientemente amplios, (mínimo de 1,00 m de proyección en paredes no mayores de 3,50 m de altura) especialmente en fachadas Norte y Este de los edificios, por provenir de allí los vientos dominantes, o en las

que por otras razones de ubicación particular, sean azotadas normalmente por la lluvia. Por error, al emular modas o estilos de arquitectura de otros climas y regiones, los aleros se han reducido o desaparecido totalmente, situación impráctica en el trópico, pues la lluvia azota las paredes e ingresa fácilmente por puertas y ventanas, causando los problemas del caso. (Este aspecto se debe analizar en zonas de playa expuestas a fuertes vientos, donde quizás deban reducirse la proyección de los aleros, anclar más firmemente las cubiertas, y sombrear utilizando pantallas solares, mismas que pueden ser desde lamas, toldos, pérgolas hasta árboles u otro tipo de protección que no ofrezca zonas para embolsar los vientos).

3.b- Repellos cementosos. Deben repellarse todas las superficies expuestas al exterior, con repellos de base cementosa, correctamente mezclados y aplicados, utilizando un enmallado galvanizado fijado a la pared a repellar, a la cual previamente se le ha abierto poro a fin de garantizar su adherencia. Los repellos con base única de tierra, o combinando tierra y cal, suelen requerir mayor mantenimiento que de no ser aplicado, perjudica el desempeño y vida de la construcción. La condición de vida en los países centroamericanos, generalmente no permite o no siente atractivo por el constante mantenimiento de superficies más allá de las pinturas aplicadas, por lo que se prefieren los repellos cementosos, especialmente al utilizar BTC (Bloques de Tierra Comprimida) estabilizados con cemento. En casos aislados hemos observado la aplicación de selladores pintados que no permiten el respiro natural de la pared, lo cual genera cuadros peores de desempeño. Nuestra experiencia de varios años sugiere por ello utilizar obligatoriamente en paredes exteriores, repellos cementosos con pulidos de tierra y cal, condición obvia en paredes interiores o protegidas de la lluvia, y pinturas de base látex. El solo repellar la parte baja de las paredes no suele ser suficiente en virtud de que las tormentas tropicales suelen tener fuertes vientos que muchas veces provocan lluvia casi horizontal, mojando incluso la parte alta de las paredes, de ahí la importancia de repellar todas las paredes exteriores.

3.c- Estabilización del BTC y el adobe. En proyectos construidos en zonas bajas, pobremente drenadas o de alta posibilidad a exposición ocasional de agua, se deben estabilizar los bloques de tierra, preferiblemente con cemento, según las proporciones bases ya conocidas y requeridas (un promedio del 5% al 6% por peso de Cemento Pórtland). Esta medida puede proteger inclusive construcciones que son sometidas a niveles temporales de inundación, si se cumple con las normas dadas para la prueba de esfuerzo húmedo o de resistencia mojada, según códigos con normas iguales o similares a las ASTM D1633-00 referida en el código de Nuevo México, para dar un ejemplo.

3.d- Construcción o implementación de canales adecuados para drenajes de techos y drenajes superficiales de tierras. Los sistemas de captación y canalización de aguas lluvias deben calcularse con capacidad sobrada considerando las intensas temporadas de lluvias, así como la posible obstrucción de accesorios, drenajes y puntos de cambio de dirección de canales de techos ante la abundante vegetación y fauna tropical. Hojas y nidos de aves suelen depositarse fácilmente a lo largo de todo el año, volviendo el mantenimiento y limpieza periódica de los mismos, imprescindible.

Zonas de terrenos no auto-drenados o auto-absorbibles, ya sean por topografía o por tipo de suelos, deben contar con causes adecuados para evacuar las aguas lluvias del predio del terreno, especialmente durante las típicas tormentas tropicales, anticipando sistemas para prevenir la erosión del terreno mismo.

3.e- Detalles de diseño importantes, arquitectónicos y constructivos (figura 4)

Vemos aquí dos secciones de muros de BTC con contrafuertes, la fig. de la izquierda con contrafuertes inclinados donde la caída de lluvia sobre el mismo provocará la erosión y daño más rápido de la superficie particularmente en las aristas o esquinas donde tenderán a aparecer fisuras que permitirán el ingreso del agua detrás del repello mismo, ello a pesar del repello de cemento y del capote de concreto; comparado con la sección de la derecha donde se utilizó un contrafuerte vertical con capote de concreto inclinado que protege mejor

la superficie de la pared repellada eliminando el escurrimiento de agua sobre la pared misma. En ambos casos obsérvese el capote con cortalágrimas inferior que evita el retorno de la gota de agua hacia la pared tal como se indica en la sección inferior ampliada dentro del círculo.

3.e.1 Protuberancias. Es mejor evitar superficies sobresalientes, sin protección completa de la lluvia pues tienden a "orientar o canalizar" el recorrido del agua, dañando pulidos y repellos, provocando grietas superficiales que se profundizan con el paso del tiempo hasta llegar al interior del muro de tierra (figura 5).

3.e.2 Capotes de paredes. Deben protegerse todos los cantos de paredes y superficies horizontales, de la acción del azote de la lluvia y de la acumulación de agua, así como del escurrimiento gradual de la misma. Típicamente en los pueblos se utiliza la teja artesanal para cubrir tales muros o juntas de techos; también pueden utilizarse segmentos de cubierta o techo así como pequeñas fundiciones de concreto pobre, sobresalientes en ambas caras del muro con sus respectivos corta-lágrimas (ver figura 6 donde no se aplicó y ver esquema figura 4 donde sí se aplica sobre los muros con contrafuertes).

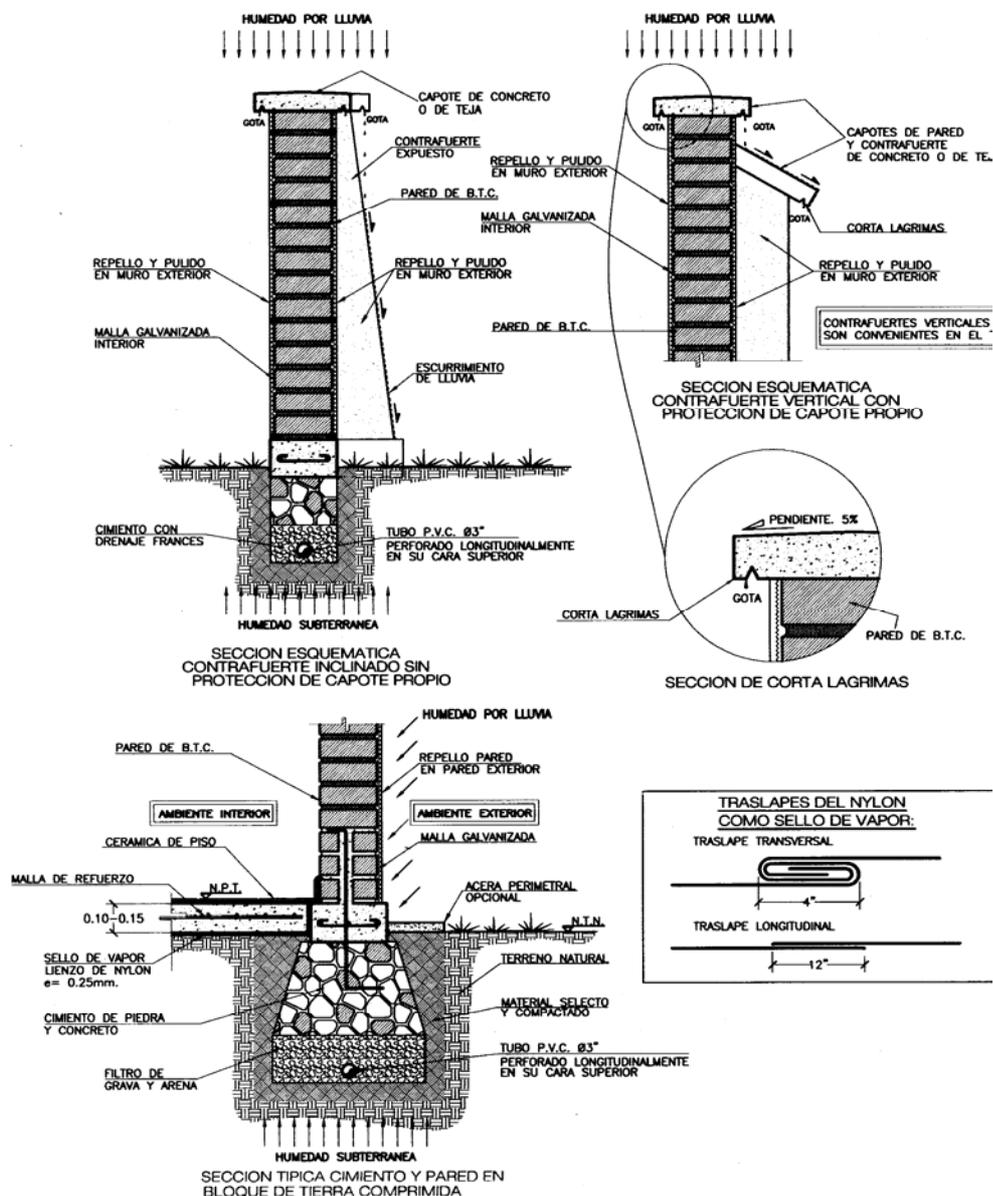


Figura 4 – Detalles constructivos para humedad directa y por capilaridad

3.e.3 Corta-lágrimas. Todos los elementos protectores de muros y vigas, y capotes sobresalientes de la pared, que reciben agua de lluvia, deben contar por su cara inferior una sección de corte del curso o retorno de las gotas de agua escurridas, para alejarlas de la pared inferior, evitando erosiones, grietas y futuros puntos de fallas. Estos corta lágrimas son sencillos de implementar y de una utilidad enorme tanto por mantenimiento al evitar el feo desarrollo de rutas de hongos y mohos, como por durabilidad de repellos y de los muros mismos. (sección ampliada dentro del círculo en la figura 4)



Figura 5 – Protuberancias o salientes en paredes expuestas, las grietas surgen por efecto de la erosión por agua



Figura 6 – Humedad y hongos por falta de capotes en los cantos de muros y escurrimiento de aguas lluvias

4. HUMEDAD POR CAPILARIDAD

Esta es la que sube por cimientos y paredes; para prevenirla es necesario considerar crear barreras a su recorrido o a la migración del agua subterránea hacia la parte baja y media de las paredes. Existen diversas alternativas de solución a este problema:

4.a- Construir un drenaje francés subterráneo, junto o bajo cimientos. Cuando la zona es baja o tiene altas características de humedad en los suelos, puede hacerse un filtro de

piedra, grava y arena, de diferentes tamaños, colocando un tubo perforado longitudinalmente por su sección media, en la parte inferior del drenaje mismo, para canalizar el agua subterránea hacia fuera, a un punto adecuado de desagüe. Implementar un filtro longitudinal de gravas envueltas en un manto geotextil, también ofrece excelentes resultados siempre y cuando las aguas recogidas se orienten a un punto específico de desagüe.



Figura 7 – Humedad ascendente por capilaridad y por rebote de aguas lluvias

En la figura 4 puede observarse esquemas básicos de drenaje francés que pudieran haberse implementado para evitar la situación de la parte baja de las paredes de la figura 7.

4.b- Prever la solera inferior y/o cimiento de concreto armado impermeabilizado, por medio de una capa de productos químicos al caso ya sea pintados en el concreto o incorporados en la mezcla como aditivo sellador de poro. Los costos son sumamente bajos, y su resultado muy importante, sobretodo ante la errónea y generalizada creencia de que el concreto por sí solo es un aislante total de la humedad. Una sencilla capa de plástico grueso, similar al usado como manteles, puede surtir el mismo efecto si es colocado sobre la cara superior de la solera inferior antes de colocar los bloques de pared.

4.c- Construir soleras inferiores o arranques de pared sobre-elevadas del nivel natural del terreno, al menos en 20 centímetros, de lo que podría ser el nivel del agua de lluvia acumulada en el terreno durante una fuerte tormenta. La intención principal es evitar el contacto de la humedad con las hiladas inferiores de bloques de tierra o la base de la pared de bahareque o tapia. Actualmente en las viviendas de bahareque a nivel popular, se continúan utilizando sobre-elevaciones de piedras cantos de río, similar a las utilizadas en tiempos precolombinos.

4.d- Construir las aceras perimetrales separadas de las paredes exteriores, (especialmente si no están cubiertas por los aleros perimetrales) para prevenir el salpicado de la pared durante la lluvia o riego y facilitar el secado de la parte inferior de la pared. Usualmente se construyen junto a las paredes, lo cual sirve en lugar de prevención, de trampolín de lluvia, por lo que se sugiere separarlas al menos sesenta centímetros, dejando una franja de grava o de grama perimetral junto a la pared. Es importante que las mismas no sean de material altamente absorbente de agua como las baldosas de barro artesanales ya que tenderán a crear mucho moho y volverse lisas durante la temporada de lluvias. Se

sugiere también, evitar sembrar junto a las paredes plantas que requieren de riego diario o abundante, en todo caso pueden utilizarse maceteras donde se aplique riego directo y no rociado.

4.e- Colocar un sello de vapor en pisos. Esto puede ser un sencillo y grueso lienzo de plástico, tipo mantel, colocado debajo de lo que serán las fundiciones de firmes de concreto o la colocación de morteros para mosaicos y baldosas de piso. Es importante que el lienzo no esté roto, y que los bordes perimetrales suban por la pared al menos hasta la altura del zócalo interior o un mínimo de 10 cm. Los lienzos deben traslaparse mínimo 10 cm en sentido vertical y 30 cm en sentido longitudinal (sección inferior y lateral de la figura 4), y en caso de romperse durante su colocación, podrán colocarse parches inferiores de igual traslape sobre el hueco.

5. CONCLUSIONES

El trópico, particularmente en zonas de alta incidencia de lluvias, como lo es la estrecha franja de tierra que constituye América Central, requiere de particular atención a las medidas antes mencionadas, si se desea construir con tierra, a diferencia de quizás de otros sectores también tropicales o del uso de otros materiales.

Las temperaturas y la constante humedad tropical favorecen a su vez el desarrollo de una exuberante vegetación, con patrones de crecimiento y desarrollo mayores de los usuales en otras regiones, que suele abrirse paso hasta en los sitios más inesperados sin pedir permiso alguno, empeorando con el albergue de diversos animales e insectos dada la biodiversidad increíblemente amplia propia del trópico. Plantas como helechos y hasta árboles vemos fácilmente creciendo de grietas entre repellos en paredes de adobe, vemos todo tipo de plantas creciendo en techos de tejas de arcilla, termitas y hormigas anidando muy cómodamente en las paredes de tierra y madera, que hacen re-considerar la importancia de las barreras a la humedad, y la atención al mantenimiento de todos los edificios en general y de los de tierra en particular.

A la vez, sabemos que el aislar pretendiendo impermeabilizar o sellar completamente la vivienda no es una solución factible en nuestro clima, donde la ventilación natural es altamente deseada, así como la renovación constante del ambiente interno, tanto por salud como por confort térmico general. Hoy día es conocido el efecto de la salud en los edificios mal ventilados, bajo lo que se conoce como *"El síndrome del edificio Enfermo"* particularmente en climas extremos, situación con menos posibilidad de ocurrencia en edificaciones de tierra. Mantener la característica básica de "pared que respira" en las construcciones de tierra, tiene de por sí un alto valor de salud agregado que a la vez prolonga la vida de las construcciones mismas.

Si las consideraciones antes dadas se aplican desde la etapa del diseño, los costos de construcción y mantenimiento, así como la durabilidad misma de la vivienda o edificio son optimizados al máximo, garantizando al ocupante o propietario la posibilidad de disfrutar plenamente del ambiente, sabor y desempeño de cada vivienda de tierra.

El obviarlas se traduce en altos costos de mantenimiento y de implementación posterior, donde las soluciones no pueden ser integrales ni brindar las mismas posibilidades que realizadas desde el inicio, en la etapa de diseño, situación que siempre tenderá a ir en contra de las bondades naturales de la construcción tierra y del beneficio de los usuarios del ambiente, pudiendo afectar desde aspectos estéticos, estructurales y hasta de salud.

Un buen diseño resuelve problemas antes de que ocurran, un buen constructor busca siempre anticiparse a los problemas, y un cliente, sencillamente no quiere problemas, ni quiere pagar por ellos, especialmente si contrata un profesional.

La humedad tropical y su efecto particular en las construcciones de tierra, con sus constantes ciclos de humidificación y secado, o de impregnación periódica, debe ser estudiada e investigada con profundidad, para beneficio de la enorme población mundial que

habita en los trópicos, y que también vive en construcciones de tierra desde tiempos remotos hasta tiempos actuales.

El promover la investigación y el desarrollar sistemas de protección de baja tecnología, así como la difusión de normas de diseño y construcción acordes al clima tropical, representan una importante labor a realizar tanto por profesionales como por instituciones educativas interesadas en contribuir al mejoramiento, la durabilidad y la calidad de vida "en y de" las construcciones con tierra contemporáneas; paralelo a lo es el estudio de las respuestas de tales construcciones a los impactos sísmicos.

La humedad atrapada es el cáncer de las construcciones, asesino lento y silencioso, particularmente en el Trópico, casi siempre constante, acumulativo y previsible, a diferencia de los impredecibles y catastróficos terremotos que surgen intempestivamente.

Al combinarse humedad atrapada, o erosión por excesiva humedad y sismos, los resultados pueden ser más destructivos, inclusive en niveles de bajo movimiento. La inquietud y la vacuna desde la etapa del diseño, son la mejor combinación a la salud de nuestras edificaciones tanto por humedad como por sismos.

Apliquémosla a tiempo.



Figura 8 – Sección de muro con contrafuertes con capote (protección de cantos de muro contra humedad), botas (zócalos o rodapié), repello cementoso con pulido de tierra y cal, ajardinado con plantas que no requieren riego directo en el trópico como las buganvillas

AUTORA

Angela M. Stassano R., arquitecta dedicada a la consultoría aplicada, gabinete técnico de práctica privada, 23 años de experiencia en Diseño y Supervisión en Proyectos de Arquitectura, Maestría en Administración de Negocios y Mercadeo, diplomado en Diseño Bio-climático de Espacios Abiertos. Especialidad de trabajo en Diseño Tropical Bio-climático, capacitadora para la Construcción con Tierra con BTC. Tecnologías Constructivas Alternativas y Diversas, Investigación y Experimentación, Arborización Urbana. Catedrática Universitaria. Publicaciones diversas, artículos, libro "Adobe, Madera y Ladrillo en la Arquitectura de San Pedro Sula" (portada dura 1997). Premio Nacional de Arquitectura CAH, año 2003 "Complejo residencial Tropical Las Casitas". Pronta publicación de su nuevo libro "Construyendo con Tierra, Vientos y Vegetación en el Trópico, Experiencias y Recomendaciones" estimada para diciembre de 2008.