

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SON FACTORES DE DURABILIDAD

1. Uso de nuevos sistemas constructivos en los establecimientos de salud

Hasta antes del año 2000, la gran mayoría de las edificaciones en el estado de Tabasco, de cualquier altura y niveles, habían sido modulados con base en dos métodos estructurales para soportar las losas de entrepisos y techos:

- Muros de carga a base de ladrillos de barro cocido o bloques de mortero cemento:arena, confinados por castillos y cadenas de concreto reforzado.
- Trabes y columnas de concreto reforzado para formar marcos rígidos, con muros divisorios de mampostería, tablas de cemento o yeso u otros.

Los entrepisos y techos, generalmente consistían en losas de concreto reforzado de diversas características: losas macizas, reticulares, de vigueta y bovedilla; en menor medida losas prefabricadas y otros métodos menos usados.

En Tabasco, durante la década de los años 90's inició un cambio acelerado en los métodos de construcción empleados en los edificios de mayor altura, orientándose hacia el uso de estructuras de acero, que se complementan con entrepisos y techos elaborados mediante un sistema compuesto: metálico (láminas acanaladas) y concreto reforzado, denominado "losacero", que se fijan a los elementos horizontales de los marcos estructurales mediante pernos conectores soldados.

El Hospital Regional de Alta Especialidad de la Mujer (puesto en funcionamiento en 2007), fue el primero de los que integran el sistema público de servicios de salud del estado de Tabasco, que se diseñó y construyó usando perfiles de acero estructural, con otra innovación, consistente en muros exteriores a base de tableros precolados, que por su densidad, peso y el tipo de anclaje de seguridad que requiere cada pieza, generan sobre la estructura una carga mucho mayor que los muros de ladrillos de barro o bloques de mortero.

Imagen 1, Hospital Regional de Alta Especialidad de la Mujer

Fachada principal en la que se observa la envolvente arquitectónica, constituida por tableros precolados, fijados a perfiles estructurales de acero.

Fuente: Google Earth



SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SON FACTORES DE DURABILIDAD

Durante la misma época se iniciaron las obras de otros dos establecimientos de salud mediante componentes estructurales mixtos: columnas de concreto reforzado, vigas de perfiles estructurales o armaduras de acero, con entrepisos y techos compuestos, mientras que en otras obras relacionadas con los servicios de salud, se iniciaba la utilización de muros exteriores a base de tablas prefabricadas de cemento o yeso, soportados mediante postes y canales metálicos galvanizados.

Tabla 1. Establecimientos de salud con nuevos sistemas constructivos a partir de 2000

Establecimiento de salud	Año	Componentes de la estructura	Entrepisos y techos	Muros exteriores
Hospital Regional de Alta Especialidad de la Mujer	2007	Vigas y columnas de perfiles estructurales de acero	Compuesto metálico y concreto	Tableros precolados
Torre de Oncología del Hospital "Dr. Juan Graham Casasús"	2007	Vigas y columnas de perfiles estructurales de acero	Compuesto metálico y concreto	Placas de yeso para exteriores
Hospital General de Cárdenas	2007*	Mixto: vigas de acero y columnas de concreto reforzado	Compuesto metálico y concreto	Placas de yeso para exteriores
CESSA "Dr. Maximiliano Dorantes"	2009	Mixto: vigas de acero y columnas de concreto reforzado	Compuesto metálico y concreto	Mampostería
Centro de Rehabilitación y Educación Especial CREE	2009	Vigas y columnas de perfiles estructurales de acero	Compuesto metálico y concreto	Placas de yeso para exteriores
Centro Gerontológico	2012	Vigas y columnas de perfiles estructurales de acero	Láminas multipanel	Placas de yeso para exteriores

* Obra que aún se encuentra en proceso

El **Reglamento de Construcciones del municipio de Centro, Tabasco**⁽¹⁾, vigente desde el año 1995 (en lo sucesivo "**El Reglamento**"), prevé la implementación de procedimientos novedosos, sujetos a una "justificación de idoneidad":

"ARTÍCULO NO. 263 NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN. Podrán utilizarse los nuevos procedimientos de construcción que el desarrollo de la técnica introduzca, previa autorización del Ayuntamiento, para lo cual el Director responsable de Obra presentará una justificación de idoneidad, detallando el procedimiento propuesto y anexando, en su caso, los datos de los estudios y los resultados de las pruebas experimentales efectuadas."

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SON FACTORES DE DURABILIDAD

También se establece en los requisitos de "**El Reglamento**", anexar "*los datos de los estudios y los resultados de las pruebas experimentales efectuadas*". En consecuencia, los establecimientos de salud mencionados en la **Tabla 1**, que a la fecha presentan una antigüedad de entre 13 y 18 años, se encuentran en momento oportuno para evaluar las condiciones de las estructuras, principalmente la integridad de los elementos metálicos ante los procesos de oxidación y/o corrosión.

2. La degradación de los materiales metálicos disminuye su resistencia y durabilidad

En razón de que "**El Reglamento**" no incluye un glosario en el que se explique o describa el término CORROSIÓN, y que en el ARTÍCULO 2 BIS del Acuerdo por el que se reforman, adicionan y derogan algunas de sus disposiciones, publicado en el mes de mayo de 2015, únicamente contiene definiciones respecto a las autoridades y las áreas administrativas encargadas de su aplicación, acudiremos a la definición contenida en un artículo publicado por la **Unidad de Investigación y Tecnología Aplicadas de la UNAM**⁽²⁾,

"Entendemos como corrosión a un proceso de degradación o proceso de "destrucción" de un material metálico. De igual manera, se puede entender cómo un proceso metalúrgico inverso esto debido a que el material intenta volver a su estado de menor nivel de energía, es decir, el material está perdiendo energía (está regresando a su estado natural)..."

...

2. Tipos de corrosión. Existen diferentes tipos de corrosión que se caracterizan dependiendo tanto de la naturaleza del material, como de las condiciones del medio ambiente en donde se encuentren.

...

El fenómeno de corrosión es el proceso natural de deterioro de materiales metálicos el cual se presenta a partir de reacciones químicas y electroquímicas entre el material y el ambiente, debido a que estos materiales buscan alcanzar un estado de menor potencial energético. La corrosión presenta muchas consecuencias a nivel económico y en términos de seguridad, por lo que su estudio y prevención es de suma importancia."

Por su parte, la **Norma Técnica Complementaria para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero**⁽³⁾ de la Ciudad de México (**NTCDCEA**), en su apartado de Durabilidad, establece:

"15.8 Durabilidad

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SON FACTORES DE DURABILIDAD

15.8.1 Los edificios y otras estructuras se deterioran a lo largo del tiempo. El deterioro puede ser visible en una inspección (por ejemplo, intemperismo y corrosión), o consistir en cambios indetectables en el material. Deben especificarse los daños tolerables, o un sistema adecuado de protección y mantenimiento para minimizar la posibilidad de que se presenten esos problemas o corregirlos oportunamente.

15.8.2 Los elementos de acero estructural expuestos a la intemperie se protegerán contra la corrosión (excepto los de acero especial intemperizable); cuando sea imposible protegerlos después de la fabricación y montaje de la estructura, en su diseño se tendrán en cuenta los efectos perjudiciales de la corrosión, por ejemplo, aumentando el grueso de las paredes de los perfiles respecto al necesario por resistencia. Se deberán tomar precauciones especiales cuando las estructuras estén expuestas a humedades, humos, vapores industriales, u otros agentes altamente corrosivos."

Para quienes habitamos en la región del trópico húmedo, conocemos el efecto de la cita en el documento de la Unidad de Investigación y Tecnología Aplicadas de la UNAM sobre "...las condiciones del medio ambiente en el que se encuentren..."; en razón de dos variables climatológicas que durante la mayor parte del año se encuentran en niveles elevados: precipitación y humedad relativa, es decir, la presencia de agua y/o vapor de agua, que favorecen los procesos de oxidación y corrosión de los metales ferrosos como el hierro y el acero. Esto es así porque el oxígeno, que es el componente del agua con mayor peso atómico, posibilita las reacciones químicas y/o electroquímicas que afectan las estructuras metálicas, producen pérdida de masa y degradan sus propiedades estructurales.

Imagen 2, Hospital General de Cárdenas.

Estructuras mixtas: vigas y armaduras de acero soportadas por columnas de concreto reforzado

Fuente: Portal Tabasco
<https://tabasco.gob.mx/noticias/super-visa-gobernador-carlos-merino-avances-del-hospital-general-de-cardenas>



Concerniente a las disposiciones de "**El Reglamento**", refiere la obligatoriedad de aplicar recubrimientos retardantes del fuego, para una resistencia de 3 horas, antes de que produzcan flamas o gases tóxicos; del mismo modo ordena la aplicación de recubrimientos a las superficies sujetas a ambientes agresivos:

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SON FACTORES DE DURABILIDAD

"ARTÍCULO NO. 133. Los elementos estructurales de acero en las edificaciones de riesgo mayor, deberán protegerse con elementos o recubrimientos de concreto, mampostería, yeso, cemento Pórtland con arena perlita o vimiculita, aplicaciones base de fibras minerales, pinturas retardantes al fuego u otros materiales aislantes que apruebe el ayuntamiento, en los espesores necesarios para obtener tiempos mínimos de resistencia al fuego, establecidos en el artículo anterior.

ARTÍCULO NO. 262. ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXPUESTOS *Los elementos estructurales que se encuentren en ambiente corrosivos sujetos a la acción de agentes físicos, químicos o biológicos, que puedan disminuir su resistencia, deberán ser de materiales resistentes a dichos efectos o recubiertos con materiales o sustancias protectoras y tendrán un mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento dentro de las condiciones previstas en el proyecto."*

Recapitulando, la durabilidad y eficiencia de los perfiles estructurales de acero, no solo depende de la naturaleza y calidad de los materiales que los integren, a los criterios de diseño estructural, procedimientos constructivos (cortes, empalmes, uniones por medio de soldadura, tornillos de alta resistencia o remaches), tratamientos o recubrimientos para protección anticorrosiva, sino que también depende de su interacción con el medio ambiente, principalmente agua de lluvia, vapor de agua y agentes agresivos que puedan inducir procesos de oxidación y/o corrosión; por último, son factores también los ciclos de carga y descarga sobre la estructura y muy significativamente, el mantenimiento durante su vida útil.

3. Materiales que conforman las envolventes de las edificaciones

Los muros exteriores constituyen la cobertura o aislamiento que protege de la intemperie la integridad de los espacios interiores de los edificios; para el tema que nos ocupa, las superficies metálicas que son propensas a daños por la intemperie, requieren una protección efectiva para conservar sus propiedades, del mismo modo que las líneas vitales (energía eléctrica, agua potable, telecomunicaciones, gases medicinales, vapor, etc.), que son indispensables para los servicios de salud.

Tradicionalmente, en los establecimientos de salud las envolventes se elaboraron usando muros de mampostería, para los que se emplearon inicialmente ladrillos de barro cocido y posteriormente bloques de mortero cemento:arena. La mampostería se ha sustituido a lo largo de los años por diferentes materiales, por ejemplo muros aligerados forjados con materiales de diverso tipo, siendo uno de los más populares las placas de yeso comprimido, coloquialmente denominado tablarroca, que inicialmente se fabricaba con recubrimientos de cartón o papel y eran colocados como muros divisorios interiores y para forjar elementos arquitectónicos fijos como plafones, mochetas, closets, retablos, soportes de cubiertas, etc.

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SON FACTORES DE DURABILIDAD

Posteriormente, algunos fabricantes de paneles de yeso, desarrollaron productos fortificados, añadiendo recubrimientos de fibra de vidrio, núcleos resistentes a la humedad, moho y hongos, supuestas propiedades térmicas y acústicas y otras características que fueron promocionadas para su uso como muros exteriores. Tal como puede verificarse en la **Tabla 1**, al menos en cuatro establecimientos que prestan servicios de salud, se instaló este tipo de productos.

En un lapso de tiempo relativamente breve (menor a 20 años), se advierte que los inmuebles en los que se instalaron envoltentes de productos fabricados con yeso, presentan deterioro de sus componentes y demandan un mantenimiento constante, debido a las condiciones ambientales del trópico húmedo, que como ya se asentó, es agresiva y degrada los materiales metálicos, reduciendo su hermeticidad, resistencia y durabilidad, en un proceso cíclico, ya que la descamación, agrietamiento, fragmentación y expansión de las partes metálicas, permite mayor infiltración de humedad, que induce cada vez mayor deterioro.

Si bien los postes y canales metálicos para fijar los paneles se ofrecen en diferentes calibres y son de material galvanizado, no dejan de ser vulnerables al agua y humedad del ambiente, que puede infiltrarse por las juntas de las placas o por grietas que se generan debido los esfuerzos a los que están sujetos por efectos del viento, asentamientos de la estructura, dilatación y contracción del acero, entre los más significativos; su mantenimiento significa elevados costos.

Imagen 3, Centro Gerontológico.

Fachada principal de la sala de día.



Fuente: Google Earth

En contraste con los materiales constituídos a base de yeso comprimido, los muros de mampostería requieren menos mantenimiento, mediante la correcta ejecución de los trabajos de albañilería, selección de los materiales, elaboración de mezclas para juntas de ladrillos o bloques, recubrimientos con mortero cemento:arena aplanados, incluyendo el curado para un adecuado fraguado del cemento portland e impermeabilización. Garantizan una protección efectiva mediante envoltentes impenetrables, con altas prestaciones de hermeticidad, resistencia y durabilidad.

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SON FACTORES DE DURABILIDAD

De igual manera, los elementos de concreto reforzado, como castillos, cadenas, columnas, trabes, pisos, losas de diversos tipos, siempre que se ejecuten los procedimientos constructivos apegados a las especificaciones generales y particulares de cada elemento, así como pruebas de calidad de cada uno de los materiales que los integren (acero de refuerzo, cemento portland, agregados, aditivos, etc.), ofrecen altas prestaciones de durabilidad, como lo define la **Norma Técnica Complementaria**⁽⁴⁾ relativa a estructuras de concreto:

"Durabilidad. Una de las características principales de las estructuras de concreto, que requiere la exigencia de atributos adicionales a la resistencia mecánica. Está determinada por su capacidad de resistir la acción del ambiente circundante, así como todos los procesos de deterioro tales como la corrosión del acero de refuerzo, la permeabilidad a sustancias deletéreas, el ataque químico, el ataque por sulfatos, la carbonatación nociva, la abrasión, entre otros."

4. Conclusiones sobre los materiales y sistemas de construcción como factores de durabilidad

Primera. Las dependencias, entidades y organismos del sector público, son responsables de evaluar cuidadosamente la implementación de nuevos sistemas constructivos y seleccionar únicamente aquellos que garanticen la vida útil de la infraestructura estratégica, en este caso establecimientos de salud. El objetivo es asegurar la durabilidad de la infraestructura y la disponibilidad de los recursos para la operación sustentable de los servicios.

Segunda. A casi 20 años que inició su utilización, es pertinente que las instancias oficiales que tengan facultades, realicen estudios y se emitan dictámenes sobre las condiciones de integridad de los elementos estructurales y envolventes de los establecimientos incluidos en la **Tabla 1**, para fijar criterios oficiales en cuanto a la utilización en el futuro de los procedimientos constructivos empleados en ellos.

Referencias

(1) **Reglamento de Construcciones del municipio de Centro, Tabasco**, vigente desde el año 1995

(2) Artículo "**CORROSIÓN**", Unidad de Investigación y Tecnología Aplicadas de la UNAM, https://unita.unam.mx/fi_papime_pe1000720/pdfs/corrosion.pdf

(3) **NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO**, publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 6 de noviembre de 2023.

(4) **NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO**, publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 6 de noviembre de 2023.