NOTIACESCO • Edición Nº 5 • Marzo de 2010

SEIS MITOS SOBRE LOS ENTREPISOS METÁLICOS

©Derechos Reservados

Mejores materiales, mejores obras

ACESCO
Mejores materiales. Mejores obras.

INTRODUCCIÓN

Las grandes estructuras, íconos de la construcción moderna, involucran nuevos procesos constructivos donde los diseñadores llevan al límite los materiales a la vez que optimizan la manera como estos son utilizados dentro de la edificación, combinando eficiencia y belleza. Por ello, es importante tener claro las ventajas de un producto sobre otro ya que de esa manera podremos aprovechar sus bondades, ser eficientes y lograr economía dentro del proyecto. Las estructuras metálicas han mostrado mundialmente que brindan ventajas indiscutibles sobre otros tipos. No obstante, podrían existir mitos en cuanto a su utilización que posiblemente generan un concepto erróneo acerca de su comportamiento bajo ciertas condiciones específicas. Conocer sus ventajas y su verdadero funcionamiento nos permitirá hacer uso de ellas logrando reducción de materiales y tiempos de obra, lo que brinda economía en el total de la construcción.

"El zapato que va bien a una persona es estrecho para otra: no hay receta de la vida que vaya bien para todos"··· Carl Gustav Jung (1875-1919) Psicólogo y Psiquiatra suizo.

Probablemente, una de tareas más difícil para los seres humanos sea el romper un esquema mental mantenido por mucho tiempo y cambiarlo por otra forma de pensar. Con certeza, esto se debe a los buenos resultados obtenidos con una particular metodología de hacer las cosas, un sistema de trabajo, un proceso, un producto o simplemente la manera como observamos el mundo··· podríamos en últimas llegar a la pregunta de autoanálisis: "¿Para qué cambiar?". Casi todos nosotros tenemos una manera particular de hacer las cosas y que, con criterio basado en experiencia, nos da buenos resultados. Esto de ser un poco "rígidos" a nuestros esquemas no necesariamente debe asociarse a algo malo, o ineficiente, ya que ha sido producto de ponderar muchas cosas a lo largo de mucho tiempo y por ello seguimos el camino que consideramos el mejor al tomar decisiones y resolver problemas, siempre acompañado de un sano juicio.

Lo que sí es cierto, es que en la mayoría de los casos existe más de un procedimiento para llegar a la solución de un problema y que a través de experiencias en otras personas y el conocimiento que estas poseen podemos sacar ventajas para enriquecer nuestra manera de hacer las cosas y convertirnos en seres más eficientes. Todo lo anterior puede aplicarse a cualquier campo de nuestra vida. El mensaje que podemos extractar es: "ser lo suficientemente 'rígidos' para sustentar nuestra posición sobre algo, pero ser lo suficiente 'flexibles' para cambiar cuando veamos un camino de mayor ventaja por el cual seguir"

Un tema que queremos tratar y sobre el que aún no se rompen ciertos paradigmas sobre su funcionamiento y diseño tiene que ver con los entrepisos metálicos1. Hoy día, aún podrían existir ciertas "prevenciones" en cuanto a utilizar estos sistemas y con este artículo se quieren tratar diferentes aspectos referentes a los conceptos técnicos que los respaldan y entender por qué ocupan un lugar importante en las estructuras de otros países o culturas. El objetivo no es señalar un listado de aspectos negativos de otros sistemas constructivos utilizados en nuestro país para resaltar los nuestros, más bien, se pretende hacer una diferenciación de lo que sí puede hacerse con los entrepisos metálicos y no imponerlos como la solución última y totalmente infalible... eso no existe para ningún tipo de sistema constructivo o respuesta a cualquier problema en el mundo real. Probablemente sólo la teoría ofrece soluciones únicas y absolutas que en la vida práctica no se dan. Se pretende mostrar que el sistema tiene un espacio ganado en la construcción de losas para edificaciones a nivel mundial y que siempre será una alternativa interesante a considerar. Tiene notables ventajas que el constructor y diseñador deberían tomar en cuenta al momento de seleccionar el sistema de losa con el que trabajarán su proyecto.

MITO 1: ¡Siempre será más costoso construir con Metaldeck (Steel Deck) que con otro Sistema!

La manera habitual de hacer un análisis comparativo de precios unitarios para dos diferentes tipos de losa estructural consiste en evaluar uno a uno los materiales y actividades necesarios para la construcción de cada una de ellas, para una misma área en planta. Esto podría ser un procedimiento adecuado para la mayoría de los casos y, en últimas, un análisis de este tipo llevaría al resultado de tener dos valores diferentes, uno para cada sistema, pensando que con esto se tienen los suficientes argumentos para tomar la mejor decisión sobre cuál opción utilizar.

Lo cierto es que el anterior análisis desconocería por completo la influencia que un sistema de losa podría tener sobre el restante de la estructura. La disminución de peso por unidad de área tiene una notoria influencia sobre los miembros portantes como vigas y columnas principales, lo que a su vez se ve reflejado en cimentaciones, pedestales y excavaciones. El sistema de entrepiso metálico puede ser ostensiblemente más liviano que algunos sistemas de losa tradicionales y esto implicaría disminución de carga muerta (¡siendo la carga muerta un mal necesario para la mayoría de los casos!) sobre el sistema estructural que lo soporta. Esto se traduciría en reducción de costos y materiales en el global de la obra.

A este respecto nos dimos a la tarea de diseñar un proyecto real con dos sistemas, tradicional[2] y metálico, y evaluar los resultados obtenidos. El edificio modelo fue tomado en la ciudad de Barranquilla, zona de amenaza sísmica baja, el cual fue planteado inicialmente en sistema de construcción tradicional y al que se realizó

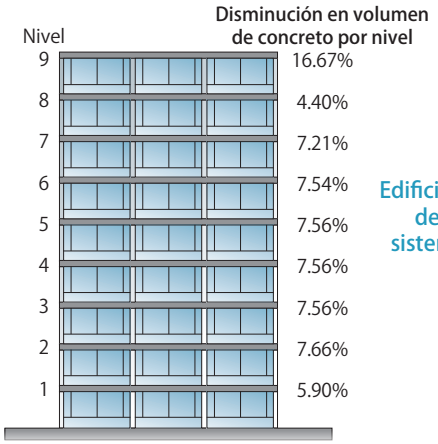
(1) Sistema metálico de entrepiso que utiliza una lámina de acero trabajando en combinación con una losa de concreto vaciada sobre este. Para el caso de ACESCO el sistema se denomina METALDECK. Para mayores especificaciones del sistema puede acceder a www.acesco.com ó www.sdi.org

(2) Se denomina "sistema tradicional" al proceso constructivo dominante en cada región o país y que ha trascendido a través del tiempo como el más popular. En Colombia el sistema tradicional para entrepisos utiliza tableros en madera como formaletas, puntales metálicos o de madera para soporte durante la construcción, aligeramiento en bloques de arcilla o poliestireno expandido (foam), refuerzo en barras de acero como refuerzo y concreto de calidad estructural, entre otros materiales.

posteriormente una solución estructural usando el sistema de entrepiso metálico. La estructura principal sigue siendo en concreto así como las viguetas auxiliares del sistema. Los resultados se resumen en la tabla 1.

Actividad	Unidad	Cantidad con sistema tradicional	Cantidad con losa Metaldeck	Diferencia a favor (%)
Excavaciones	m^3	273,07	260,78	4.50
Concreto soldado de cimentación	m^3	6,83	6,52	4.50
Concreto zapatas	m^3	69,45	64,59	7.00
Concreto pedestales	m^3	7,10	7,23	-1.78
Material relleno	m^3	189,69	182,45	3.82
Acero	Kg	3.102,4	2.934,9	5.40

Tabla 1. Cantidades de material comparativas entre sistema tradicional y sistema de losa empleando Metaldeck.



Edificio modelo de comparación de sistema tradicional vs. sistema de entrepiso metálico

Figura 1. Disminución porcentual del volumen de concreto por cada nivel, sólo tomando en cuenta el concreto de losa y vigas.

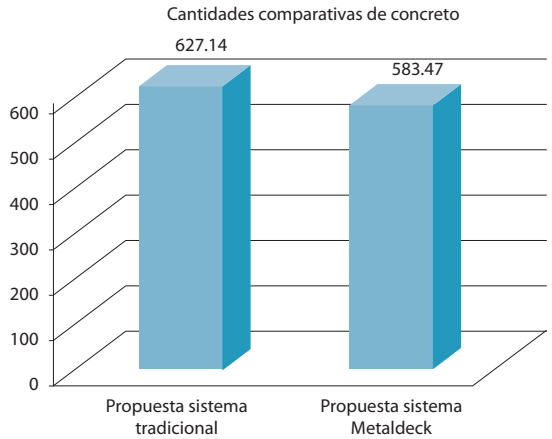


Figura 2. Cantidades comparativas de concreto total en la estructura en zona de riesgo sísmico bajo. Sistema tradicional vs. Sistema Metaldeck

No sólo pensemos en los ahorros en materiales o formaletería que directamente se obtienen al comparar con un sistema tradicional con un entrepiso metálico si no que, al reducir el peso total se disminuye por ende su

masa dinámica lo que a su vez bajaría la magnitud de la solicitación sobre elementos estructurales, en otras palabras, en zonas de amenaza sísmica intermedia o alta (como el eje cafetero, Bogotá o Medellín) utilizar el sistema de entrepiso metálico sería de gran beneficio por ser las fuerzas sísmicas de mayor importancia en el diseño. Este impacto se ve reflejado en la figura 2 donde se presentan las cantidades comparativas de concreto de un sistema tradicional con respecto a un sistema planteado en Metaldeck. Es de esperarse que en una zona de gran riesgo sísmico la diferencia sea mayor. Como respuesta al mito podemos decir que *el menor peso de la edificación exige menos a las columnas, vigas y zapatas ante un sismo pudiendo tener considerables ahorros en la estructura, con respecto a otros sistemas, para un mismo factor de seguridad.*

MITO 2: ¡Ese material se oxida (corroe) fácilmente! (¿Cómo lo protejo?)

Las condiciones de intemperie manejadas para una cubierta metálica hacen que el recubrimiento del material base sea una condición importante para la selección de una referencia en una obra en particular. Lluvia y sol constante, y variación de condiciones ambientales de noche con respecto al día podrían acortar la vida del material. No obstante, no podríamos decir lo mismo para un entrepiso metálico, al cual usualmente se compara con una cubierta, ya que su forma de trabajo es diferente. Normalmente el sistema metálico se encuentra protegido al interior de recintos, apartamentos, casas o por un cielo-falso, lo que garantiza la no exposición a condiciones como las manejadas para una cubierta. Bajo esas circunstancias el sistema no necesita protección adicional. Esto podría aplicar incluso a zonas abiertas, sin muros laterales, donde el viento podría correr libremente (ver figura 3).

Figura 3 Sistema de entrepiso metálico a la vista. Parqueadero Universidad Autónoma, Barranquilla (superior izquierda), Conjunto residencial, Pasto (superior derecha), Puente peatonal, Bogotá (inferior izquierda), Colegio Rose Street, Medellín (inferior derecha), Colombia.

Adicionalmente a lo anteriormente descrito, el Metaldeck ACESCO cuenta con un recubrimiento en Zinc que garantiza la durabilidad del producto ante condiciones ambientales normales. Como respuesta al mito podemos decir que *en la mayoría de los casos no se utiliza ningún recubrimiento adicional para protección, más allá de razones estéticas.*

No obstante, podrían manejarse situaciones en las cuales se deberá proteger la lámina con el objeto de garantizar su durabilidad ante ciertos ambientes. Esto es especialmente aplicable cuando se manejan elementos corrosivos o abrasivos en el aire circundante, pero en ese caso se puede pensar que usted no podría utilizar ni su vehículo sin la protección adecuada.

MITO 3: ¡No todo el mundo maneja el sistema... tengo que conseguir mano de obra especializada!

Uno de los aspectos de peso en la toma de la decisión final sobre el tipo de losa a utilizar en una edificación tiene que ver con la mano de obra capacitada para instalación del sistema. Esto lleva casi siempre seleccionar sistemas utilizados tradicionalmente. Romper el "esquema mental" a los obreros de construcción que han trabajado por muchos años en cierta forma es, tal vez, uno de los puntos más difíciles de sortear. Además, aquellos pocos que sí hacen el cambio se tornan en "exclusivos" y por ende más costosos. Pero no sería justo dejar el criterio de seleccionar un sistema u otro por sólo el punto de vista de quien lo instala.

Por otra parte, pensemos en un momento en todos los insumos que implica el sistema de losa tradicional y los que están envueltos en el sistema metálico. No hay que sacar muchas cuentas para saber que la logística de subir, a un nivel elevado de cierta edificación, formaleta en madera, acero de refuerzo, puntales para determinada área de losa es más complicado que subir sólo lámina (Metaldeck) para esa misma área. De hecho la situación se vuelve crítica cuando hablamos de un décimo, onceavo o veinteavo nivel. Analice incluso el hecho de subir más concreto por unidad de área en los sistemas tradicionales que para un sistema de entrepiso metálico. *La realidad demostrada es que cualquiera con conocimientos básicos de construcción puede manejar el sistema, sólo es cuestión de que sepa cómo sacar provecho de sus ventajas.*

MITO 4: ¡No creo que tenga un buen comportamiento ante el fuego! (Paranoia de las Torres Gemelas)

Somos seres fuertemente atraídos hacía lo sensacional y esto deja profundas marcas en nuestra mente. Todos recordamos ese fatídico hecho ocurrido el 11 de Septiembre, que puede decirse que dividió la historia de las estructuras en dos... antes y después de importarnos en "sobremanera" lo que el fuego pueda hacer con nuestras estructuras. Además de las pérdidas humanas, que fue la peor de las catástrofes sin lugar a dudas, está el hecho de haber perdido dos de los íconos estructurales de nuestro mundo moderno: Las Torres Gemelas del World Trade Center en Nueva York.

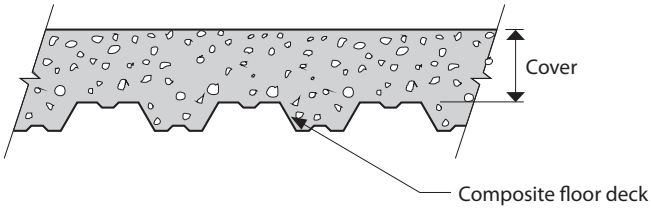
Aunque la manera como cayeron generaron grandes interrogantes en como una estructura metálica puede fallar ante una situación implacable por parte del fuego, cabe aclarar que ese problema probablemente tampoco lo hubiera resistido una estructura de concreto... "*Lo que pasó era lo que tenía que pasar*" es el comentario de muchos expertos en estructuras. Algunos estudios muestran que el problema se presentó no en el sistema de losa sino que empezó por los elementos de apoyo de esta: viguetas en celosía que se apoyaban en un núcleo

central (elevadores) y terminaban sobre un gran juego de columnas perimetrales. El fuego alcanzó estos elementos esbeltos, de gran separación entre apoyos, y al calentarlos excesivamente hizo que al entrar en estado plástico perdieran su resistencia produciendo el posterior colapso estructural. El problema fue iniciado por los elementos de soporte como vigas y columnas principales. Aunque el sistema completo sufra por deterioro ante el fuego, son estos miembros sobre los que se debe focalizar la principal protección.

Analicemos un poco la problemática del fuego[3]: Un primer punto es que los elementos susceptibles al fuego vienen a ser las vigas y columnas principales, elementos con baja masa y con gran responsabilidad estructural donde las altas temperatura afectan más. Se esperaría que el colapso de una estructura ante un fuego devorador iniciara por estos miembros y no por la losa de entrepiso, la cual concentra gran cantidad de masa por el concreto. Es por ello que en países industrializados la principal protección se brinda sobre elementos estructurales vigas y columnas (ver figura 4).

Figura 4 Protección ante el fuego de sólo vigas principales en estructuras de grandes ciudades. Estación de buses en Osaka, Japón (izquierda) y centro comercial en Tokio, Japón (derecha).

Por otro lado, como segundo punto, en muchos casos sólo será necesario incrementar el espesor de la losa de concreto para lograr un sistema que resista más ante el fuego. Esto es lógico porque a mayor masa se necesita mayor tiempo de exposición para alcanzar una temperatura de falla. Esto hace muy fácil y económico lograr que la losa con Metaldeck pueda tener resistencia superior ante el fuego. Note como la tabla 2 indica que después de cierto espesor en la losa no se necesita usar algún producto especial para protección ante el fuego.



Rating Hours	LIGHT WEIGHT Concrete cover	NORMAL WEIGHT Concrete cover	Is freproofing required on the deck?*
1	2 5" (65 mm)	3.5" (90mm)	No
1		2.5" (65 mm)	Yes
1.5	2.5" (65 mm)	2.5" (65 mm)	Yes
1.5	3" (75 mm)	4" (100 mm)	No
2	3.25" (85 mm)	4.5" (115 mm)	No
2	2.5" (65 mm)	2.5" (65 mm)	ves
3	2.5" (65 mm)	2.5" (65 mm)	Yes
3	4 25" (110 mm)	5.25" (135 mm)	No
4	2.5" (65 mm)	2.5" (65 mm)	Yes
4	3.25" (85 mm)		Yes

Tabla 2. Tasas de duración ante el fuego de acuerdo con el espesor de la placa indicando si se necesita o no protección adicional ante el fuego (Tabla tomada del Composite Deck Design Handbook del Steel Deck Institute)

(3) Para mayor información sobre el comportamiento de estructuras ante el fuego puede descargar el Boletín 1 "DISEÑO DE INGENIERIA, cimiento para sobrevivir a las llamas" de nuestro sitio web www.acesco.com

Entonces, como respuesta al mito podemos concluir que *la susceptibilidad ante el fuego de un sistema estructural radica en los elementos vigas y columnas principales, estos elementos son lo que hay que proteger. En el caso de querer alcanzar una gran tasa de duración ante el fuego para el sistema de entrepiso metálico sólo es necesario incrementar un poco el espesor de concreto de losa. Aún así sigue siendo una opción muy económica.*

MITO 5: ¡No lo uso porque ese sistema vibra mucho!

En el caso de los entrepisos metálicos, viguetas metálicas más una losa en concreto fundido en sitio, el resultado es un sistema de entrepiso liviano, fácil y rápido de construir y con un ahorro importante de material que beneficia, principalmente, en dos aspectos el proyecto. El primer aspecto tiene que ver con el uso eficiente de los materiales, generando menos desperdicios; el segundo se relaciona con el aligeramiento total de la estructura (peso muerto) resultando en elementos estructurales principales menos exigidos, como columnas y vigas, especialmente con lo relacionado a cargas sísmicas debido a la reducción de masa dinámica ó, viéndolo de otro modo, en la posibilidad de disminuir secciones transversales de los elementos portantes. Esta última ventaja podría conllevar a hacer un análisis de vibraciones inducidas por los ocupantes humanos y evaluar el nivel de perturbación durante su uso. Consecuentemente, el tema de vibraciones radica principalmente en la interacción del sistema losa-viga metálica y tiene mucho que ver con la manera como distribuimos nuestras vigas o viguetas.

Debido a que la respuesta sicológica está envuelta en la determinación del umbral de las vibraciones perturbadoras el problema podría ser complejo de analizar. Vibraciones excesivas pueden hacer nuestra vida incómoda y crear en nosotros la sensación de que, en cualquier momento, el entrepiso puede colapsar. Algunas veces será difícil establecer el rango de vibraciones de lo que será perturbador o no, pero algo a nuestro favor es que no es común que se presenten vibraciones incómodas con la configuración estructural generalmente usada en nuestras edificaciones.

Es importante tener claro que la dificultad con las vibraciones se presenta en sistemas de losa con baja carga sobreimpuesta. De hecho, los mayores problemas se presentan cuando la carga viva es del orden del 10% al 25% sobre el sistema. Esto quiere decir que será crítico cuando pocas personas usan la losa o existe baja masa de elementos sobreimpuestos. Analicemos brevemente la ecuación que define la frecuencia de vibración de un sistema de entrepiso:

$$f = 1.57 \sqrt{\frac{gEI_t}{W L^3}}$$

El denominador de la fracción dentro del radical toma en cuenta la luz de la vigueta, L, y el peso que esta soporta, W. Por ende, si se desea disminuir la frecuencia de vibración del sistema la manera más sencilla es incrementando la masa y con ella el peso, o en otras palabras, un pequeño incremento en la losa de concreto reducirá ostensiblemente el problema de vibraciones. El peso de los muros divisorios también

podría aportar mucho al valor de en la ecuación para disminuir la frecuencia de vibración del sistema llevándola a valores imperceptibles a los seres humanos. En el documento "Vibraciones de Entrepisos Metálicos", descargable en nuestro portal en internet[4], se muestra que un análisis por vibraciones solo aplica si el amortiguamiento del sistema es menor al 8%, pero resulta que al tener en cuenta los muros estos aportan un 13%, aproximadamente, por consiguiente es raro encontrar un problema de este tipo en el normal de nuestras edificaciones.

Como respuesta al mito podemos concluir que *la configuración usual de nuestras estructuras no presenta ningún problema por vibraciones para el sistema de entrepiso metálico y, en caso de estas ser ligeramente perceptibles, podría disminuirse su efecto mediante el incremento de masa, lo cual sería una solución práctica y económica.*

MITO 6: ¡Sólo aplica a estructuras metálicas!

Con la experiencia mencionada y fotografías presentadas hasta el momento, este debería ser un pensamiento "desmitificado". La experiencia ha mostrado que los entrepisos metálicos pueden adaptarse a cualquier sistema estructural. Veamos las siguientes fotografías.

Figura 5 Sistema de entrepiso metálico Metaldeck sobre estructuras de concreto. Centro Comercial BUENAVISTA, Barranquilla (Izquierda), Condominio AGUALONGO 2, Pasto (derecha e inferior)

Como respuesta al mito podemos decir que *Metaldeck ha probado ser un sistema de losa aplicable a cualquier sistema estructural portante de acero o concreto.*

(4) Para mayor información sobre el tema de "Vibraciones de Entrepisos Metálicos" puede descargar el Boletín No. 2 de nuestro sitio web www.acesco.com.

Bibliografía

GEWAIN, Richard et al. Facts for Steel Buildings – Fire. American Institute of Steel Construction, Inc. 2003, 55 p. Chicago, IL.

HEAGLER, R.B et al. STEEL DECK INSTITUTE. COMPOSITE DECK DESIGN HANDBOOK. March 1997. Fox river Grove, IL.

MARQUEZ, Roger, YEPES, Edwin. Memorias de cálculo comparativas entre sistema Metaldeck y tradicional edificio HELIOS67. Barranquilla, Julio 2009, 12p.

MURRAY, Thomas M. Design to Prevent Floor Vibrations. Engineering Journal/American Institute of Steel Construction. p. 82-87 University of Oklahoma, Norman, Oklahoma, 2003.

PIGNATTA, Valdir. Trabajo Técnico: Estructuras de Acero en Situación de Incendio. Escuela politécnica Universidad de Brasil, 2007, Sao Paulo, Brasil.

REYES, Wilson. Diseño de Ingeniería. Cimiento para sobrevivir a las llamas. Boletín Técnico No 1. Acerías de Colombia – ACESCO. Marzo 2008. 7 pag.

------- Vibraciones en Entrepisos. Boletín Técnico No 2. Acerías de Colombia – ACESCO. Junio 2008. 8 pag.

ACESCO

Mejores materiales. Mejores obras.

CONTÁCTENOS

Su opinión es muy importante para nosotros, escríbanos
sus comentarios y sugerencias sobre este boletín a
servicioalcliente@acesco.com

ACERÍAS DE COLOMBIA ACESCO & CÍA. S.C.A. • Parque Industrial Malambo PIMSA
01 8000 514 514