



Vol. 14 No 1

Marzo de 2011

# UNA PROPUESTA PARA EVACUACIONES SEGURAS EN LAS EDIFICACIONES EN CASO DE SINIESTRO

Héctor Rivera Torres<sup>1</sup>, Teresa de Jesús Mazadiego Infante<sup>2</sup> y Calixto  
Martínez Cruz<sup>3</sup>

Zona Poza Rica-Tuxpan  
UNIVERSIDAD VERACRUZANA

## RESUMEN

El objetivo de la presente propuesta es lograr en caso de un siniestro que el mayor número de edificios permanezcan en pie, el tiempo necesario para evacuarlo en forma eficaz y ordenada, salvaguardando la integridad física de los ocupantes. Se presenta un estudio del comportamiento en la ocupación de recintos que presentan eventos de concentración masiva, donde cualquier siniestro puede comprometer seriamente la seguridad del usuario. Se realiza un comparativo de los sistemas de evacuación en edificaciones altas, en distintos sitios tomando como referencia el modelo de (Jonathan Shimshoni) ante eventos simulados y registrados de accesibilidad en la evacuación en caso de siniestro. Se usa el Método de simulación aplicado al Reglamento de Construcción del Gobierno del Distrito federal (RCGDF) y las Normas de la Dirección de Comercio de Capital, en Mendoza y la Norma Básica de la Edificación, condiciones de Protección Contra Incendios (NBE-CPI-96). De acuerdo al comportamiento en los dispositivos de evacuación para edificios altos; ocupaciones máximas, el número y dimensiones de las salidas, así como los resultados en

<sup>1</sup> Maestría en Construcción; Profesor por horas de la Facultad de Arquitectura, Carr. Poza Rica-Papantla s/n; Colonia Halliburto, Poza Rica, Veracruz, México. Teléfono: 01 782 8210698, fax 44109 [hrivera@uv.mx](mailto:hrivera@uv.mx)

<sup>2</sup> Doctorado en investigación; Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Psicología; Boulevard Lázaro Cárdenas 801, [tmazadiego@yahoo.com.mx](mailto:tmazadiego@yahoo.com.mx), tel. 01782 8245701

<sup>3</sup> Maestría en Construcción; Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Arquitectura, Carr. Poza Rica-Papantla s/n; Colonia Halliburto, Poza Rica, Veracruz, México. [cmartinez@uv.mx](mailto:cmartinez@uv.mx) Teléfono: 01 782 8210698, fax 44109

términos de los efectos de respuesta inesperada, la magnitud en estado de histeria buscando una evacuación segura, en caso de incendio, explosiones, ataques terroristas, terremotos y otros desastres naturales o creados por el hombre. Sin embargo la altura de los edificios, distribución y ocupación provocan un serio problema de evacuación en una situación de crisis. Todos los estudios que se realizan, buscan mejorar la funcionalidad y resistencia estructural de las edificaciones, así como también salvaguardar la integridad física de los ocupantes, proporcionando formas de evacuación externa, eficaz, ordenada y segura. Los resultados muestran que construir edificios altos que sean absolutamente seguros es extremadamente difícil.

Palabras clave: edificaciones, propuesta para edificaciones seguras, sistemas de evacuación, evacuaciones seguras de edificios, propuesta para terremotos.

## A PROPOSAL TO EVACUATE BUILDING IN SAFETY IN CASE OF DISASTER

### ABSTRACT

The objective of this proposal is to achieve an incident where the largest number of buildings remain standing, the time needed to evacuate in an efficient and orderly manner, preserving the physical integrity of the occupants. A study of behavior in the occupation of premises which have massive merger events, where any incident may seriously compromise safety. We performed a comparison of drainage systems in tall buildings in various places with reference to the model (Jonathan Shimshoni) with simulated events and registered accessibility evacuation in case of accident. We use the simulation method applied to the Building Regulations Federal District Government (RCGDF) and the Rules of the Trade Directorate of Capital, Mendoza, and the Basic Standard of Building, Fire Protection conditions (NBE-CPI -96). Based on their behavior in evacuation devices for tall buildings, maximum occupations, number and dimensions of exits, and the results in terms of the effects of unexpected response, the magnitude in a state of hysteria for safe evacuation in case fire, explosions, terrorist attacks, earthquakes and other natural disasters or manmade. However, the height of buildings, distribution and occupation cause a serious problem of disposal in a crisis situation. All studies are conducted, seeking to improve the functionality and structural strength of buildings, as well as safeguarding the physical integrity of the occupants, providing external forms of disposal, efficient, orderly and safe. The results show that building tall buildings are absolutely sure that it is extremely difficult.

*Key words:* buildings, buildings proposed for safe, evacuation systems, safe evacuation of buildings, proposal for earthquake

## INTRODUCCIÓN

El análisis de las catástrofes que han asolado al mundo en los últimos años, especialmente las que afectan la salud humana, hace énfasis en pandemias de origen microbiológico y las catástrofes y desastres naturales asociados al cambio climático, tal como los ciclones, huracanes, sequías, inundaciones, tsunamis y terremotos. De éstos, el terremoto acaecido en Nueva Zelanda (22 de Febrero/2011), o el tsunami ocurrido en Chile (2010) y el terremoto de Haití (2010) entre otros, son siniestros actuales que dejó en unos minutos, devastado al país no solo por la destrucción del mismo, sino por la pérdida de vidas humanas, que ha dejado sorprendido al mundo por la magnitud de estas catástrofes naturales. La solidaridad de diversos países se ha hecho presente en la ayuda humana de profesionales, de alimentos, agua y en particular de la financiación para adquirir el equipo necesario para la reconstrucción de los edificios (Andrade, Arenas y Lagos, 2010; Bulletin de Soutien, 2010, El Nacional, 2011; TELAM, 2011).

El lado humano y psicológico de la investigación en la intervención en casos de desastre se refiere a las experiencias de comportamiento social, tanto individuales como colectivas, que se han llegado a presentar en los sobrevivientes de eventos extraordinarios que amenazan la vida humana y que en cuestión de minutos afectan la vida de miles de personas por acontecimientos de desastres naturales o provocados. La respuesta humana a los desastres, reflejan el comportamiento de los individuos, de familias, organizaciones, comunidades completas y responden a las emergencias tratando de imponer significado y orden en un conjunto a menudo caótico y terrible de circunstancias que en un breve momento llega a afectar su entorno social y físico (Reser, 2007). Y que la literatura no reporta mas que en estudios ex post facto, pero en el momento del derrumbe no han podido ser determinadas ni reportadas a los especialistas en el diseño de la evacuación, para ser las rutas más apropiadas y accesibles que permitan evacuaciones masivas sin pérdidas humanas o con el mínimo de ellas.

Entre las respuestas principales que se pudieran presentar están los *ataques de pánico* ó llamadas también *crisis de angustia* caracterizadas por la aparición súbita de síntomas de aprensión, miedo pavoroso o terror, pérdida de control para pensar con sensatez, generalmente acompañado de la sensación de muerte. También la *agorafobia* se puede manifestar en situaciones de desastre, caracterizada por alta ansiedad ante situaciones donde escapar puede resultar difícil; las combinaciones surgidas como los *trastornos de angustia con y sin agorafobia*; las *fobias específicas* relacionadas con eventos de desastres, *fobias sociales*, caracterizadas por la presencia de ansiedad significativa como respuesta a ciertas situaciones dentro de un contexto social que las personas prefieren evitar por los síntomas de angustia extrema ante la sensación inminente de la pérdida de la vida en eventos de desastres, etc. (DSM-IV-TR, 2002).

Entre las perspectivas internacionales sobre los desastres naturales se encuentra el estudio de la ocurrencia, mitigación y consecuencia de estos eventos catastróficos, a través de sistemas de creencias, mensajes de alerta y procedimientos para prevenir que las construcciones se caigan con facilidad, en lugar de ser espacios de refugio seguros (Lagos, Cisternas y Mardones, 2008).

El cuarto terremoto más fuerte en un siglo, golpeó el domingo 26 de diciembre de 2004 el sudeste de Asia, desatando una serie de olas gigantescas o tsunamis, que arrasaron poblados enteros a lo largo las costas del sureste asiático y causó decenas de miles de muertos en 11 países; tampoco nadie sospechó que un terremoto submarino gigante, o la rápida llegada del tsunami como consecuencia del terremoto provocaría la muerte de los pobladores de Chile en 1960 (Cisternas, Atwater, Torrejón, Sawai, Machuca, Lagos, Eipert, Youlton, Salgado, Kamataki, Shishikura, Rajendran, Malik, Rizal y Husni, 2005).

Un análisis psicológico de la respuesta en casos de desastre incluye los procesos de anticipación, la ansiedad y el temor, la representación o la imagen del evento amenazante; la evaluación de la naturaleza y la magnitud del riesgo personal, la motivación para actuar de inmediato y la adaptación y ajuste a largo plazo. Estos procesos son en gran parte estudiados y entendidos desde la

perspectiva de la prevención a través de medidas que brinden seguridad ante eventos como los acontecidos en los últimos años.

En México (19 de septiembre de 1985) en el amanecer, un movimiento telúrico oscilatorio y trepidatorio llegaba al Distrito federal y cientos de edificios, localizados sobre todo en el centro histórico de la ciudad, se desplomaron, causando miles de víctimas, 30,000 edificios quedaron destruidos en su totalidad; era urgente recatar a los posibles sobrevivientes entre los escombros de grandes estructuras habitacionales como el Multifamiliar Juárez de la colonia Roma o el edificio Nuevo León en la Unidad Habitacional Tlatelolco. Los grupos de ayuda humanitaria llegados del extranjero aseguraron que murieron más de 10,000 personas. El sismo derrumbó construcciones características del paisaje urbano de la capital como el Hospital Juárez, el Hospital general, el Centro Médico Nacional y el Hotel Regis. El Hotel Del Prado sufrió daños estructurales, así como la central de la empresa Televisa ubicada en la Avenida Chapultepec (Geological Survey Photographic Library, 1985).

El acceso a grandes edificios o bien la ocupación de recintos, donde se presentan eventos de concentración masiva y donde el problema de evacuación no se resolvió debidamente cualquier incidente puede comprometer seriamente la seguridad del usuario. En principio las Normas de Construcción y de Seguridad propias de cada ámbito, determinan los diseños en función de la ocupación y características del edificio. Sin embargo, en muchos casos la altura de los edificios, su distribución y el número de ocupantes provocan un serio problema en el desalojo de los usuarios en una situación de crisis.

En materia de incendios, explosiones, ataques terroristas, sismos y otros desastres naturales o creados por el hombre, no hay nada definitivo escrito. Cuando un fenómeno de esta naturaleza se presenta, la magnitud de las fuerzas en juego es inimaginable y situaciones de evacuación en actos de alto riesgo donde la obra arquitectónica y de ingeniería magnificente, no es sino una espina a merced del viento.

En todo el mundo se realizan estudios para mejorar las características de funcionalidad y resistencia estructural en las edificaciones que componen una urbe. Pero también entran bajo esta categoría los eventos meteorológicos que se intensifican por el cambio climático causado por el ser humano, convirtiéndose así en catástrofes. Según la clasificación de las Naciones Unidas, se trata de desastres en los cuales las regiones afectadas no pueden superar la situación de emergencia sin ayuda externa. La necesidad de evacuación de los edificios se pone de manifiesto en los siniestros donde las pérdidas humanas son múltiples (IMCYC, 2008).

Por ello, el *objetivo* de la presente propuesta es proponer en caso de un siniestro, que el mayor número de los edificios permanezcan en pie, el tiempo necesario para evacuarlos en forma eficaz y ordenada, salvaguardando la integridad física de los ocupantes.

## MÉTODO

En los edificios donde se emplea toda la tecnología de seguridad estructural y contra-incendio, sobre todo en los edificios muy altos con accesos elegantes y funcionales hacia el interior de los espacios que componen el sistema, no se prevé el comportamiento de los diferentes puntos de accesibilidad en caso de una situación de emergencia, durante la evacuación deben cumplir con el congestionamiento gradual de usuarios en crisis, buscando la manera de ser los primeros en salir y ponerse a salvo del posible desplome del edificio en lo más grave de las circunstancias.

El diseño basado en el desempeño ha sido integrado internacionalmente a los reglamentos de construcción durante las dos últimas décadas. Sólo recientemente en los Estados Unidos de Norteamérica se ha introducido esta idea en los reglamentos a través del *International Code Council Performance, Code for Buildings and facilities* y en las disposiciones de diseño con base en el desempeño en el *International Fire Code*, NFPA 1 (el Código Uniforme Contra el Fuego),

NFPA 101 (el Código de Seguro de Vida) y el NFPA 5000 (Building and Construcción Code), considerando las aglomeraciones en las salidas, emergencias bajo la denominación de “ Riesgo “ en los edificios, se considera que una vía de evacuación horizontal está protegida cuando, además de las condiciones exigidas a ésta, cumpla las siguientes:

Las circulaciones horizontales como corredores, pasillos y túneles deberán cumplir con una anchura adicional no menor a 0.60 m por cada 100 usuarios o fracción, ni menor a los valores de la tabla 1.

1. Constituya sector de incendio.
2. Disponga de medios naturales o mecánicos de extracción de humos.
3. Cumpla las condiciones establecidas en la norma.
4. Deberá estar compartimentada cada 50 m máximo.

La Norma NBE-CPI-96 (2004) menciona las condiciones generales de evacuación para su aplicación. Considerando que la anchura mínima libre de una vía horizontal de evacuación, así como la anchura total mínima del conjunto de las salidas de los locales se determinará mediante la ecuación: 
$$A = 0.6 \left( \frac{N}{K} \right)$$

En la cual A es el ancho mínimo libre en metros, de la vía de evacuación en cada punto de ésta. En caso de utilizarse la expresión para el dimensionamiento de salidas, el ancho A será el ancho mínimo total útil de la suma de las mismas; N es el número de personas que pueden utilizar la vía de evacuación en el sentido de ésta y en el punto cuya anchura se desea obtener.

Para el dimensionamiento de salidas, dicho número de personas será el total de las que puedan utilizar el conjunto de las mismas y K será el coeficiente en función del uso del edificio, el cual adoptará los siguientes valores: Uso de vivienda K = 60; Uso sanitario K = 30; Otros usos K = 100; para el dimensionamiento de salidas se tomará siempre el valor de K igual a 100 y en el de una vía de evacuación, los valores de cálculo se regularizarán de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1. Valores obtenidos para A, en cálculo de la NBE

Valores obtenidos para A, en calculo NBE	Valores a regularizados
$A \leq 0.80$ m	m
$0.80 < A \leq 1.20$ m	m
$1.20 < A \leq 1.80$ m	m
$1.80 < A$	Valor de cálculo

La anchura mínima libre de una escalera en el recorrido comprendido entre una planta determinada y su inmediata inferior, se calculará mediante la siguiente

$$\text{ecuación: } A = 0.6 \left( \frac{N}{K} \right) P$$

Donde A es el ancho mínimo libre en metros del recorrido considerado, N es el número máximo de personas que concurren en dicha escalera desde la planta considerada, en caso de evacuación. Dicha concurrencia se evaluará en base a la organización de las vías horizontales de evacuación de la planta, así como la limitación de los recorridos máximos a lo largo de las mismas, marcadas en la tabla 2.

Tabla 2. Valores en anchos de puerta

Ancho real de cada puerta	Ancho útil a considerar
$0.80 \text{ m} \leq \text{anchura real} < 1.20 \text{ m}$	0.80 m
$1.20 \text{ m} \leq \text{anchura real} < 1.80 \text{ m}$	1.20 m
$1.80 \text{ m} \leq \text{anchura real}$	anchura real

Si por encima de la planta considerada existiese alguna que aportase, conforme a los mismos criterios anteriores, un número mayor de personas a dicha



escalera, se tomara dicho número de personas en lugar del correspondiente a la planta considerada. El valor de K es el coeficiente en función del uso del edificio, el cual adoptará los siguientes valores; K = 45 Uso de Vivienda; K = 22 Uso Sanitario; K = 65 otros usos y P será el coeficiente en función del número de plantas existentes por encima de la planta cuya escalera se desea dimensionar. Dicho coeficiente adoptará los valores de la tabla 3.

Tabla 3. Valores de coeficientes de acuerdo al número de plantas (Niveles)

Número de Plantas (Niveles)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		.1	.2	.3	.4	.5	.6	.8	1.2	2	.4
Número de Plantas (Niveles)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20

En el dimensionamiento de una escalera los valores resultantes de la aplicación de la ecuación anterior, se regularizarán de acuerdo a la tabla 4.

Tabla 4. Valores de dimensionamiento de escaleras regularizados.

Valores obtenidos para A, en calculo NBE.	Valores a regularizados
$A \leq 0.80 \text{ m}$	0.80 m
$0.80 < A \leq 1.20 \text{ m}$	$0.80 < A \leq 1.20 \text{ m}$
$1.20 < A \leq 1.80 \text{ m}$	1.20 m
$1.80 < A$	1.80 m Valor de cálculo

El dimensionamiento de las vías horizontales de evacuación, que en planta baja conduzcan de una escalera a las puertas de salida, deberán cumplir con las siguientes condiciones:

1. Su anchura será como mínimo, la de la escalera de la cual parten.
2. Si la vía de evacuación sirve para la evacuación de locales propios de dicha planta de acceso, o a ellas conectase alguna vía horizontal de evacuación, la dimensión de las mismas se irá calculando en cada punto en que aumente el número de personas, a evacuar, sumando en dichos puntos todas las anchuras confluyentes sin regularizar, pero regularizando en cambio la suma obtenida.

De cualquier punto de una planta, el recorrido horizontal de evacuación dentro de la misma deberá cumplir simultáneamente las dos condiciones siguientes:

1. El recorrido de evacuación máximo será de 25 m del punto de incendio hasta una salida.
2. Si la salida conduce al exterior del edificio será de 50 m el recorrido de evacuación.
3. El recorrido máximo de evacuación de cualquier punto de una planta hasta una escalera que conduzca a la planta de acceso o hasta una vía de evacuación protegida, será de 50 m en caso de vivienda se tomará a partir de la puerta de acceso a cada vivienda

En locales con superficie superior a 100 m<sup>2</sup> y cuyo uso implique la permanencia de 50 personas o más, el ancho total útil se determinará con la ecuación 3, con las restricciones expresadas. El número mínimo de salidas será de dos en una ocupación de 500 personas, incrementándose una salida cada 500 personas adicionales o fracción.

A continuación se presenta la propuesta de modelación de la circulación en un pasillo.

Los flujos de circulación clásicos utilizados en el estudio de la evacuación de los edificios, suponen fenómenos externos que físicamente pueden producir cambios en la capacidad, así sucede en cualquier modelado de fenómenos físicos como incendios, en los cuales se puede ver notablemente reducida la superficie de los recintos, en esta tesis no se estudia esta posibilidad. En consecuencia las

retenciones pueden considerarse cambios en las condiciones de circulación, este aspecto puede analizarse donde se observa como los ocupantes situados en una dependencia origen se dirigen hacia un pasillo. Si la anchura de la salida del pasillo es inferior a la de la entrada, se producirán retenciones y obsérvese como en el recorrido inicial es normal y al final del pasillo se produce una retención, produciéndose una mayor densidad de ocupación en el tramo final esto justifica la conveniencia de considerar el análisis de funcionamiento de las puertas en el evento de evacuación. Para abordar estos problemas, se propone efectuar una serie de cambios en el flujo convencional.

En primer lugar se propone una ubicación flexible en el origen de evacuación, en el centro de las dependencias en muchos casos no es la condición más favorable para la modelación del problema.

Sin embargo, un aspecto desfavorable que supone realizar este cambio, puede producir un ligero incremento de dimensiones del modelo. Para poder contemplar en la propuesta, determinados aspectos de comportamiento se propone modelar las incorporaciones, según se ha analizado en la solución estacionaria del problema. Otra consideración son los tiempos de circulación variables.

Operar con tiempos de circulación constante simplifica la resolución del problema, pero diversas causas pueden producir un tiempo de circulación variable. La densidad de ocupación en el recorrido y la retención que puede producirse en el acceso al destino. Por lo tanto ¿qué tan efectiva será la presente propuesta en caso de un siniestro, para que el mayor número de edificios permanezcan en pie, el tiempo necesario para evacuarlo en forma eficaz y ordenada, salvaguardando la integridad física de los ocupantes?.

## RESULTADOS

### Cambios propuestos

Recientemente ha finalizado la primera ronda de reuniones en la que se trataron los cambios propuestos para el año 2010 del NFPA 1, Código Uniforme de Incendios NFPA 101, Código de seguridad humana; y del Código NFPA 5000, Código de Seguridad y Construcción de Edificios, en la que se centran en mejorar la seguridad de los ocupantes y del personal de respuesta a emergencias de los edificios de altura, de ser aceptados dichos cambios, éstos afectarán en un futuro la manera en que se diseñan, construyen y operan éstos; el resultado final de cualquiera de las revisiones a los códigos sugeridas.

La caída de las Torres del World Trade Center, así como los impresionantes incendios en los edificios de altura ocurridos desde entonces en Madrid, Venezuela, Chicago y Cambridge, Massachussets, han renovado y mantenido la atención mundial en medidas para la seguridad humana en edificios altos, éstos hechos han planteado interrogantes sobre las actuales reglamentaciones de seguridad y procedimientos de emergencia para edificios altos. La NFPA ha constituido el Comité de Asesoramiento en Seguridad para Edificios de Altura, como parte del enfoque sobre la seguridad en edificios altos, el cual ha trabajado para identificar las necesidades y aspectos de emergencia relativos al entorno de edificios de altura y ha desarrollado puntos de acción específica, para que los comités técnicos de la NFPA los tomen en consideración al momento de la revisión de sus documentos, tomando en cuenta las recomendaciones establecidas por el Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST, 2006).

Algunos aspectos de los que se encuentran a debate son los que a continuación se destacan en los siguientes puntos:

### Actos hostiles

Al igual que otros Códigos, el NFPA 101, describe específicamente sus metas, objetivos y presunciones básicas. Bajo un nuevo lenguaje, se expande el concepto de emergencias similares o comparables a un incendio, en el que se hace referencia directa también a los actos terroristas. Se establece un nuevo lenguaje, contra estos actos con métodos de protección que excedan a aquellos requeridos de manera obligatoria por las disposiciones del código.

### Planificación para emergencias

En el que se propone que los propietarios de edificios sean responsables del diseño e implementación de planes de emergencias específicos para todos los edificios de altura. Este plan de emergencia debe incluir también otros riesgos que afecten la seguridad humana, si tomar en cuenta si el riesgo ha sido provocado por accidente, acciones premeditadas o causas naturales.

### Estrategias de evacuación

Una de las recomendaciones del Instituto Nacional de Norma y Tecnología (NIST, 2006) y de las Normas Mexicanas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (NMSCT, 2004), es que establecen para los edificios altos, sean diseñados de manera que pueda llevarse a cabo la evacuación total de sus ocupantes en tiempo, en caso de emergencias específicas del edificio o de gran escala, tales como cortes de energía generalizados, terremotos, incendios, ataques terroristas, etc. Los códigos NFPA 101 y NFPA 5000 se establecen criterios mínimos para el diseño de instalaciones de egreso, también incluyen disposiciones para una rápida reubicación de los ocupantes en áreas seguras ubicadas dentro del edificio. El código permite la evacuación total simultánea, evacuación en fases, evacuación parcial y defensa. En ellas se incluye la capacidad de evacuación y las necesidades de los ocupantes con discapacidad, ya sea permanente o temporaria.

### Conocer la ubicación de las salidas

En edificios altos, las torres de escaleras permiten incorporar pasajes de transferencia horizontal extendiendo la escalera hacia el nivel de descarga de las salidas. Como se ha experimentado en durante la evacuación de las torres del World Trade Center, los ocupantes del edificio manifestaron que tuvieron dificultades para encontrar las vías de egreso horizontal ubicadas a lo largo de los pasillos de transferencia que conectaban los pasos verticales de las escaleras de salida. Se ha propuesto que se disponga de nueva información en los diagramas de evacuación que refleje la disposición real de la planta y las ubicaciones de salidas, dado que las vías de egreso con direcciones múltiples resultan con frecuencia, confusas y no permiten reconocer cual es el camino que conduce a la salida más próxima, especialmente en situación de emergencia. Para esto se propone una señalización clara y precisa (CTB&UHE, 2000; MTA-SDUVGDF, 2004).

### Ubicación de los medios de egreso

Los códigos NFPA 101 y NFPA 5000, hacen referencia específicamente a la ubicación remota de salidas y puertas de acceso a la salida, pero no mencionan específicamente la ubicación remota del acceso a la salida o de la descarga de salida. A fin de poner en claro la opinión del comité sobre este asunto, se revisaron las disposiciones relativas a la ubicación remota de los medios de egreso con el fin de que se incluya específicamente el acceso a la salida y la descarga de salida (Asociación Nacional de Protección contra el fuego, 2006).

### Amplitud y capacidad de los egresos

También en sus Códigos NFPA 101 y NFPA 5000, incluyen en su texto el requisito que establece el ancho mínimo de las escaleras que sean utilizadas por 2000 o más ocupantes, debe ser de 56 pulgadas (124cms.). Esta disposición se aplica a edificios altos de 14 o más plantas y ha sido implementada para facilitar el

egreso de los ocupantes y el flujo del personal de respuesta a emergencias que transita hacia arriba por las escaleras. La propuesta para las construcciones 2010 y en lo sucesivo, es que se requiere que esta disposición se extienda a todas las escaleras de salida y se eliminen los criterios actuales que establecen que el ancho mínimo debe ser de 44 pulgadas (111cms.) Cuando las escaleras excedan un ancho de 44 pulgadas, serán permitidas para ser utilizadas por una capacidad mayor de ocupantes, según el cálculo que deriva de una nueva fórmula incluida en el código. Ello incentiva que los constructores de edificios aumenten voluntariamente las dimensiones de sus escaleras.

#### Ascensores para evacuación

Para la evacuación más rápida en edificios altos, se han establecido nuevas disposiciones que permiten el uso de ascensores en determinadas situaciones previas a una operación de llamada de emergencia Fase I, según disposiciones sobre Operaciones de emergencia para bomberos de ASME A17.1, Código de Seguridad para Ascensores y Escaleras Mecánicas (NOM, 2004). Los ascensores permanecen utilizables luego de la activación del sistema de alarmas del edificio, siempre que no hayan sido llamados por la detección de humos en los pasillos de los ascensores, sala de máquinas o huecos de los ascensores. En tales situaciones, los ascensores permanecen utilizables y disponibles para la evacuación de los ocupantes.

La nueva disposición establece un concepto más amplio, que se está explorando y que permitiría el uso de ascensores como un componente de los medios de egreso., según la propuesta sólo permite que los ascensores solo sean utilizados para la evacuación, y no toma en cuenta si cumplen con los requisitos de cantidad, capacidad o disposición de los medios de egreso., la propuesta incluye mayor información y capacitación que debe darse a los ocupantes, así como detalles adicionales sobre equipos de detección, alarma y comunicación, sistemas de rociadores, componentes de un ascensor, cableado y energía

eléctrica y sobre el concepto de un sistema de fosos de evacuación para ocupantes (NBE-CPI-96, 2004).

Otros aspectos que se encuentran a debate son:

1. Escenarios para prevención de derrumbes
2. Inspección del material a prueba de incendios
3. Conciencia situacional
4. Esfuerzos continuos

Evacuación externa de edificios elevados siniestrados

Las características arquitectónicas de las edificaciones deben cumplir con lo establecido para rutas de evacuación y para confinación del fuego, así como cumplir con las características complementarias y disposiciones que se describen a continuación:

Para el cumplimiento de lo establecido en los artículos del reglamento en lo relativo a las rutas de evacuación y salidas de emergencia, se observarán las disposiciones contenidas en este apartado. El Director Responsable de Obra en la Memoria Descriptiva, debe fundamentar sobre la base de estas disposiciones, las soluciones adoptadas y vigilar su correcta aplicación al proyecto y a la obra.

Todas las edificaciones clasificadas como de riesgo medio o alto, deben garantizar que el tiempo total del desalojo de todos sus ocupantes no exceda los 10 minutos, desde el inicio de una emergencia por fuego, sismo o pánico y hasta que el último ocupante del local ubicado en la situación más desfavorable, abandone el edificio en emergencia.

En su caso, podrá contar con áreas de resguardo según se establece en 4.4.4 (RCGDF, 2004).

La velocidad para fines de diseño para un desalojo en condiciones de emergencia, se considera de 2.5 m/seg, considerando como máximo, el paso de una persona por segundo, por cada 0.60 m de ancho de la puerta más angosta,



circulación horizontal o circulación vertical, indicado en el artículo 92 (RCEV, 2000).

## DISCUSIÓN

Esta propuesta orientada a la prevención y sobrevivencia humana en situaciones catastróficas puede salvar la vida a miles de personas que se encuentren en edificios que permitan la rápida evacuación con seguridad en situaciones de emergencia. Los hechos de desastre ocurridos actualmente en todas partes del mundo por eventos naturales o provocados, permiten la reflexión de la presente propuesta.

La función de accesibilidad en cada salida es estrictamente creciente, supone una restricción muy severa que limita el problema, cuando en realidad la mayoría de las situaciones los ocupantes que se dirigen a desalojar el inmueble deben efectuar un determinado recorrido y en orden. Sin embargo, durante la ocurrencia de un siniestro es frecuente observar las demoras en el inicio de la evacuación, obligando a incorporar una nueva constante en el proceso.

Considerando el número de ocupantes y su posición, se pueden abrir y cerrar puertas, bloquearse escaleras, cambiar la anchura de las salidas entre otros. Se pone especial atención en este detalle porque un negocio saturado de personas se transforma en una trampa si hubiera un incendio o un sismo, ya que la situación genera pánico y si está excedido no hay tiempo de evacuar el sitio, aunque las salidas de emergencia funcionen.

Se puede concluir que los sistemas de evacuación propuestas por el ASTM E 2484-06, adoptada en diciembre del año 2006, especificando el sistema denominado CDD no son adecuados para la evacuación rápida y segura para los edificios de gran altura. Como se señala en la problemática de los edificios torre y evacuación segura de las edificaciones, del ASTM (2008), se puede entender que para el diseño de accesibilidad y evacuación de edificios torre, es necesario buscar en los diseños de estos edificios, un espacio alternativo ubicado fuera del

edificio, donde los usuarios puedan acceder y ser evacuados con seguridad y rapidez y sólo diseñar los elementos necesarios para la circulación horizontal y vertical interna dentro de estos edificios para la comunicación directa entre sus diferentes pisos.

Es importante enfatizar, en la propuesta del espacio alterno para la evacuación segura de usuarios en edificios altos en caso de siniestro, que no se propone duplicar los espacios para circulación vertical y horizontal en el edificio, sino que la accesibilidad y evacuación tanto horizontal como vertical se realice precisamente dentro de este espacio exterior alterno.

#### Referencias Bibliográficas

Andrade, B; Arenas, F; Lagos, M. (2010). Incorporación de criterios de fragilidad ambiental y riesgo en la planificación territorial de la costa de Chile central. *Revista de Geografía Norte Grande* 45: En prensa.- ISI.

Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (2006). NFPA 1, *Código Uniforme de Incendios*; NFPA 101, *Código de seguridad humana*; NFPA 5000, *Código de Seguridad y Construcción de Edificios*. México: Trillas

ASTM. (2008). *The Annual Book of ASTM Standards*, Adapted, with permission, from ASTM Standardization News, Vol. 33, N° 3. Copyright ASTM International, 100 Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428

Bulletin de Soutien. (2010). *Séisme à haïti – Comment aider ? Les Amis des Enfants du Monde – Association d'aide à l'enfance reconnue d'utilité*; MONTRouGE , France: Publique 9 rue Delerue

Cisternas M, Atwater B, Torrejón F, Sawai Y, Machuca G, Lagos M, Eipert A, Youlton C, Salgado I, Kamataki T, Shishikura M, Rajendran CP, Malik J, Rizal Y, Husni M. (2005). Predecessors of the giant 1960 Chile earthquake. *Nature* 437: 404-407

CTB&UHE. (2000). *Council on Tall Buildings & Urban Habitat-Emporis*. Completed by Marshall Gerometta Editorial de la Revista

DSM-IV-TR (2002). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*. Barcelona: Masson, S.A,

EL NACIONAL (2011). Periódico electrónico de Caracas, Venezuela  
[http://www.el-nacional.com/www/site/p\\_contenido.php?q=nodo/187842/Mundo/Elevan-a-145-los-fallecidos-por-el-terremoto-en-Nueva-Zelanda](http://www.el-nacional.com/www/site/p_contenido.php?q=nodo/187842/Mundo/Elevan-a-145-los-fallecidos-por-el-terremoto-en-Nueva-Zelanda)

Geological Survey Photographic Library. (September 19, 1985). *Mexico City Earthquake*, Collapsed General Hospital. U.S.: Press

IMCYC (2008). *Construcción y Tecnología*. México: Paidós

MTA-SDUVDGF (2004). *Manual Técnico de Accesibilidad, Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda del Gobierno del Distrito Federal*. México: Trillas

Lagos, M; Cisternas, M. y Mardones, M. (2008). Construcción de viviendas sociales en áreas de riesgo de tsunamis. *Revista de la Construcción* Vol.7 N° 2: 4-16

NBE-CPI-96 (2004). *Norma Básica de la Edificación*. España: Mc Graw Hill

NIST (2006). *Instituto Nacional de Normas y Tecnología*. México: Siglo XXI

NMSCT (2004). *Normas Mexicanas Secretaría de Comunicaciones y Transportes*. México: Grijalbo

NOM (2004). *Normas Oficiales Mexicanas aplicables al Diseño Arquitectónico*. México: falta editorial

RCEV (2000). *Reglamento de construcciones del Estado de Veracruz*. Veracruz: Gaceta Oficial

RCGDF (2004). *Reglamento de construcciones del Distrito Federal*. D.F.: Gaceta Oficial

Reser, J.P. (2007). The experience of natural disasters: psychological perspectives and understandings. J.P. Stoltman et al. (eds.), *International Perspectives on Natural Disasters: Occurrence, Mitigation, and Consequence*, Chapter 20, 369-384.

TELAM (2011). Agencia de noticias de la República Argentina. Sábado 26 de Febrero de 2011.