



PRIMER DIPLOMADO SUPERIOR EN GESTIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES

METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDADES EN EDIFICIOS

Ing. Jorge Arguello

Agosto, 29 del 2008

PRIMER DIPLOMADO SUPERIOR EN GESTIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES

METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDADES EN EDIFICIOS

Autor: Ing. Jorge Arguello

Directora: Ing. Giannina Zamora

Quito, agosto del 2008



PDF
Complete

Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

*Agradecimiento,
Mi sincero agradecimiento a la Corporación
Metropolitana de Seguridad y Convivencia
Ciudadana y de manera muy especial al Coronel
Gustavo Lalama por su constante apoyo y
preocupación por la formación de sus
colaboradores.*

<u>SÍNTESIS</u>	v
INTRODUCCIÓN	vi
JUSTIFICACIÓN	vi
OBJETIVO DEL TEMA DE ESTUDIO	ix
CAPÍTULO UNO	
EVALUACIÓN DE RIESGOS	
Identificación de las fuentes de desastres potenciales	10
Evaluación de los procedimientos de respuesta vigente.	11
CAPÍTULO DOS	
METODOLOGIA Y TIPOS DE DIAGNOSTICO DE VULNERABILIDAD	
Etapas de diagnóstico.....	<u>17</u>
Inspección preliminar.....	17
Levantamiento de deterioros	18
Realización de ensayos rápidos o generales.....	19
Recopilación de antecedentes.....	19
Urgencia de intervención	20
Confección de fichas y planos	<u>21</u>
Utilización de SIG para archivar los resultados del estudio de diagnóstico	<u>22</u>
Formulación de las hipótesis de fallo.....	22
Definición de las sollicitaciones sísmicas probables	<u>23</u>
Selección de ensayos en obra o en el laboratorio y de la zona donde se realizarán	23
Evaluaciones experimentales de resistencia de las edificaciones.....	<u>24</u>
Diagnóstico de vulnerabilidad estructural y no estructural.....	25
El componente estructural.....	26
El componente no-estructural.....	26
Modelación de la estructura	26
Descripción del análisis matemático de las estructuras	27
Peligrosidad sísmica y características de la base de suelo soportante	27
Generación de las variantes de edificios	28
Evaluación de la tipología estructural y detalles constructivos.....	<u>29</u>

El trabajo realizado presenta una metodología para el análisis y evaluación de vulnerabilidades en edificaciones ante posibles eventos telúricos, es por esto que la investigación empieza haciendo una descripción del tipo de fallas tectónicas que se presentan en el Ecuador y específicamente las que pasas por el D.M.Q., señalando además las magnitudes de los principales eventos telúricos registrados en el país y el año de ocurrencia.

Secuencialmente en el desarrollo del temario hago una descripción de las fuentes de desastres potenciales haciendo referencia a los riesgos provenientes del exterior de la edificación y los riesgos provenientes de la estructura y servicios de la misma. Una vez identificados los riesgos inherentes a la estructura y a la implantación, pongo a consideración una evaluación de los procedimientos de respuesta ante estos desastres potenciales, para lo cual planteo una metodología y tipos de diagnóstico de vulnerabilidades a ser considerados dentro del análisis de las edificaciones, capítulo que es el tema central de mi monografía.

Como ayuda a esta metodología de evaluación acompaño una serie de cuadros y formularios sugeridos por el Doctor en Ingeniería Ohkubo, Masamichi, miembro del Instituto de Diseño de Kyushu, los cuales están basados en el Sistema de Evaluación de Daños en Casos de Emergencia establecido y recomendado por el Ministerio de la Construcción del Japón, mismos que son aplicables en nuestro país.

Finalmente realizo mis conclusiones y recomendaciones inherentes al tema de estudio planteado en este trabajo de monografía.

Dentro de los Estudios de Desastre es una necesidad establecer las medidas técnicas e Ingenierías de protección que deben cumplirse durante la elaboración de nuevos proyectos de inversión, ampliaciones o remodelaciones, complementándose con la adecuada utilización de las normas constructivas del país para garantizar la protección de la población y la economía, desde la concepción de cada proyecto hasta la puesta en marcha de la instalación.

Dentro de estos Estudios de Desastre, el Análisis de la Vulnerabilidad de la instalación tiene un papel protagónico al brindar al inversionista y al usuario los diferentes niveles de riesgo que pueden tener las instalaciones ante determinados agentes externos.

En términos de vulnerabilidad de desastres, hay que hablar de vulnerabilidad física, estando la misma representada por la vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional.

El presente trabajo hace un análisis de la metodología que debe emplearse para el análisis de vulnerabilidad estructural, y da los pasos a seguir para una correcta determinación del grado de confiabilidad de la estructura a partir de los modelos estructurales creados que permiten determinar el margen de seguridad una estructura analizada.

JUSTIFICACIÓN

El trabajo propuesto aportará a los profesionales de la construcción una herramienta de análisis de las edificaciones y permitirá fomentar una política de reducción de riesgos que minimice los daños que una catástrofe podría ocasionar a la población, la infraestructura y los servicios; en este propósito se requiere identificar cuáles son los lugares esenciales cuya pérdida podría obstaculizar el funcionamiento de la ciudad y el normal desarrollo de la vida.

o, si bien aportan conocimientos, no permiten de prevención, mientras no se cuente con un sistema de gestión del riesgo que traduzca esta información en normas y disposiciones y sean observadas por todas las entidades públicas y privadas.

Si consideramos que nuestro país es altamente vulnerable a los sismos, por estar atravesado por una serie de placas y fallas geológicas, y si hacemos una retrospectiva de estos eventos, podemos dimensionar la importancia de este tema de estudio, principalmente porque el Distrito Metropolitano de Quito se ha visto afectado por una serie de movimientos telúricos a lo largo de toda su historia.

Milton de la Cadena, Director de Unidad de Gestión de Riesgos del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, señaló que desde hace 470 años se han detectado 23 sismos, con una intensidad superior a los 6 grados en la escala de Richter. En 1587, 1755, 1797, 1868, 1949 y, el último ocurrido el pasado 5 marzo 1987.¹

Revisemos las Placas y fallas geológicas, tanto del Ecuador (fig 1), como las del Distrito Metropolitano de Quito (fig 2).

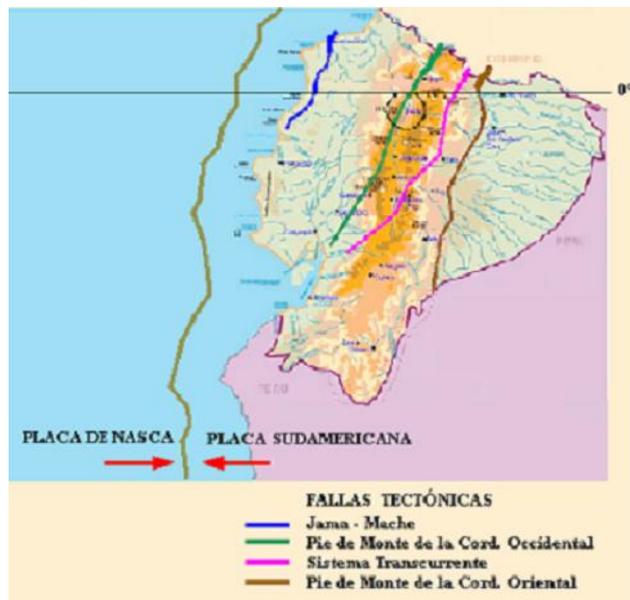


Fig1.- Placas geológicas del D.M.Q

Fuente: Milton de la Cadena, Exposición Sistema de Gestión de Riesgos²

¹ MILTON DE LA CADENA, Exposición Sistema de Gestión de Riesgos, Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana, Quito, 2007

² Digital data prepared with ARC/INFO version 7.2.1 running under Solaris version 2.6 on a Unix workstation.. Last revision June 2003.

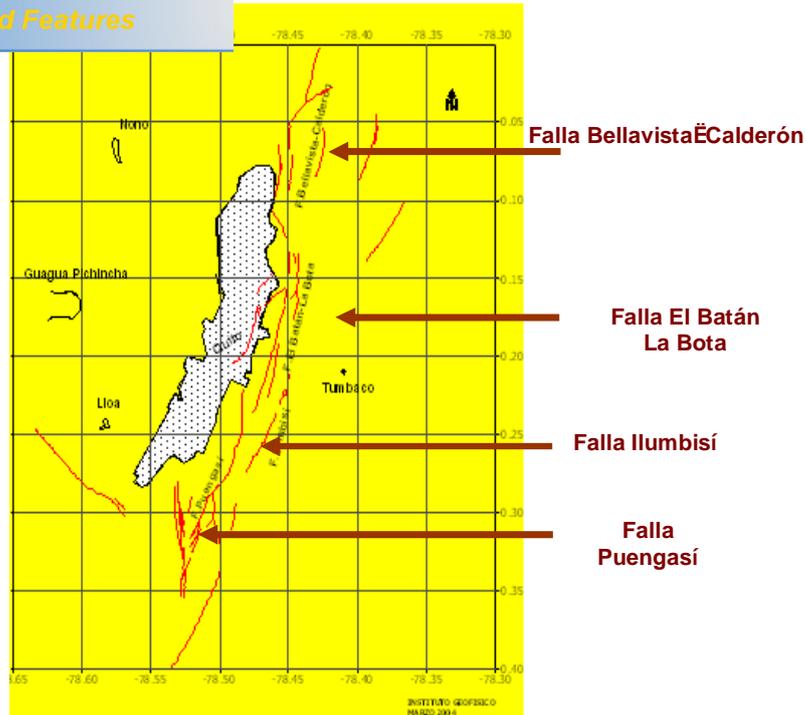


Fig.2.- Fallas geológicas en el DMQ
Fuente: Milton de la Cadena, Exposición Sistema de Gestión de Riesgos

El departamento de gestión de riesgos del D.M.Q. ha realizado varias hipótesis del escenario de riesgo, que por el desplazamiento de la fallas de Quito y sus alrededores pueden sufrir movimientos telúricos que alcancen una magnitud entre 6.9 a 7.1Ms en la escala Richter, es por esto que se sugiere que todas las edificaciones sean revisadas tomando en consideración tanto el mapa de riesgos del D.M.Q y sus zonificaciones, así como la magnitud mayor del sismo.³

A continuación pongo a consideración una serie de planos que contienen el estudio de riesgos sísmicos en el Distrito Metropolitano de Quito

Map prepared by M.N. Machette using Adobe Illustrator version 10.0. Last revision July 2003. This map is available as a PDF file at <http://geology.cr.usgs.gov> This report is preliminary and has not been reviewed for conformity with U.S. Geological Survey editorial standards. Any use of trade, product, or firm names is for descriptive purposes and does not imply endorsement by the U.S. Government.

³ Ídem.

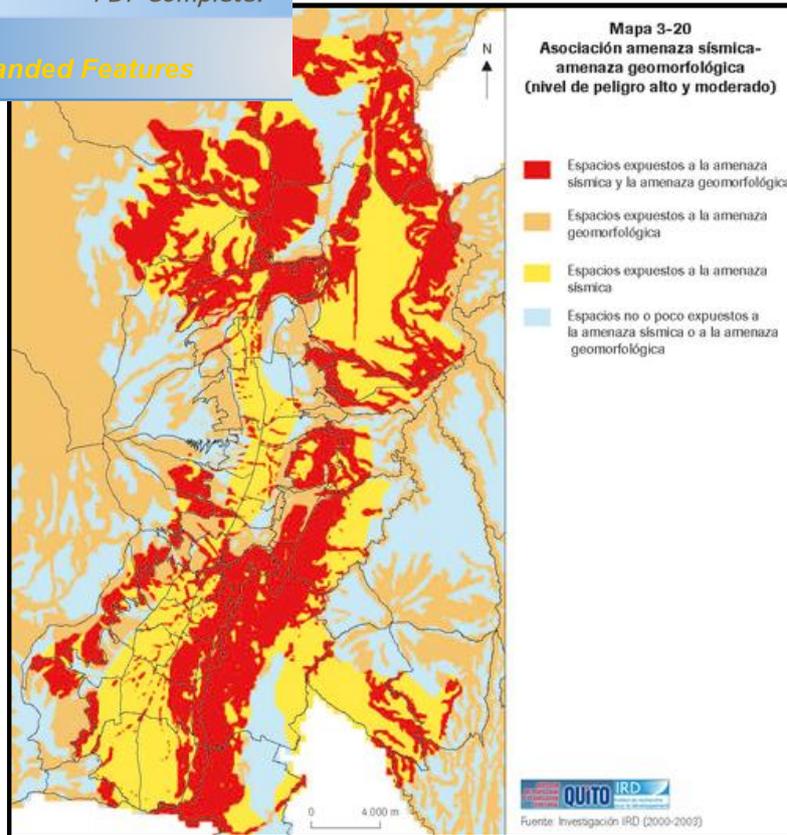


Fig. 3.- Asociación amenazas sísmicas-amenaza geomorfológico (niveles moderado y alto)
Fuente: Milton de la Cadena, Exposición Sistema de Gestión de Riesgos, Dirección Metropolitana de planificación Territorial, Institut de recherche pour le développement.

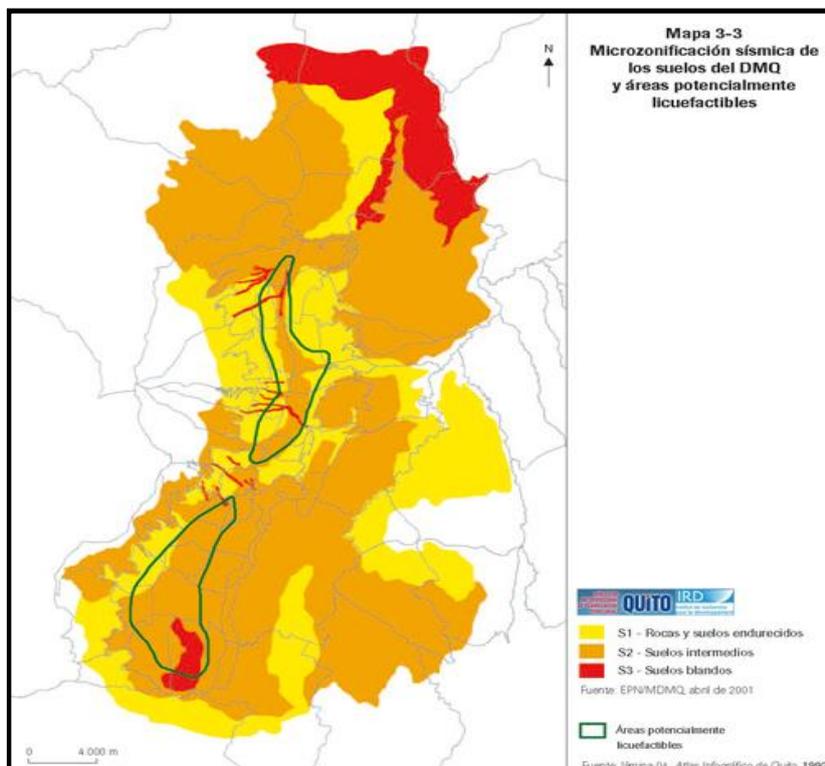


Fig. 4.-

Microzonificación de los suelos del DMQ y áreas potencialmente licuefactibles
Fuente: Milton de la Cadena, Exposición Sistema de Gestión de Riesgos, Dirección Metropolitana de planificación Territorial, Institut de recherche pour le développement.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

OBJETIVO DEL TEMA DE ESTUDIO

El objetivo planteado es tener una metodología para el análisis de vulnerabilidades en edificaciones frente a las amenazas naturales, específicamente sísmica.

Mediante la metodología planteada se podrá identificar las medidas de mitigación y prevención para reducir la vulnerabilidad y riesgo, consecuentemente, si es el caso, se podrá plantear un reforzamiento estructural para disminuir la vulnerabilidad física de las estructuras.

En este trabajo se presenta una serie de cuadros que permitirán al profesional del ramo tener una guía para hacer un estudio de vulnerabilidades en edificaciones.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

EVALUACION DE RIESGOS

1.1. Identificación de las fuentes de desastres potenciales

Según la Internacional Preservation Issues en el Compendio de la IFLA que hace referencia a la Prevención de Desastres y Planes de Emergencia sugiere que se debe identificar y calificar los riesgos de acuerdo con su probabilidad y severidad potencial, es así que se cita los siguientes riesgos:

a. Riesgos provenientes del exterior del edificio

Se debe evaluar en relación con la ubicación topográfica y las características climáticas y geológicas que prevalecen en la región, tomando en cuenta la ocurrencia y frecuencia local de deslizamientos de tierra, terremotos, etc., considerando la probabilidad de que el edificio se vea afectado por estos fenómenos naturales

Se debe considerar la proximidad de las actividades humanas potencialmente dañinas, por ejemplo instalaciones comerciales o industriales con riesgos de incendio, explosión o contaminación (plantas químicas, tiendas de pintura) autopistas, rutas aéreas.

b. Riesgos provenientes de la estructura y servicios del edificio.

Se debe hacer una evaluación en relación con la calidad y resistencia de la construcción del edificio, especialmente de los puntos débiles tales como techos, puertas, ventanas, tragaluces, áreas subterráneas, etc

ó Riesgos de incendio ocasionados por:

- É circuitos eléctricos y/o instalaciones de gas
- É maquinaria y equipos (computadoras, fotocopiadoras)
- É laboratorios dentro de las edificaciones
- É componentes inflamables (bombonas de gas, pinturas, líquidos de limpieza, químicos)

los por instalaciones que lleven agua tales como:

- É tuberías de agua (cuartos de aseo y lavabos) y sistemas de drenaje
- É sistemas de acondicionamiento de aire (enfriamiento, calefacción y ventilación)
- É sistemas de extinción de incendios

ó Riesgos ocasionados por errores humanos y negligencia

- É personas que fuman
- É grifos abiertos
- É trabajos de mantenimiento o construcción realizados por contratistas.
- É riesgos ocasionados por interferencia humana (incendio premeditado, vandalismo, perturbaciones civiles, terrorismo).
- É la situación política local

Hay que recordar que la evaluación de riesgos no es un ejercicio que se hace una sola vez. Muchos de los factores y circunstancias que se mencionan arriba pueden cambiar con el paso del tiempo, y deben volver a ser evaluadas. Se debe considerar la realización de por lo menos una reevaluación anual, conscientes de la necesidad de hacer una reevaluación inmediatamente después de un evento.

1.2. Evaluación de los procedimientos de respuesta vigentes

Al respecto de este tema la Internacional Preservation Issues considera que el ejercicio de evaluación de riesgos debe, además, identificar y evaluar las estructuras que se deban proteger y los procedimientos de respuesta ante un evento adverso. La prevención se ocupa de las medidas para evitar que se produzca un evento.

Un ejercicio de evaluación de riesgos producirá una lista de los riesgos que se hayan identificado y deberá incluir las prioridades de atención en relación con los riesgos más probables, la falta de adecuación que se haya percibido en la estructura y sistemas del edificio, y los procedimientos de gestión existentes para atenderlos.

Se debe considerar que muchas de las recomendaciones que se proponen implican realizar inspecciones periódicas del edificio y sus servicios, asegurarse de llevar un

iones, de tal manera que se pueda hacer referencia a esö y se identifiquen los problemas recurrentes.

Acciones a considerar en relación con:

a) Los alrededores del edificio

Considerar la construcción de muros de contención, alcantarillas (cunetas de drenaje) y estructuras similares para desviar y/o retardar las inundaciones, deslaves y el impacto de vehículos contra los edificios. Si aún no están instalados, considere colocar contraventanas para tormentas y otros dispositivos similares en las ventanas y puertas.

Asegurarse de que las autoridades civiles y comerciales responsables del suministro de agua y electricidad, sistemas de drenajes y aguas servidas, mantenimiento de autopistas, etc., revisen regularmente los sistemas.

Podar o retirar los árboles altos (daño potencial para las estructuras en caso de tormenta) y la maleza (refugio potencial para vándalos, riesgo de incendio).

Instalar luces exteriores de seguridad, o revisar y asegurarse de su adecuado mantenimiento si ya están instaladas. Considerar la instalación de una cerca de seguridad en el perímetro exterior y/o alarmas de intrusión en el perímetro, en caso de ser posible y adecuado.

Se debe establecer y mantener un diálogo e intercambio de información continuo con los ocupantes y propietarios de los edificios vecinos y asegurarse de su participación y cooperación en las medidas enunciadas.

b) Estructura del edificio

Asegurarse de la inspección periódica por parte de los ingenieros civiles, de ser necesario considerar construir un refuerzo estructural.

a por parte del personal de seguridad y limpieza de
de las áreas vulnerables al viento, al agua y al
acceso no autorizado de personas (techos, tragaluces, puertas, ventanas, tuberías, etc.)

c) Seguridad

Llevar un control adecuado de la entrega y devolución de llaves. Establecer sistemas de control adecuados para todas las personas que entren y salgan del edificio. Tener pocos puntos de entrada y salida como sea posible, lo ideal es que sea uno solo.

Establecer y observar procedimientos estrictos para el cierre de las puertas al final de la jornada de trabajo.

De ser posible, emplear personal de seguridad las 24 horas que patrulle regularmente todo el edificio, en lugar de estar simplemente sentados en una oficina.

Tomar precauciones especiales cuando personas ajenas al personal, tales como contratistas, estén trabajando en el edificio. Asegurarse de que haya un conocimiento cabal de su ubicación exacta en todo momento, y de cualquier equipo potencialmente peligroso que puedan estar usando. Considerar la instalación de alarmas de intrusión.

Todos los sistemas mecánico-electrónicos instalados para algunos de los fines anteriormente mencionados deben funcionar 24 horas al día, 7 días a la semana, 52 semanas al año y deben ser probados y recibir mantenimiento periódicamente. Se recomienda que estos sistemas estén conectados para sonar en las Unidades de Policía Comunitaria de cada sector o de Bomberos local, durante las horas en que el edificio se encuentra cerrado.

d) Sistemas de almacenamiento

Almacenar todos los materiales por lo menos a 150 mm por encima del nivel del piso para retardar los efectos de la humedad. Evitar, en lo posible, colocar las cosas directamente sobre el piso.

como sea posible y asequible (Ej. cajas para , estampas y planos, gabinetes para archivar diapositivas, películas, fotografías, etc.) que brinden alguna protección contra el agua y el fuego y frenen su impacto. Asegurarse de que todos estos medios de almacenamiento tengan etiquetas externas resistentes al agua.

Considerar el uso de cajas de seguridad a prueba de fuego para los materiales más valiosos.

Disponer de una póliza de seguros asequible para todos los ítems que cubren las compañías locales, por ejemplo costos de mano de obra y equipos asociados con la respuesta a un siniestro.

e) Agua: protección

Asegurarse del mantenimiento periódico de todos los sistemas de transporte de agua. Asegurarse la existencia de numerosas válvulas de control de flujo (llaves de paso), y que la ubicación de las mismas sea ampliamente conocida por el personal. Instalar grifos (en lavamanos, fregaderos) que se cierren automáticamente.

Considere cambiar el recorrido de los sistemas (Ej. las tuberías que pasan directamente por encima de los colectores).

Realizar mediciones periódicas de la humedad relativa dentro del edificio, especialmente en las áreas que se consideren vulnerables a la humedad (Ej. sótanos).

f) Fuego

Realizar la inspección y mantenimiento periódicos de los circuitos eléctricos y de todos los equipos eléctricos, y llevar registros detallados de todas las inspecciones y obras que se deriven de ellas.

Asegurarse que todos los equipos tales como computadoras, fotocopiadoras, etc., estén aislados de las áreas de depósito de documentos y que queden apagados durante la

automática. Se debe prohibir el uso de equipos tales como las cafeteras eléctricas.

Considerar la instalación de tantas puertas y barreras contra incendio como sea posible para aislar el fuego y frenar su propagación, además de la instalación de circuitos eléctricos locales para cada sala/área de depósito que pueda ser aislada.

Si aún no se están aplicando normativas que prohíban fumar al personal y a los usuarios, se debe establecer y hacerlas cumplir.

Asegurarse la adecuada supervisión de todos los contratistas y del personal de mantenimiento, especialmente si utilizan equipos de soldadura, sopletes, etc.

Considerar la instalación de sistemas de detección que disparen una alarma automática. Si los instala, prefiera los sistemas de detección de humo a los de calor o llama, ya que son más sensibles a la combustión de los documentos.

Hay que recordar que, con mucha frecuencia, un sistema de alta tecnología puede ser equivalente a baja disponibilidad debido a problemas de conexiones eléctricas defectuosas y a la falta de buenos servicios locales de mantenimiento. Las opciones manuales de baldes de agua y extintores de incendio que funcionen bien son preferibles a un sistema automático que no sea confiable.

Considerar la instalación de sistemas automáticos de extinción de incendios.

Los sistemas gaseosos (adecuados para áreas pequeñas o confinadas ocasionan menos daños que los equipos por agua, por ejemplo a las computadoras, pero requieren del respaldo de sistemas de extinción por agua para áreas más amplias).

Revisar cuáles son los químicos que están permitidos en esos sistemas de conformidad con las disposiciones de salud y seguridad locales. El más usual es el dióxido de carbono (CO_2).



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

amiento sistemas de extinción de incendios, solicite
ra determinar si éstos todavía son adecuados, este

campo avanza rápidamente.

Asegurarse de que haya extintores portátiles en los puntos de emergencia contra incendios en todo el edificio y que estén claramente identificados. En cada punto de emergencia contra incendio, debe haber tanto extintores de agua como de dióxido de carbono (CO₂). En los incendios de origen eléctrico solamente deben usarse extintores de dióxido de carbono (CO₂).

Todos los extintores deben ser probados periódicamente, recargados y colocados de nuevo en su lugar. Todo el personal debe recibir capacitación obligatoria periódica en el uso de extintores.

METODOLOGIA Y TIPOS DE DIAGNOSTICO DE VULNERABILIDAD

2.1. Etapas de diagnóstico

En el capítulo anterior se ha realizado una descripción de lo que los técnicos que trabajamos en el área de construcción civil debemos considerar dentro de la intervención de proyectos ya construidos o en las etapas de planificación de proyectos, haciendo referencia a la identificación de las fuentes de desastres potenciales.

Secuencialmente una vez identificadas estas fuentes de desastres potenciales el técnico se debe centrar en el análisis de la estructura a ser analizada, es por esto que he creído conveniente citar parte del texto de la ponencia de la MSC. Ing. Odalys Alvarez Rodríguez, expuesta en las terceras Jornadas de Ingeniería Civil realizado en La Habana Cuba, en donde se hace una descripción de las fases o etapas de la Metodología de diagnóstico de edificios, haciendo énfasis en sus características más relevantes.⁴

Esta metodología planteada permitirá al equipo de análisis realizar un trabajo secuencial, el cual puede ser perfectamente aplicado a nuestro medio.

2.2. Inspección preliminar

El objetivo de esta fase es inspeccionar la edificación o la parte de ella que será objeto de análisis, en aras de trazar las estrategias para organizar el estudio de diagnóstico de acuerdo a las particularidades de cada inmueble.

Se identificarán los elementos y lugares que serán objeto de cada tipo de inspección: parcial o total, reducida o intensiva, ordinaria o extraordinaria.

⁴ Alvarez Rodríguez, Odalys, ¿Cómo enfrentar el diagnóstico de las edificaciones ubicadas en el Centro Histórico de la Habana?, Congreso III Jornadas Internacionales Ingeniería Civil, febrero, 2006, La Habana

que se encuentra ubicado el inmueble y la
s fundamentales constituyen puntos claves en la

etapa del trabajo de diagnóstico.

Se recomienda la participación de todo el equipo multidisciplinario que participará en la realización del estudio de diagnóstico.

2.3. Levantamiento de deterioros

El objetivo de esta etapa es buscar la presencia de lesiones, daños o deterioros que se manifiesten como síntomas del proceso patológico y a partir de las cuales podemos conocerlo.

Lo primero es detectar las lesiones e identificarlas e independizar las lesiones y procesos patológicos diferentes con el objetivo de seguirlos adecuadamente, sobre todo teniendo en cuenta su posible relación.

Esta fase concluye con la confección del levantamiento de daños por locales, ello implicará un número reiterado de visitas. Se recomienda la utilización de una cámara fotográfica que permita levantar gráficamente las lesiones en el momento del inventario, de este modo se puede obtener una serie de datos físicos que facilitan la comprensión del proceso.

Se debe hacer un examen visual de toda la estructura, este examen se realizará elemento por elemento diferenciándolo de toda la estructura con el fin de comprobar si los síntomas y la naturaleza son iguales en todos los elementos o si existe más de una problemática en el conjunto.

Dentro de los datos que se recogen se encuentran: el tipo de lesión, la descripción, las posibles causas, los materiales afectados, los elementos constructivos dañados, la localización de las lesiones en el edificio o unidad constructiva, el nivel de exposición del punto de aparición del síntoma con respecto al nivel de la calle y a la proximidad de otros edificios, entre otros.

empleando métodos organolépticos (inspección y medición intensiva). Dentro de los últimos pueden utilizarse sensores que miden temperatura y sus variaciones en tiempo real registrando todos los datos durante el período de los ensayos.

Se pueden emplear también, dispositivos para medir las deformaciones en grietas, juntas y desplazamiento entre elementos o partes de ellos; también estos datos se deben registrar permanentemente.

Para esta primera etapa del estudio es muy útil tener un listado con la clasificación de las posibles lesiones y materiales afectados como el que se muestra en las Fichas para la toma de datos que componen esta Metodología.

Debe señalarse que dentro del D.M.Q. existen una gran variedad de edificaciones con técnicas de construcción y sistemas constructivos diferentes, así como con un gran número de materiales constituyentes que van desde los pétreos, térreos, cerámicos, la madera, los metales hasta el hormigón armado, lo que indiscutiblemente hace más compleja la realización de un estudio de diagnóstico.

2.4. Realización de ensayos rápidos o generales

Esta etapa se realiza con el objetivo de evaluar de forma rápida los puntos más críticos del edificio o zona a estudiar. Para poder determinar si necesitan ser intervenidos de forma urgente se evalúan los parámetros ambientales que caracterizan el edificio y su entorno, y se llevan a cabo aquellos ensayos más simples que permiten caracterizar los materiales constituyentes de cada uno de los elementos en estudio. Para ello se usarán aparatos o equipos de medida sencillos o muestras de materiales extraídas de forma simple.

2.5. Recopilación de antecedentes

Una vez identificadas e independizadas las lesiones, se inicia esta fase para la cual se deben usar todas las fuentes disponibles.

do tipo de documentación gráfica o escrita sobre la edificación e incluso entrevistas con los moradores o usuarios del edificio o del barrio para conocer más detalles que no estén reflejados en la documentación existente.

En esta fase pueden obtenerse planos, fotografías, informes de diagnósticos anteriores, órdenes de demolición, apuntalamientos, fecha de aparición o periodicidad de algunas lesiones, usos del edificio, fecha de construcción, sistema y detalles constructivos o nivel de contaminación del entorno del edificio, entre otros.

Si es posible, se debe obtener información sobre otras construcciones de la misma época con materiales similares y comparar el estado e deterioro, lo que resultará muy útil para alguna valoración o determinación de causa patológica.

También se puede realizar un reconocimiento *in situ* y estudio del edificio para la obtención de datos extrínsecos de donde se pueden obtener: las características de los apoyos, la geometría de la estructura, las luces, las secciones de los elementos, además de todos los detalles que resulten importantes para llevar a cabo el estudio de diagnóstico.

Una vía para realizar la recopilación de antecedentes es la realización de estudios arqueológicos, especialmente en lo que se ha dado en llamar por algunos autores como la arqueología estructural, a través de la cual se pueden identificar diferentes etapas constructivas en los inmuebles, así como una gran variedad de materiales componentes que normalmente se encuentran ocultos.

En todos los casos debe ser muy bien caracterizada la fuente que brinda la información en aras de evaluar su confiabilidad.

2.6. Urgencia de intervención

La misma se establece en función del resultado del levantamiento de deterioros o daños y por ensayos rápidos, como es el caso de la medición de flechas, desplomes y grietas,

En muchos casos en esta etapa es posible detectar zonas que resultan inseguras para las funciones que cumple la edificación objeto de estudio y a las que debe limitarse el acceso (aún durante el estudio y reparación de la misma) o encargar a los organismos competentes la ejecución de los trabajos de apuntalamiento de elementos estructurales con el objetivo de evitar posibles pérdidas de vidas humanas.

En otros casos, se orientará la realización de medidas que eviten la aceleración de la degradación de los elementos afectados mediante algunas labores sencillas de conservación.

2.7. Confección de fichas y planos

La elaboración de Fichas Técnicas para cada uno de los deterioros o daños detectados constituirá un instrumento de gran ayuda para el resto del estudio ya que al finalizar el mismo se contará con una base documental que caracterice exhaustivamente la edificación en el momento en que fue llevado a cabo el diagnóstico, es por esto que he creído conveniente citar una serie de formularios y tablas presentadas por el Doctor en Ingeniería Ohkubo, Masamichi, en una ponencia realizada en México del sistema de evaluación de daños en casos de emergencia en la cual recoge los pasos a seguir para realizar un diagnóstico estructural en una edificación luego de un evento adverso o en caso de evaluaciones de edificaciones deterioradas.

Las fichas y los planos deben recoger toda la información que se haya obtenido en las etapas anteriores y son muy importantes porque pueden servir para inspecciones en el futuro.

Los planos serán elaborados sobre la base de levantamientos planimétricos, altimétricos y volumétricos de la edificación que servirán como base para plasmar los deterioros encontrados en las inspecciones realizadas anteriormente descritas.

Se deben seguir las orientaciones de las normas y el formato, aunque se recomienda que los mismos sean elaborados a escala: 1:100, las plantas y elevaciones, 1:50, los cortes y 1:25 ó 1:20 o escalas mayores, los detalles constructivos según lo que se quiera mostrar.

En los planos deben señalarse, también a escala, los deterioros observados en el momento de la inspección con la mayor precisión posible representando el área afectada en cada caso.

2.8. Utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para archivar los resultados del estudio de diagnóstico

Montar una base de datos sobre un Sistema de Información Geográfica (SIG) facilita considerablemente los estudios de investigación de la edificación para la realización del diagnóstico de la misma; incluso, de acuerdo a la base de datos y códigos que se empleen, permite un procesamiento estadístico que puede ayudar en la toma de decisiones.

En el SIG se pueden representar: planos generales, fotografías, datos, tablas, cuadros, fichas técnicas, ensayos realizados, entre otros que permitan la creación de mapas temáticos, que permitan al equipo de diagnóstico y a los proyectistas o diseñadores contar con toda la información necesaria para acometer de forma más eficiente las soluciones de reparación de los elementos afectados y registrarla. Sería recomendable que este tipo de estudios sean archivados en una institución que tenga el registro de las edificaciones intervenidas, donde profesionales particulares, instituciones tanto a nivel público o privado puedan acudir en caso de necesitar información de zonas y edificios analizados, este organismo podría ser la propia Subsecretaría de Gestión del Riesgo.

2.9. Formulación de las hipótesis de fallo

En esta etapa se puede elaborar según los datos obtenidos en las etapas precedentes de la investigación cuáles son las hipótesis de las causas que han originado las lesiones detectadas. Para la comprobación de las mismas será necesario continuar la investigación hasta arribar al diagnóstico.

es necesario contar con especialistas o expertos en patología y conocer a fondo el comportamiento de los materiales que componen la edificación o las partes estudiadas desde el punto de vista físico, mecánico, químico y térmico ya que en muchos casos esto resulta de vital importancia para detectar las posibles causas de fallo de los elementos afectados.

2.10. Modelación geométrica de la edificación y creación de modelos virtuales de la misma

Definición de las solicitaciones sísmicas probables

Las solicitaciones sísmicas probables o "Espectros de Respuesta" que se usarán posteriormente en los análisis matemáticos, son los propuestos en la microzonificación sísmica del D.M.Q. (Referencias Figs. 3 y 4). A estos espectros se les debe incorporar la información estadística, clasificados según el tipo de suelo y la intensidad de Mercalli Modificada.

En esta fase se confeccionarán los modelos geométricos de la edificación según los datos obtenidos de los levantamientos planimétricos, altimétricos y volumétricos de cada uno de los elementos que la forman.

Para ello se emplearán softwares especializados en el análisis de estructuras como el Stadd-III, el SAP 2000, el ETABS, entre otros. Es imprescindible que estos modelos geométricos se ajusten lo más posible a las condiciones reales de la obra en estudio ya que serán utilizados posteriormente para el estudio del comportamiento físico - mecánico de las estructuras.

2.11. Selección de ensayos en obra o en el laboratorio y de la zona donde se realizarán

Estos ensayos se realizan con el objetivo de caracterizar los materiales que conforman la estructura y evaluar su comportamiento ante determinados fenómenos mediante el empleo de los sistemas de instrumentación.

ctivos y no destructivos a realizar en obra y en el

En esta etapa será muy útil que el personal que realice la selección esté capacitado en cuanto a los ensayos posibles a realizar, así como su aplicación y resultados a obtener. En cualquier caso, la interpretación de los mismos resultará de vital importancia para llevar a feliz término la investigación que se lleve a cabo.

Deberá priorizarse la realización de ensayos no destructivos para afectar lo menos posible a la edificación objeto de análisis. En caso de que se requiera hacer ensayos destructivos, el plan de toma de muestras debe ser diseñado por el personal más capacitado para evitar nuevos daños a la estructura y hacer la investigación lo más económica posible.

La instrumentación se realizará mediante la colocación de sensores que permitan medir en tiempo real el comportamiento de la edificación en las zonas seleccionadas.

2.12. Evaluaciones experimentales de resistencia de las edificaciones

Esta evaluación se usará para obtener un mejor criterio sobre la participación de los elementos no estructurales en la respuesta sísmica de las edificaciones que contribuya al diagnóstico de la denominada vulnerabilidad no estructural.

La vulnerabilidad no- estructural (elementos arquitectónicos e instalaciones), esta condicionada entre otras variables, por su participación en la respuesta sísmica del edificio. Paredes articuladas a la estructura o instalaciones con empalmes flexibles atravesando juntas sísmicas o zonas de alta deformabilidad resultan sísmicamente aisladas y absorben una porción despreciable de las sollicitaciones. Por el contrario, las uniones rígidas de estos elementos con el sistema estructural implicarán una mayor participación y vulnerabilidad, puesto que no están diseñados para resistir fuerzas sísmicas.

mentos no estructurales en la respuesta sísmica, es una
eja. Aquí se propone evaluar cualitativamente esta

participación por medio de la medición experimental de las características dinámicas para vibraciones ambientales que por ser de muy baja intensidad incorporan plenamente la contribución de los elementos no estructurales a la respuesta de la estructura.

Finalmente, al comparar los resultados de los análisis matemáticos obtenidos para sollicitaciones de gran intensidad se puede clasificar esta participación o contribución en tres categorías: alta, media y baja.

2.13. Diagnóstico de vulnerabilidad estructural y no estructural

2.13.1. El componente estructural

Las estructuras conforman el sistema de elementos destinado a brindar soporte al edificio. Su función principal es la de transmitir las cargas de todo el edificio hasta el suelo y asimilar adecuadamente las fuerzas generadas por un movimiento sísmico.

Los elementos confortantes de las estructuras son: los cimientos, columnas, muros portantes, vigas y diafragmas (entendidos estos como los pisos y techos diseñados para transmitir fuerzas horizontales, como las de sismos, a través de las vigas y columnas hacia los cimientos).

Al entender la importancia de este componente se pone en claro que, de ocurrir un completo fallo del sistema estructural (denominado colapso físico), estaríamos ante la peor contingencia que una edificación puede experimentar a causa de un terremoto.

Un aspecto a tener en cuenta al momento de realizar un Estudio de Vulnerabilidad es que los requisitos sismo-resistentes están dirigidos a evitar la caída del edificio (colapso total), a fin de poder garantizar la pronta evacuación del mismo, aunque luego el edificio deba ser demolido por quedar inservible.

Este requerimiento significa que un edificio diseñado a partir de la norma sismo-resistente brinda un nivel de seguridad en donde el posible daño estructural es limitado.

daño No-Estructural y Organizativo-Funcional, con la eventualidad de que estos daños produzcan amenaza directa a la vida de los ocupantes de la edificación.

2.13.2. El componente no-estructural

El componente no-estructural esta conformado por un conjunto de sistemas y subsistemas que realizan funciones específicas y diferenciadas.

Todos estos sistemas son los que permiten que el edificio sea habitable y que además pueda funcionar.

Se recomienda de manera prioritaria el cambio progresivo de las instalaciones a fin de brindar un mayor nivel de seguridad a las edificaciones, atendiendo específicamente a los Servicios Básicos de Soporte de Vida, así como a las instalaciones vitales y áreas de una alta ocupación relacionadas a los elementos no estructurales

Este enfoque nos permite modificar las relaciones entre el sismo y la edificación reduciendo y mitigando las incidencias de los impactos establecidos.

2.14. Modelación de la estructura

El objetivo esencial de esta etapa es confeccionar un modelo en el plano o tridimensional de la estructura, que nos permita interpretar la forma de trabajo del conjunto, reacción de la estructura ante los estados de cargas a la que está o estará sometida y la relación existente entre el estado de patológico y el comportamiento estructural de la misma.

También se pueden fundamentar las acciones de emergencia tomadas, así como las zonas inseguras para las funciones del edificio, además de dar la posibilidad de hacer una evaluación de la durabilidad del inmueble.

permite conocer información que será muy útil para no pueden ser: la carga que le transmite el edificio

al terreno, la tensión de trabajo de las estructuras verticales (muros y columnas), las sollicitaciones actuantes en las estructuras horizontales (techos y cubiertas) y el efecto de la variación de la temperatura, entre otros.

Especial interés debe prestarse a las consideraciones sobre las propiedades de los materiales envejecidos (reológicas) ya que las mismas difieren de las características originales de los mismos, en muchos casos.

Se recomienda que las entidades especializadas en la realización de estudios de diagnóstico garanticen que exista personal especializado en el análisis estructural que forme parte de los equipos multidisciplinarios encarados del diagnóstico con el objetivo de elaborar y procesar los modelos anteriormente mencionados de forma eficiente.

2.15. Descripción del análisis matemático de las estructuras

Los pasos a seguir para realizar este análisis serían:

1. Conocer la peligrosidad sísmica y características de la base de suelo soportante de la edificación estudiada
2. Generación de las variantes de edificios
3. Evaluación de la tipología estructural y detalles constructivos
4. Influencia de los parámetros variables seleccionados en el comportamiento dinámico de las variantes de edificios generados
5. Evaluación de la seguridad sísmica

2.15.1. Peligrosidad sísmica y características de la base de suelo soportante

Los parámetros más importantes a definir son aquellos que caracterizan la peligrosidad sísmica en el lugar de emplazamiento de la edificación así como el tipo de base de suelo soportante.

o de vulnerabilidad sísmica estructural del edificio
ción máxima del terreno en esa zona.

Al seleccionar los niveles de peligrosidad sísmica se debe considerar un valor de aceleración horizontal máxima efectiva del suelo, este valor como hipótesis de estudio será para un período de vida útil de la edificación de 50 años y una probabilidad de excedencia de un 15,0%.

2.15.2. Generación de las variantes de edificios

En esta fase de estudio se recomienda proceder de la siguiente forma:

- Modelación en 2D y 3D del estado original de la edificación
- Modelación de 2D y 3D de los procesos patológicos de origen estructural
- Calibración del Modelo Numérico
- Modelación de cadenas de fallos estructurales para describir la secuencia de aparición de los procesos patológicos estructurales
- Contraposición de los procesos patológicos estructurales con las zonas de concentración de tensiones y deformaciones
- Modelación de las posibles soluciones estructurales

Para ello se pueden emplear software especializados en el análisis de estructuras, los cuales disponen de una biblioteca de elementos suficientemente abarcadora de los posibles casos que puedan presentarse, además de un potente pre y post-procesador gráfico para la creación y procesamiento de la respuesta de modelos estructurales.

Las consideraciones generales para la elaboración de los modelos deberán exponerse en los informes finales que se elaboren por el personal encargado del estudio de diagnóstico.

En la mayoría de los casos las soluciones de cálculo de de las edificaciones planteadas por los ingenieros calculistas están relacionados con una práctica del diseño influenciado por las normas constructivas de la época del proyecto, por los materiales existentes y por el planteamiento arquitectónico independientemente que fueran zonas sísmicas o no.

En la actualidad el diseñador con la finalidad de disminuir costos trata de disminuir el peso de los elementos no estructurales utilizando para su fabricación materiales ligeros, la disminución del peso del edificio con la altura, sobretodo en la cubierta, la disminución de los espesores de muros con la altura y la disposición de los elementos de mayor rigidez en el perímetro de la edificación, entre otros

En caso de las edificaciones existentes una correcta evaluación de la tipología estructural y detalles constructivos puede conducir además tanto a propuestas de modificaciones del sistema estructural del edificio estudiado como a propuestas de refuerzo.

2.15.4. Influencia de los parámetros variables seleccionados en el comportamiento dinámico de las variantes de edificios generados

En esta etapa se debe considerar las hipótesis de la revisión de la estructura planteada por los técnicos que realizan el estudio, entre las cuales se puede citar:

- Hipótesis de cálculo.
- Algoritmos de cálculo
- Comportamiento de los entrepisos
- Comportamiento elástico lineal del material.
- Parámetros de control.

Los parámetros de control en la revisión de la estructura se debe considerar los siguientes:

- Peso del edificio
- Cortante basal correspondientes a las direcciones de acción sísmica
- Coeficiente sísmico correspondiente a las direcciones de acción sísmica
- Desplazamientos horizontales extremos totales y relativos
- Tensiones tangenciales máximas en muros portantes

Las suposiciones en cuanto a la precisión del modelo estructural tratan de cubrir las incertidumbres relacionadas fundamentalmente con el modelo del material y el modelo de los vínculos entre los elementos estructurales, incluyendo los vínculos con la cimentación.

2.15.5. Evaluación de seguridad sísmica

Entre los principales parámetros que se recomienda chequear son:

- Fuerzas axiales en las diagonales equivalentes a los pórticos rellenos
- Solicitaciones extremas en las columnas
- Solicitaciones extremas en las vigas
- Solicitaciones extremas en los muros
- Solicitaciones extremas en los dinteles de los muros portantes

2.16. Análisis de los resultados

En esta etapa se hará el estudio de contraposición entre los resultados alcanzados en el levantamiento de deterioros y su caracterización, los resultados de cada uno de los ensayos realizados en obra y en el laboratorio para caracterizar la edificación y su entorno, los resultados del sistema de instrumentación y la modelación numérica. A partir de estos análisis se realizará la validación de las hipótesis formuladas.

ción de la capacidad resistente de los diferentes
previsto a futuro para cada uno de ellos y de la
edificación en su conjunto.

2.17. Diagnóstico

Una vez terminada la toma de datos directa, y estando en posesión de los resultados de posibles ensayos de laboratorio, se puede iniciar la reconstrucción de los hechos, es decir tratar de conocer cómo se ha desarrollado el proceso patológico, cuál ha sido su origen y sus causas, cuál su evolución y cuál su estado actual.

En esta etapa se debe llegar a conclusiones para la posterior actuación que implique la reparación o no de la edificación.

Como plantean los autores O'Reilly y Tejera (2002)⁵ se realiza la **“Síntesis del diagnóstico”** que consiste en:

Determinar las características y el estado en que se encuentra la construcción en estudio.
Objetivos: Dejar constancia del estado actual y dictaminar qué intervención precisa el sistema estructural.

Acciones: Recogida de información de las fases anteriores, su análisis y redacción del informe final.

2.18. Pronóstico

En esta etapa el equipo de diagnóstico deberá apoyarse en el diagnóstico para prevenir la evolución de los daños y orientar el correcto tratamiento de los mismos en una fase posterior. Un buen pronóstico debe basarse tanto en el diagnóstico del proceso patológico como en el conocimiento del edificio para realizar una correcta predicción sobre su evolución.

⁵ Citado por Alvarez Rodríguez, Odalys, ¿Cómo enfrentar el diagnóstico de las edificaciones ubicadas en el Centro Histórico de la Habana?, Congreso III Jornadas Internacionales Ingeniería Civil, febrero, 2006, La Habana

les lo que puede ocurrirle al edificio o a parte de él
el pronóstico no resulta favorable se recomienda la
demolición total o parcial de la edificación o de algunos de sus elementos componentes.

2.19. Tratamiento

Como objetivo final, el diagnóstico nos permite llegar a propuestas de intervención constructiva que, como ya se ha dicho, tendrán como objetivo devolverle a la edificación su función constructiva.

El tratamiento dependerá del conocimiento que se tenga sobre la edificación y sus materiales componentes, entre otros. Puede ser conocido o no en cuyo caso habrá que investigar en aras de garantizar la *compatibilidad* entre lo que ya existe y la técnica a emplear para su reparación.

Debe referirse tanto a la causa como al efecto (deterioro), recordando la preferencia de la eliminación de la causa. Una vez corregida la causa y sólo después de ello se deberá proceder a la reparación del deterioro, lo que tendrá como objetivo de devolver al elemento su aspecto y funcionalidad originales.

2.20. Selección de los materiales

Los materiales de la obra deben haber sido muy bien caracterizados en este momento del estudio de diagnóstico, por lo que la selección de los materiales a utilizar para la reparación de los elementos afectados deberá basarse fundamentalmente en su *durabilidad* y *compatibilidad* con los materiales originales.

En caso de que los materiales originales no se hayan comportado de forma adecuada deberá prestarse un gran interés en aras de reponer el mismo por otro que se adapte a las condiciones de explotación a que estará sometida la edificación o la zona de la misma que se encuentra afectada.

Deberá prestarse especial atención a los materiales que se empleen para llevar a cabo el proceso de reparación ya que no en todos los casos las recomendaciones y experiencias

de los usuarios anteriores se corresponden con las
las que se encuentra ubicada la edificación objeto

de la intervención.

En cualquier caso debe prestarse especial atención a la *compatibilidad* entre los materiales existentes en las edificaciones antiguas, y los materiales de reparación o restauración para así no dar al traste con las intenciones de prolongar la vida útil de las mismas.

2.21. Ejecución

Esta etapa requiere de mano de obra especializada en las labores de conservación (herrereros, carpinteros ebanistas, arqueólogos, albañiles que dominen el trabajo con el yeso y la masilla, entre otros), y de una programación adecuada del proceso de intervención en el inmueble para que la acción sobre el mismo no resulte perjudicial. Además, es necesario que se cuente con el equipamiento y herramientas necesarias para llevar a cabo los trabajos.

El control de la ejecución debe realizarse desde que comienza la ejecución de los trabajos de conservación hasta la puesta en servicio nuevamente de la edificación. Esta etapa del trabajo reviste una gran importancia pues de ella depende en gran medida la calidad del producto final de la intervención.

2.21. Propuesta de mantenimiento

Toda propuesta de reparación de un proceso patológico y todo proyecto de una obra nueva debe estar acompañada por una *propuesta de mantenimiento* de la unidad constructiva estudiada. La misma se basará en aquellos puntos críticos detectados durante el estudio de diagnóstico y que han sido los más afectados en el edificio o elemento estudiado.

El personal encargado del estudio de diagnóstico deberá recomendar las acciones periódicas que se deben realizar para preservar la integridad de la zona que será

condicionantes para su correcta explotación futura y
otras.

La elaboración del *Programa de Mantenimiento* es fundamental para que la edificación pueda cumplir satisfactoriamente con los períodos de vida útil previstos una vez que sea sometida alguna de las acciones de conservación.

Este programa debe estar compuesto por un conjunto de actividades predeterminadas que constituyen la base del *mantenimiento preventivo* y aseguran la preservación de los componentes del inmueble a la vez que disminuyen los riesgos de fallo producto de la detección temprana de las lesiones. Además, requiere de un *manual* que indique al usuario cuál debe ser su actitud para con la edificación, de forma que se reduzcan los procesos patológicos originados por desconocimiento y pueda ser exigida la responsabilidad individual ante problemas surgidos por negligencia o descuido.

2.22. Evaluación

Se trata de evaluar los resultados finales alcanzados en la intervención realizada. Es necesario prestar especial interés a la *compatibilidad* entre los materiales originales y los que fueron colocados durante la reparación que se ha llevado a cabo y a la cura de los defectos y sus causas, entre otros.

Se recomienda realizar la evaluación durante, al menos, *un año* después de que la edificación se encuentre nuevamente en explotación para comprobar el comportamiento de las soluciones empleadas en la reparación.

En esta etapa se debe comprobar en la práctica que el diagnóstico fue certero y en su defecto se deberá volver a la etapa de diagnóstico con el objetivo de corregir cualquier equivocación que ponga nuevamente en riesgo a la edificación o elemento estudiado anteriormente.

udio de diagnóstico.

La misma se llevará a cabo una vez que ya han sido terminados todos los estudios, ensayos, modelos, informes, planos, fichas, etc. y deberá recoger toda la información que ha sido recopilada durante la investigación realizada.

Su objetivo es archivar el caso estudiado para su consulta por parte del *equipo de proyecto o diseño* o del propio *equipo de diagnóstico* en caso de que sea necesario volver a intervenir en esta edificación o en alguna parte de ella.

2.24. Registro de Caso

Por último, deberá quedar archivado en las entidades correspondientes todo lo concerniente a la intervención que se ha llevado a cabo en la edificación con el objetivo de que sirva de base a posible reparaciones posteriores y a la consulta por parte de los profesionales para su utilización en otras edificaciones que presenten daños o situaciones patológicas similares.

Esta información deberá recogerse como base para la consulta de especialistas relacionados con este tipo de trabajo en aras de transmitir las experiencias alcanzadas en la realización de este tipo de estudio o intervención a modo de biblioteca digital.

FORMULARIOS PARA JUZGAR Y CLASIFICAR NIVELES DE DAÑO EN ESTRUCTURAS

Como complemento a la descripción de los pasos a seguir para un diagnóstico de las vulnerabilidades en edificaciones los cuales han sido tratados en este documento, pongo en su consideración el estudio del Doctor en Ingeniería Ohkubo, Masamichi, miembro del Instituto de Diseño de Kyushu., el cual presentó una conferencia en México D.F. en la que plantea una metodología de evaluación de daños en edificaciones, el mismo que esta basado en el Sistema de Evaluación de Daños en Casos de Emergencia establecido y recomendado por el Ministerio de la Construcción del Japón.⁶

Esta es una transcripción de los formularios y cuadros ya que al ser estos de carácter eminentemente técnicos. Esta información no ha sido modificada por considerarla un modelo aplicable en nuestro país.

El primer tipo de formulario presentado en este trabajo se basa en el juicio del inspector al momento hacer las inspecciones de las edificaciones intervenidas, para posteriormente con todos estos argumentos realizar una evaluación final del estado en que se encuentra la edificación y consecuentemente realizar las respectivas observaciones y recomendaciones. De esta manera se encuentran detallados estos formularios siguiendo las etapas de juicio-evaluación-conclusión y recomendación.

El detalle es el siguiente:

Tabla 1. Formulario para juzgar la entrada restringida

1.- NOMBRE DEL INSPECTOR / FECHA

NOMBRE: _____

No.AUTORIZACION: _____

FECHA: AÑO : _____ MES _____ DIA _____

⁶ Ohkubo, Masamichi., **S**istema de evaluación de daños en casos de emergencia, México, D.F.; marzo, 1994. Documento electrónico: <http://cidbimena.desastres.hn>

NUMERO DE INSPECCION: _____

RESULTADO: ()

INSEGURO

() PRECAUCION (COMENTARIO) _____

() INSPECCIONADO (COMENTARIO) _____

3.- DATOS DEL

EDIFICIO

NOMBRE DEL EDIFICIO : _____

DIRECCION : _____

No. DE PLANTAS : _____ SOTANO : _____

ANCHO/LONGITUD: LONGITUD MAYOR = _____(m) LONGITUD MENOR = _____(m)

TIPO ESTRUCTURA: () CONCRETO REFORZADO

() ACERO

() MADERA

USO DEL EDIFICIO: () RESIDENCIAL () TIENDAS () OFICINAS () ESCUELAS

() ALMACENES () FABRICAS () EDIFICIO PUBLICO

() HOSPITALES () HOTELES () GIMNASIOS

() OTROS _____

MATERIALES DE ACABADO () CONCRETO () MORTERO () CERAMICA

EXTERIOS : () LADRILLO () PIEDRA () ACERO

() CONCRETO PREFABRICADO

() PLACAS DE CONCRETO LIGERO () BLOQUES

() TABLEROS AGLOMERADOS

() OTROS _____

4. PUNTOS A INSPECCIONAR Y ESTADO DE LOS DAÑOS

PUNTOS	SI	NO	IDR
a) TOTAL O PARCIALMENTE COLAPSADO	()	()	()
b) GRANDES ASENTAMIENTOS O INCLINACIONES	()	()	()
c) GRAN NUMERO DE GRIETAS O PANDEO	()	()	()

- O VUELCOS () () ()
- e) CONDICIONES GEOTECNICAS / TOPOGRAFICAS () () ()
- f) OTRAS CONDICIONES DE INSEGURIDAD () () ()

IDR : INSPECCION DETALLADA REQUERIDA

Tabla 2. Puntos y objetos de la inspección para la evaluación de riesgos

PUNTOS A INSPECCIONAR	OBJETO DE LA INVESTIGACION	
	(A) EDIFICIOS PRIVADOS	(B) EDIFICIOS PUBLICOS
(1) DAÑOS ESTRUCTURALES	EXTERIOR	EXTERIOR E INTERIOR
(2) OBJETOS DESPRENDIBLES	EXTERIOR	EXTERIOR E INTERIOR
(3) INSTALACIONES		ELECTRICIDAD, GAS, AGUA, ALCANTARILLADO
(3) RIESGO DEBIDO A LOS EDIFICIOS COLINDANTES	EDIFICIOS O ESTRUCTURAS COLINDANTES	EDIFICIOS O ESTRUCTURAS COLINDANTES

Tabla 3. Cuadro para la evaluación de riesgos en edificios

		DAÑO ESTRUCTURAL		
		SEGURO	PRECAUCION	INSEGURO
OBJETOS DESPRENDIBLES VOLCABLES	SEGURO	UTILIZABLE	UTILIZABLE CON PRECAUCION	ENTRADA PROHIBIDA
	PRECAUCION	UTILIZABLE CON PRECAUCION	UTILIZABLE CON PRECAUCION	ENTRADA PROHIBIDA
	INSEGURO	UTILIZABLE PARCIALMENTE PROHIBIDA	ENTRADA PARCIALMENTE PROHIBIDA	ENTRADA PROHIBIDA

CONDICIONES DE LOS DAÑOS	
5	* PANDEO DEL ACERO DE REFUERZO * ROTURA A COMPRESIÓN EN EL CORAZÓN DEL CONCRETO * DEFORMACIÓN VERTICAL RECONOCIBLE A SIMPLE VISTA
4	* APLASTAMIENTOS IMPORTANTES EN EL CONCRETO CON EXPOSICIÓN DEL REFUERZO * DESPRENDIMIENTO DEL RECUBRIMIENTO DEL CONCRETO
3	* APLASTAMIENTOS LOCALES DEL RECUBRIMIENTO DEL CONCRETO * ANCHO DE GRIETAS : 1 - 2 mm
2	* GRIETAS VISIBLES (ANCHO DE GRIETA : 0,2 - 1 mm)
1	* FISURAS (MENOS DE 0,2 mm)

Tabla 5. Formulario para juzgar el riesgo de emergencia (para edificios de concreto reforzado)

NOMBRE DEL INSPECTOR / FECHA

NOMBRE: _____

No. AUTORIZACION: _____

FECHA: AÑO : _____ MES _____ DIA _____

1. INFORMACIÓN DEL EDIFICIO

1.1 NOMBRE DEL EDIFICIO : _____

1.2 DIRECCION : _____

1.3 PROPIETARIO DEL EDIFICIO : _____ TELEF : _____

1.4 PERSONA DE CONTACTO : _____ TELEF : _____

1.5 USO DEL EDIFICIO :

- () RESIDENCIAL () TIENDAS () OFICINAS () ESCUELAS
- () ALMACENES () FABRICAS () EDIFICIO PUBLICO
- () HOSPITALES () HOTELES () GIMNASIOS
- () OTROS _____

1.6 TIPO DE CONSTRUCCIÓN :

- () CONCRETO REFORZADO
- () CONCRETO PRECOLADO
- () MAMPOSTERIA
- () COMPUESTO ACERO - CONCRETO
- () MIXTO
- () OTROS _____

1.7 SISTEMA ESTRUCTURAL :

- () MARCOS ESTRUCTURALES

OS ESTRUCTURALES

OS _____

1.8 No. DE PLANTAS, SUPERESTRUCTURA : _____ SOTANO : _____ PH : _____
ANCHO/LONGITUD: LONGITUD MAYOR = _____(m) LONGITUD MENOR = _____(m)

1.9 MATERIALES DE ACABADO EXTERIOR : (SE PUEDEN SELECCIONAR VARIOS)

- () CONCRETO () MORTERO () CERAMICA
() LADRILLO () PIEDRA () ACERO
() CONCRETO PREFABRICADO
() PLACAS DE CONCRETO LIGERO () BLOQUES
() TABLEROS AGLOMERADOS
() OTROS _____

2. INSPECCIÓN DEL EXTERIOR

2.1 DAÑOS ESTUCTURALES RANGO - A RANGO - B RANGO -C

2.1.1. ASENTAMIENTO TOTAL DEL

EDIFICIO POR FALLA DEL SUBSUELO () < 0.2(m) () 0.2 -1.0 (m) () > 1.0 (m)

2.1.2. INCLINACIÓN TOTAL DEL EDIFICIO () < 1° () 1° - 2° () > 2°

2.1.3. FALLAS EN COLUMNAS EXTERIORES (PARA EDIF.DE MARCOS ESTRUCTURALES)

NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA :

NUMERO TOTAL DE COLUMNAS EXTERIORES : $N_t =$ _____

NUMERO DE COLUMNAS INSPECCIONADAS POR DAÑO : $N_i =$ _____

PORCENTAJE DE COLUMNAS INSPECCIONADAS DAÑADAS : $N_i/N_t =$ _____ (%)

(1) PORCENTAJE DE COLUMNAS RANGO - A RANGO - B RANGO -C

CON DAÑO "NIVEL - 4" : () < 10(%) () 10-20 (%) () > 20 (%)

(2) PORCENTAJE DE COLUMNAS

CON DAÑO "NIVEL - 5" : () < 1(%) () 1-10 (%) () > 10 (%)

(3) SELECCIONADA COMO " RANGO C " A SIMPLE VISTA : _____

2.1.4. FALLAS EN MURO EXTERIOR (PARA EDIFICIOS DE MUROS ESTRUCTURALES)

NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA : _____

LONGITUD TOTAL DE MUROS EXTERIORES $L_t =$ _____

LONGITUD DE MUROS INSPECCIONADOS POR DAÑO $L_i =$ _____

PORCENTAJE DE MUROS INSPECCIONADOS DAÑADOS $L_i/L_t =$ _____ (%)

(1) PORCENTAJE DE LONGITUD DE RANGO - A RANGO - B RANGO -C

MUROS CON DAÑO "NIVEL - 4" : () < 10(%) () 10-20 (%) () > 20 (%)

() < 1(%) () 1-10 (%) () > 10 (%)

(3) SELECCIONADA COMO " RANGO C " A SIMPLE VISTA : _____

2.1.5. RESUMEN DE DAÑO ESTRUCTURAL POR INSPECCION EXTERIOR

(1) NUMERO DE CASOS DE CADA

RANGO DE DAÑO : RANGO A = _____ RANGO B = _____ RANGO C = _____

(2) ELEMENTOS CON NIVEL DE DAÑO SUPERIOR AL "NIVEL - 3" : () SI () NO

2.2 POSIBLES TIPOS DE DAÑOS NO - ESTRUCTURALES, DESPRENDIMIENTOS

RANGO - A RANGO - B RANGO - C

(1) DAÑOS EN CRISTALES DE VENTANAS () < 1% () 1-10% () > 10%

(2) DAÑOS EN ACABADO EXTERIOR () LEVE () MEDIO (

) SEVERO

() MORTERO () AZULEJO () PIEDRA

(3) DAÑOS EN ACABADO EXTERIOR () LEVE () MEDIO (SEVERO)

() CONCRETO PREFABRICADO () PANEL DE CONCRETO LIGERO () BLOQUE

(4) INCLINACIÓN DE

() TERRAZA O () BALCON () SIN () LEVE () NOTORIO

(5) INCLINACIÓN DE

VOLADOS () SIN () LEVE () NOTORIO

(6) INCLINACIÓN DE

ANUNCIOS EN AZOTEA () SIN () LEVE () NOTORIO

(7) INCLINACIÓN DE

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN AZOTEA () SIN () LEVE (

) NOTORIO

(8) OTROS (_____) () SIN () LEVE () NOTORIO

2.3 DAÑOS POR VOLTEO DE ELEMENTOS

RANGO - A RANGO - B RANGO - C

(1) ESCALERA EXTERIOR () SIN () LEVE () NOTORIO

(2) DEPOSITO DE COMBUSTIBLES () SIN () LEVE () NOTORIO

(3) MAQUINARIA () SIN () LEVE () NOTORIO

(4) OTROS (_____) () SIN () LEVE () NOTORIO

STRUCTURALES POR INSPECCIÓN EXTERIOR

RANGO B = _____ RANGO C = _____

3. INSPECCIÓN DEL INTERIOR

3.1. DAÑOS ESTRUCTURALES

3.1.3 FALLAS EN COLUMNAS INTERIORES (PARA EDIFICIOS DE MARCOS ESTRUCTURALES)

NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA : _____

NUMERO TOTAL DE COLUMNAS INTERIORES : $N_t =$ _____

NUMERO DE COLUMNAS INSPECCIONADAS POR DAÑO: $N_i =$ _____

PORCENTAJE DE COLUMNAS INSPECCIONADAS DAÑADAS : $N_i/N_t =$ _____ (%)

(1) PORCENTAJE DE COLUMNAS RANGO - A RANGO - B RANGO -C

CON DAÑO "NIVEL - 4" : () < 10(%) () 10-20 (%) () > 20 (%)

(2) PORCENTAJE DE COLUMNAS

CON DAÑO "NIVEL - 5" : () < 1(%) () 1-10 (%) () > 10 (%)

(3) SELECCIONADA COMO " RANGO C " A SIMPLE VISTA : _____

3.1.4. FALLAS EN MURO INTERIOR (PARA EDIFICIOS DE MUROS ESTRUCTURALES)

NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA : _____

LONGITUD TOTAL DE MUROS INTERIORES $L_t =$ _____

LONGITUD DE MUROS INSPECCIONADOS POR DAÑO $L_i =$ _____

PORCENTAJE DE MUROS INSPECCIONADOS DAÑADOS $L_i/L_t =$ _____ (%)

(1) PORCENTAJE DE LONGITUD DE RANGO - A RANGO - B RANGO -C

MUROS CON DAÑO "NIVEL - 4" : () < 10(%) () 10-20 (%) () > 20

(%)

(2) PORCENTAJE DE LONGITUD DE

MUROS CON DAÑO "NIVEL - 5" : () < 1(%) () 1-10 (%) () > 10 (%)

(3) SELECCIONADA COMO " RANGO C " A SIMPLE VISTA : _____

3.1.5. RESUMEN DE DAÑO ESTRUCTURAL POR INSPECCION INTERIOR

(1) NUMERO DE CASOS DE CADA

RANGO DE DAÑO : RANGO A = _____ RANGO B = _____ RANGO C = _____

(2) ELEMENTOS CON NIVEL DE DAÑO SUPERIOR AL "NIVEL - 3" : () SI () NO

3.2 POSIBLES TIPOS DE DAÑO - NO ESTRUCTURALES, DESPRENDIMIENTOS O VOLTEO DE ELEMENTOS

RANGO - A RANGO - B RANGO -C

(1) MATERIALES DE TECHO () SIN () LEVE () NOTORIO

(2) OBJETOS FIJOS EN TECHOS () SIN () LEVE () NOTORIO

() SIN () LEVE () NOTORIO

() SIN () LEVE () NOTORIO

(5) MUROS DIVISORIOS () SIN () LEVE () NOTORIO

(6) ESCALERA INTERIOR () SIN () LEVE () NOTORIO

(7) OTROS (_____) () SIN () LEVE () NOTORIO

3.3 RESUMEN DE DAÑO NO-ESTRUCTURALES POR INSPECCIÓN INTERIOR

RANGO DE DAÑO : RANGO A = _____ RANGO B = _____ RANGO C = _____

4. OTRO TIPO DE INSPECCIÓN

4.1 RIESGO DEBIDO A COLISIÓN CON EDIFICIOS COLINDANTES :

() SIN RIESGO () INCIERTO () RIESGOSO

4.2 INSTALACIONES

ELECTRICAS GAS () OK () NO

SUMINISTROS DE AGUA () OK () NO

SERVICIOS SANITARIOS () OK () NO

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

5.1. ASPECTOS ESTRUCTURALES (PRODUCTO DE REVISION EXTERIOR E INTERIOR)

(1) NUMERO DE CASOS DE CADA RANGO DE DAÑO:

RANGO DE DAÑO : RANGO A = _____ RANGO B = _____ RANGO C = _____

(2) ELEMENTOS CON NIVEL DE DAÑO SUPERIOR AL "NIVEL 3" : SI () NO ()

(3) JUICIO DE RIESGO ESTRUCTURAL () SEGURO*** () PRECAUCIÓN** () INSEGURO*

(* : UNO O MAS CASOS DE CADA "RANGO - C" , DOS O MAS DE " RANGO - B",

** : UNO O MAS CASOS DE "RANGO-B", *** : OTROS CASOS)

5.2 ASPECTOS NO-ESTRUCTURALES COMO POSIBLES DESPRENDIMIENTOS

Y VOLTEO DE ELEMENTOS

(1) NUMERO DE CASOS DE CADA RANGO DE DAÑO:

RANGO DE DAÑO : RANGO A = _____ RANGO B = _____ RANGO C = _____

(2) JUICIO DE RIESGO ESTRUCTURAL () SEGURO*** () PRECAUCIÓN** () INSEGURO*

(* : UNO O MAS CASOS DE CADA "RANGO - C" , DOS O MAS DE " RANGO - B",

** : UNO O MAS CASOS DE "RANGO-B", *** : OTROS CASOS)

) NO DEL INMUEBLE

		ASPECTOS ESTRUCTURALES		
		() SEGURO	() PRECAUCION	() INSEGURO
OBJETOS	SEGURO ()	() UTILIZABLE	() UTILIZABLE CON PRECAUCION	() ENTRADA PROHIBIDA
DESPRENDIBLES VOLCABLES	PRECAUCION ()	() UTILIZABLE CON PRECAUCION	() UTILIZABLE CON PRECAUCION	() ENTRADA PROHIBIDA
	INSEGURO ()	() ENTRADA PARCIALMENTE PROHIBIDA	() ENTRADA PARCIALMENTE PROHIBIDA	() ENTRADA PROHIBIDA

RANGO DE APLICACIÓN DE LA ENTRADA PARCIALMENTE PROHIBIDA: _____

RANGO DE APLICACIÓN DE UTILIZABLE CON PRECAUCIÓN: _____

5.4 POSIBILIDAD DE USO COMO ALBERGUE A PERSONAS AFECTADAS :

() UTILIZABLE () NO UTILIZABLE

Tabla 6. Formulario para juzgar y clasificar el nivel de daño en estructuras

(para edificios de concreto reforzado)

NOMBRE: _____

No.AUTORIZACION: _____

FECHA: AÑO : _____ MES _____ DIA _____

1. INFORMACIÓN DEL EDIFICIO

1.1 NOMBRE DEL EDIFICIO

: _____

1.2 DIRECCION

: _____

1.3 PROPIETARIO DEL EDIFICIO : _____ TELEF

: _____

1.4 PERSONA DE CONTACTO : _____ TELEF

: _____

1.5 USO DEL EDIFICIO :

- () RESIDENCIAL () TIENDAS () OFICINAS () ESCUELAS
 () ALMACENES () FABRICAS () EDIFICIO

PUBLICO

- () HOSPITALES () HOTELES () GIMNASIOS
 () OTROS _____

1.6 TIPO DE CONSTRUCCIÓN :

() CONCRETO

REFORZADO

() CONCRETO

PRECOLADO

- () MAMPOSTERIA
 () COMPUESTO ACERO - CONCRETO
 ()

MIXTO

()

OTROS _____

1.7 SISTEMA ESTRUCTURAL :

() MARCOS

ESTRUCTURALES

OS

()

OTROS _____

1.8 ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN

() SUPERFICIAL O DE CONTACTO () PROFUNDA O DE PILOTES (TIPO : _____)

1.9 N° DE PLANTAS, SUPERESTRUCTURA : _____ SOTANO: _____

PENTHOUSE _____

ANCHO/LONGITUD : LONGITUD MAYOR = _____(m) LONGITUD MENOR = _____(m)

1.10 TOPOGRAFIA DEL TERRENO: () PLANO () INCLINADO

() MESETA () HONDONADA () OTROS

1.11 MATERIALES DE ACABADO EXTERIOR : (SE PUEDEN SELECCIONAR VARIOS)

() CONCRETO () MORTERO ()

CERAMICA

() LADRILLO () PIEDRA ()

ACERO

() CONCRETO PREFABRICADO
() PLACAS DE CONCRETO LIGERO ()

BLOQUES

() TABLEROS AGLOMERADOS
()

OTROS _____

1.12 DOCUMENTACIÓN DE DISEÑO

MEMORIA DE CÁLCULO () EXISTE () NO EXISTE

NO () EXISTE () NO

LIBRO DE OBRA () EXISTE () NO
EXISTE

2. INSPECCIÓN Y JUICIO PARA DAÑOS ESTRUCTURALES

2.1 ASENTAMIENTO DEL EDIFICIO : MAXIMO ASENTAMIENTO ($S =$ _____m)

() SIN DAÑO ($S=0$) () DAÑO PEQUEÑO ($0 < S < 0.2m$) () DAÑO MEDIO
($0.2 < S <= 1.0m$)
() DAÑO SEVERO ($S > 1.0m$)

2.2 INCLINACIÓN DEL EDIFICIO

GRADO DE INCLINACIÓN EN SENTIDO X : $0x$

= _____rad

GRADO DE INCLINACIÓN EN SENTIDO Y : $0y$

= _____rad

MAXIMA INCLINACIÓN TOTAL : $0 =$

$0x^2 + 0y^2 =$ _____rad $\sqrt{\quad}$

() SIN DAÑO ($0=0$) () DAÑO PEQUEÑO ($0 < 0 <= 0.01$) () DAÑO MEDIO
($0.01 < 0 <= 0.03$)
() DAÑO SEVERO ($0.03 < 0 <= 0.06$) () COLAPSO ($0 > 0.06$)

2.3 PORCENTAJE DE DAÑO EN COLUMNAS ESTRUCTURALES CON MARCOS

(1) NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA (SE REALIZA LA INSPECCIÓN EN LA
PLANTA

DONDE SE PRESENTARON LOS MAYORES DAÑOS)

_____NIVEL

(2) NUMERO TOTAL DE COLUMNAS : $A_0 =$ _____

(3) NUMERO DE COLUMNAS INSPECCIONADAS POR DAÑO: $A =$ _____

(4) PORCENTAJE DE COLUMNAS INSPECCIONADAS DAÑADAS : A/A_0
= _____(%)

(5) NUMERO DE COLUMNAS EN CADA NIVEL DE

L - 5 " (B5 = _____)

COLUMNAS CON DAÑO DE "NIVEL - 4 " (B4 = _____)

COLUMNAS CON DAÑO DE "NIVEL - 3 " (B3 = _____)

COLUMNAS CON DAÑO DE "NIVEL - 2 " (B2 = _____)

COLUMNAS CON DAÑO DE "NIVEL - 1 " (B1 = _____)

2.4 PORCENTAJE DE DAÑO EN MUROS ESTRUCTURALES DE ESTRUCTURA A BASE DE MUROS

(1) NUMERO DE PLANTA INSPECCIONADA (SE REALIZA LA INSPECCIÓN EN LA PLANTA

DONDE SE PRESENTARON LOS MAYORES DAÑOS)

_____ NIVEL

(2) LONGITUD TOTAL DE MUROS : $A_0 =$ _____

(3) LONGITUD DE MUROS INSPECCIONADOS POR DAÑO: $A =$ _____

(4) PORCENTAJE DE MUROS INSPECCIONADOS DAÑADOS : $A/A_0 =$ _____ (%)

(5) LONGITUD DE MUROS EN CADA NIVEL DE DAÑO:

MUROS CON DAÑO DE "NIVEL - 5 " (B5 = _____ m)

MUROS CON DAÑO DE "NIVEL - 4 " (B4 = _____ m)

MUROS CON DAÑO DE "NIVEL - 3 " (B3 = _____ m)

MUROS CON DAÑO DE "NIVEL - 2 " (B2 = _____ m)

MUROS CON DAÑO DE "NIVEL - 1 " (B1 = _____ m)

2.5 CALCULO DEL PORCENTAJE EN CADA NIVEL DE DAÑO

NIVEL - 5 : $D_5 = 1000B_5/(7A) =$ _____ (\leq MAXIMA 50)

NIVEL - 4 : $D_4 = 100B_4/(A) =$ _____ (\leq MAXIMA 50)

NIVEL - 3 : $D_3 = 60B_3/(A) =$ _____ (\leq MAXIMA 30)

NIVEL - 2 : $D_2 = 26B_2/(A) =$ _____ (\leq MAXIMA 13)

NIVEL - 1 : $D_1 = 10B_1/(A) =$ _____ (\leq MAXIMA 5)

2.6 JUICIO PARA CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO DE LA ESTRUCTURA

PORCENTAJE TOTAL DE NIVEL DE DAÑO: $D = \text{Sum}D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 =$

() SIN DAÑO ($D=0$) () DAÑO LEVE ($D \leq 5$) () DAÑO PEQUEÑO ($5 < D \leq 10$)

() DAÑO MEDIO ($10 < D \leq 50$) () DAÑO SEVERO ($D > 50$) () COLAPSO ($D_5 =$

3. TIPOS DE DAÑO

3.1 ELEMENTOS O SISTEMAS ESTRUCTURALES ADYACENTES

	SIN DAÑO	LEVE	PEQUEÑO
	MEDIO	SEVERO	COLAPSADO
() PENTHOUSE	()	()	()
()			
() ESCALERA	()	()	()
()			

EXTERIOR

() CHIMENEA	()	()	()	()
()				
() PASILLOS	()	()	()	()
()				

COMUNICANTES

() JUNTA DE CONSTRUCCIÓN					
O EXPANSIÓN	()	()	()	()	()
()					
() OTROS					
(_____)	()	()	()	()	()
)					

3.2 DAÑOS EN ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN

DAÑOS EN CIMENTACIÓN PROFUNDA (PILOTES):	() SI	() NO	()
) INCIERTO			
LICUACIÓN DEL SUELO	() SI	() NO	()
) INCIERTO			

4. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN DE REFUERZO

4.1 CLASIFICACIÓN DE DAÑO (SE BASARÁ EN LA SITUACIÓN MAS CRITICA DE LAS DETERMINADAS EN 2.1, 2.2, 2.6)

() SIN DAÑO () LEVE () PEQUEÑO () MEDIO () SEVERO () COLAPSO

IES A TOMAR EN EL EDIFICIO

E INTENSIDAD SISMICA ANTE LA QUE SE HAN

DE DAÑO CLASIFICADO	PRODUCIDO LOS DAÑOS		
	INFERIOR A IV	V	SUPERIOR A VI
() COLAPSO	() DEMOLICIÓN	() DEMOLICIÓN	() DEMOLICIÓN
() SEVERO	() DEMOLICIÓN O REFUERZO	() DEMOLICIÓN O REFUERZO	() DEMOLICIÓN O REFUERZO
() MEDIO	() DEMOLICIÓN O REFUERZO	() IDR*	() REFUERZO O REPARACION
() PEQUEÑO	() IDR*	() REPARACION	() REPARACION
() LEVE	() REPARACION	() REPARACION	() REPARACION

(* IDR : INSPECCIÓN DETALLADA REQUERIDA)

4.3 NECESIDAD E IMPORTANCIA DE UNA INSPECCIÓN DETALLADA

SUPERESTRUCTURA: () NO NECESARIA () NECESARIA

SUPERESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN: () NO NECESARIA () NECESARIA

5. ESQUEMA Y COMENTARIOS SOBRE LAS PARTES DAÑADAS Y CARACTERÍSTICAS DEL DAÑO

Tabla 7. Criterios para clasificar los daños en un edificio (para concreto reforzado)

NIVEL DE DAÑO	CRITERIO
COLAPSADO	SI $D_5 = 50$
SEVERO	SI $D (= D_1+D_2+D_3+D_4+D_5)$ EXCEDE 50
MEDIO	SI $D (= D_1+D_2+D_3+D_4+D_5)$ EXCEDE 10
PEQUEÑO	SI $D (= D_1+D_2+D_3+D_4+D_5)$ EXCEDE 5
LEVE	SI $D (= D_1+D_2+D_3+D_4+D_5)$ ES MENOR QUE 5
SIN DAÑOS	SI $D (= D_1+D_2+D_3+D_4+D_5) = 0$

D2 = 26 B2/A ≤ 13

D3 = 26 B2/A ≤ 13

D4 = 100 B4/A ≤ 50

D5 = 1000 B5/7A ≤ 50

B1,B2,B3,B4,B5: NUMERO DE COLUMNAS DAÑADAS EN CADA

PLANTA

(VER TABLA - 5)

A: NUMERO TOTAL DE COLUMNAS INSPECCIONADAS EN CADA

PLANTA

Tabla 8. Criterios para recomendar las acciones a tomar en el edificio

NIVEL DE DAÑOS CLASIFICADO	GRADO DE INTENSIDAD SISMICA EN LA QUE SE HAN PRODUCIDO LOS DAÑOS		
	INFERIOR A IV	V	SUPERIOR A VI
COLAPSADO	D	D	D
SEVERO	D o S	D o S	R o S
MEDIO	D o S	IDR	R o S
PEQUEÑO	IDR	R	R
LEVE	R	R	R

SIENDO : D: DEMOLICIÓN, S: REFUERZO, R: REPARACIÓN

IDR: INSPECCIÓN DETALLADA

REQUERIDA

GRADO DE INTENSIDAD SISMICA. GRADO SISMICO DE

LA

AGENCIA METEOROLOGICA JAPONESA (IV: 25-80

cm/seg²,

V : 80-250 cm/seg², VI: 250 -400 cm/seg².

Juicio para restringir la entrada: dentro de 1 o 2 días después de un terremoto

OBJETIVO: Juzgar el riesgo que supone entrar o acercarse al edificio

POR QUIEN: Técnicos de la administración local y técnicos voluntarios

COMO: Observando ñin situõ las fachadas exteriores

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN:

- = Rojo: inseguro (entrada prohibida)
- = Amarillo: Inspección detallada requerida
(entrada prohibida o limitada hasta reinspección)
- = Verde: inspeccionado

Evaluación de riesgos de emergencia: dentro de 1 semana después del terremoto

OBJETIVO: Juzgar el uso o no del edificio

POR QUIEN: Técnicos de la administración local y técnicos voluntarios

COMO: Observando las fachadas exteriores y contabilizando el número de columnas dañadas

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

- = Entrada prohibida
- = Entrada Limitada
- = Utilizable

Clasificación de los daños: dentro de 1 semana después del terremoto si el dueño/usuario solicita evaluación

OBJETIVO: Recomendar refuerzos necesarios

POR QUIEN: Ingenieros de estructuras

COMO: Inspeccionando elementos estructurales interiores y exteriores y estimando el nivel de daños.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

- = Colapsado: Demolición
- = Severo: Demolición o refuerzo
- = Medio: Refuerzo o reparación

Formatos para la inspección de emergencia

INSEGURO

(TERMINADA LA INSPECCIÓN DE
EMERGENCIA)

FECHA DE INSPECCIÓN: _____ AÑO _____ MES _____ DIA _____ HORA

COMO RESULTADO DE LA INSPECCIÓN DE EMERGENCIA REALIZADA, ESTE
EDIFICIO
HA SIDO JUZGADO COMO INSEGURO. ANTES DE ENTRAR O USAR ESTE
EDIFICIO
PONGASE EN CONTACTO CON UN TÉCNICO COMPETENTE CON EL FIN DE
EFECTUAR
LAS REPARACIONES Y REFUERZOS
NECESARIOS.

CENTRO DIRECTOR DE PLANES DE
EMERGENCIA
TELEFONO

PRECAUCIÓN

(TERMINADA LA INSPECCIÓN DE EMERGENCIA)

FECHA DE INSPECCIÓN: _____ AÑO _____ MES _____ DIA _____ HORA

COMO RESULTADO DE LA INSPECCIÓN DE EMERGENCIA REALIZADA, SE HAN
ENCONTRADO DAÑOS EN ESTE EDIFICIO. TENGA PRECAUCIÓN SI ENTRA EN EL
EDIFICIO Y PONGASE EN CONTACTO CON UN TECNICO COMPETENTE PARA
REALIZAR LAS REPARACIONES O REFUERZOS NECESARIOS

CENTRO DIRECTOR DE PLANES DE EMERGENCIA
TELEFONO

CCIONADO
CIÓN DE EMERGENCIA)

FECHA DE INSPECCIÓN: _____ AÑO _____ MES _____ DIA _____ HORA

COMO RESULTADO DE LA INSPECCIÓN DE EMERGENCIA REALIZADA, PONEMOS
EN SU CONOCIMIENTO QUE LOS DAÑOS EN ESTE EDIFICIO HAN SIDO JUZGADOS
DE ESCASA IMPORTANCIA.

CENTRO DIRECTOR DE PLANES DE EMERGENCIA
TELEFONO

Tabla 9. Formulario para juzgar el riesgo de emergencia

(para edificios de acero estructural)

NOMBRE DEL INSPECTOR / FECHA

NOMBRE: _____ No.AUTORIZACION: _____

FECHA: AÑO

: _____ MES _____ DIA _____

1. INFORMACIÓN DEL EDIFICIO

1.1 NOMBRE DEL EDIFICIO

: _____

1.2 DIRECCION

: _____

1.3 PROPIETARIO DEL EDIFICIO : _____ TELEF : _____

1.4 PERSONA DE CONTACTO : _____ TELEF

: _____

1.5 USO DEL EDIFICIO :

() RESIDENCIAL () TIENDAS () OFICINAS ()

ESCUELAS

() ALMACENES () FABRICAS () EDIFICIO PUBLICO

() HOSPITALES () HOTELES ()

GIMNASIOS

() OTROS _____

1.6 No. DE PLANTAS, SUPERESTRUCTURA : _____ SOTANO : _____ PH

: _____

AYOR = _____(m) LONGITUD MENOR

1.7 SISTEMA ESTRUCTURAL :

() MARCOS ESTRUCTURALES

() MARCOS ESTRUCTURALES

CONTRAVENTEADOS

() COMPUESTO

() OTROS _____

1.8 MATERIALES DE ACABADO EXTERIOR : (SE PUEDEN SELECCIONAR VARIOS)

() CONCRETO () MORTERO () CERAMICA

() LADRILLO () PIEDRA (

) ACERO

() CONCRETO PREFABRICADO

() PLACAS DE CONCRETO LIGERO ()

BLOQUES

() TABLEROS AGLOMERADOS

() OTROS _____

2. INSPECCIÓN DEL EXTERIOR

2.1 DAÑOS ESTRUCTURALES RANGO - A RANGO - B RANGO -C

1) SUELO

a) ASENTAMIENTO EN LA PERIFERIA () < 10(cm) () 10 -30(cm) () > 30 (cm)

DEL EDIFICIO o

HENDIDURA

b) ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES () <L/300(cm) () L/300-L/100(cm) () >L/30(cm)

2) INCLINACIÓN TOTAL DEL EDIFICIO

a) CUANDO EL NUMERO DE PISOS ES 1, ARRIBA DEL NIVEL INCLINADO

() <L/100(cm) () L/100-L/30(cm) ()

>L/30(cm)

b) CUANDO EL NUMERO DE PISOS ES SUPERIOR A 2, ARRIBA DEL NIVEL

>L/50(cm)

3) MARCOS ESTRUCTURALES

a) PANDEO DE ELEMENTOS

() <L/200(cm) () L/200-L/50(cm) ()

)PANDEO

() SIN () PANDEO ()

ESTRUCTURALES

LOCAL

TOTAL O LOCAL

b)PORCENTAJE DE DAÑO

() < 20% () 20%-50% ()

>50%

EN CONTRAVIENTO

c)DAÑOS EN CONEXIÓN COLUMNA Y

() DEFORMACIÓN () FRACTURA DE ()

)FRACTURA DE

VIGA O CONEXIÓN DE ELEMENTOS

DE CONEXIÓN

DEPERNO O

CONEXIÓN

HENDIDURA DE SUPERIOR

A 20%

CONEXIÓN

d) DAÑOS EN BASE DE COLUMNA

() GRIETAS EN () FALLA DEL ()

)APLASTAMIENTO

CONCRETO DE CONCRETO DE DE

CONCRETO O

CIMENTACIÓN

CIMENTACIÓN

FALLA POR

CORTE

O

ADHERENCIA DE

PERNO DE

ANCLAJE

e) OXIDACIÓN

() SIN () OXIDACION ()

PERFORACION

SEVERA

DEBIDO A

OXIDACIÓN

	RANGO - A	RANGO - B	RANGO -C
) AGRIETAMIENTO		() DESPRENDIMIENTO	(
) GRIETA O			
EXTERIOR/INTERIOR	LEVE	LEVE	
DESCONCHADOS			
SEVEROS			
b) CRISTAL DE VENTANAS	() LEVE	() MEDIO	(
) SEVERO			
c) RIESGO DE DESPRENDI-	() SIN	() PEQUEÑO	()
BASTANTE			
MIENTO DE TECHO O LAMPARAS			
d) GRIETAS/DEFORMACIONES	() SIN	() <20%	(
) >20%			
DE PISOS			
e) RIESGO DE VOLCADURA	() SIN	() PEQUEÑO	(
) BASTANTE			
DE MUROS DIVISORIOS			
f) OTROS (_____)	() SEGURO	() INSEGURO	()
INSEGURO			
		(POCO)	
(BASTANTE)			

3. RESUMEN Y CONCLUSION

3.1 NUMERO DE RANGO DE DAÑO O RIESGO

NUMERO DE PUNTOS	NUMERO PARA	NUMERO PARA
NUMERO PARA		
INSPECCIONADOS	"RANGO - A"	" RANGO - B"
"RANGO - C"		
ESTRUCTURAL _____	_____	_____
NO-ESTRUCTURAL _____	_____	_____

3.2 JUICIO FINAL

() SEGURO *** () PRECAUCIÓN ** ()

INSEGURO*

(* UNO O MAS CASOS DE " RANGO -C", DOS O MAS DE "



PDF Complete
*Your complimentary use period has ended.
 Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

O-B", *** OTROS CASOS)

3.3 COMENTARIOS O PRECAUCIÓN

ESTRUCTURALES _____

NO - ESTRUCTURALES _____

DESPRENDIMIENTO DE OBJETOS _____

Tabla 10. Formulario para juzgar y clasificar el nivel de daños en estructuras

(para edificios de acero estructural)

NOMBRE DEL INSPECTOR / FECHA

NOMBRE: _____ No.AUTORIZACION: _____

FECHA: AÑO : _____ MES _____ DIA _____

1. INFORMACIÓN DEL EDIFICIO

1.1 NOMBRE DEL EDIFICIO

: _____

1.2 DIRECCION

: _____

1.3 PROPIETARIO DEL EDIFICIO : _____ TELEF

: _____

1.5 USO DEL EDIFICIO :

RESIDENCIAL TIENDAS OFICINAS

ESCUELAS

ALMACENES FABRICAS

EDIFICIO PUBLICO

HOSPITALES HOTELES

GIMNASIOS

OTROS _____

1.6 No. DE PLANTAS, SUPERESTRUCTURA : _____ SOTANO

: _____ PH : _____

ANCHO/LONGITUD: LONGITUD MAYOR = _____(m) LONGITUD MENOR
= _____(m)

1.7 SISTEMA ESTRUCTURAL :

MARCOS ESTRUCTURALES

MARCOS ESTRUCTURALES

CONTRAVENTEADOS

COMPUESTO

OTROS _____

1.8 MATERIALES DE ACABADO EXTERIOR : (SE PUEDEN SELECCIONAR
VARIOS)

CONCRETO MORTERO (

) CERAMICA

LADRILLO PIEDRA (

) ACERO

CONCRETO PREFABRICADO

PLACAS DE CONCRETO

LIGERO BLOQUES

TABLEROS AGLOMERADOS

1.9 ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN

(_____)

1.10 TOPOGRAFÍA DEL TERRENO: () PLANO ()

INCLINADO

() MESETA () HONDONADA () OTROS

(_____)

2. INSPECCION Y EVALUACIÓN PARA DAÑOS ESTRUCTURALES

2.1 INSPECCIÓN ESTRUCTURAL Y NIVEL DE

DAÑO

CLASIFICACION	SUELO	ESTRUCTURALES		
		MARCOS ESTRUCTURALES	ESTRUCTURALES CONTRAVENTEADOS	ARMADURAS ESTRUCTURALES
Is	($\phi \leq 1/150$)	($\psi \leq 1/150$) () INFLUENCIA EN EL ELEMENTO () GRIETAS DEL CONCRETO EN CIMENTACION	() PANDEO LEVE DE CONTRAVIENTO DE COMPRESIÓN () GRIETAS DEL CONCRETO EN CIMENTACION	() PANDEO LOCAL EN ARMADURAS ESTRUCTURALES
IIs	($1/150 < \phi \leq 1/100$)	($1/150 < \psi \leq 1/100$) () INFLUENCIA EN EL PANEL DE UNION	() DESLIZAMIENTO EN TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA () ELONGACIÓN DE	() PEQUEÑO PANDEO TOTAL DE ARMADURAS

		DEFORMACIÓN DE ANCLAJE	PERNOS DE ANCLAJE	
			() FLUENCIA POR TENSION EN CONTRAVIENTO	
III _s	() $1/100 < \phi \leq 1/50$	() $1/100 < \Psi \leq 1/50$ () PRINCIPIOS DE PANDEO LOCAL EN EXTREMOS DE ELEMENTOS	() $\Psi \leq 1/150$ () FALLA O FRACTURA DE CONTRAVIENTO () FALLA O FRACTURA EN UNION	() PANDEO TOTAL DE ARMADURA NOTABLE
IV _s	() $1/50 < \phi \leq 1/30$	() $1/50 < \Psi \leq 1/30$ () PANDEO LOCAL EN EXTREMOS DE ELEMENTOS	() $1/50 < \Psi \leq 1/30$	() PRINCIPIOS DE PANDEO LOCAL EN DIAGONALES Y PUNTALES
V _s	() $1/30 < \phi$	() $1/30 < \Psi$ () FALLA O FRACTURA EN UNION () PANDEO LOCAL EN EXTREMOS DE ELEMENTOS	() $1/30 < \Psi$	() GRAN PANDEO LOCAL EN DIAGONALES Y PUNTALES () FALLA O FRACTURA EN UNION
VI _s		() COLAPSO	() COLAPSO	() COLAPSO

ϕ : DEFORMACIÓN ANGULAR MAXIMA ANTE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES

Ψ : DEFORMACIÓN ANGULAR EN COLUMNAS

CLASIFICACION ESTRUCTURAL : () I_s () II_s () III_s () IV_s () V_s () VI_s
() NO SE INCLUYE EN LA TABLA ANTERIOR

TRUCTURALES Y CLASIFICACIÓN DE

DAÑOS

CLASIFICACION	PORCION DAÑADA DE ELEMENTOS			NOTAS (DEFORMACIÓN ANGULAR)
	MUROS	TECHOS	VENTANALES	
I w	() GRIETAS LEVES	() DIFERENCIA O DESPRENDIMIENTO	() GRIETAS DIAGONALES	INFERIOR A 1/150
II w	() DIFERENCIA DE PANEL () DESCONCHADO LEVE	() DESCONCHADO PARCIAL	() GRAN CANTIDAD DE GRIETAS DIAGONALES () CON APERTURA CERRADO DE LAS MISMAS	1/150 - 1/150
III w	() AGRIETAMIENTO NOTABLE EN TODA LA SUPERFICIE () DESCONCHADO PARCIAL () DEFORMACIÓN PERPENDICULAR	() DESCONCHADO TOTAL	() FALLAS EN GRAN PARTE DE LAS ESQUINAS () IMPOSIBILIDAD DE OPERAR (ABRIR, CERRAR)	1/150 - 1/30
IV w	() DESCONCHADO GENERAL	() MUY DESCONCHADO MARCADO Y GENERAL	() FALLAS SEVERAS	SUPERIOR A 1/30

CLASIFICACION DE DAÑO NO-ESTRUCTURAL:

() Iw (O NO ESTA INCLUIDO EN LOS CONCEPTOS ANTERIORES)

() II w () III w () IV w

La metodología descrita en este trabajo nos ayudará a los profesionales inmersos dentro del área de la construcción civil, a realizar los diagnósticos de vulnerabilidad en edificaciones y nos dará una pauta de los pasos a seguir en nuestras investigaciones, siempre considerando que el trabajo descrito es una guía y el profesional encargado de realizar los estudios considerará la implementación de estos puntos dentro de su análisis.

Si bien es cierto que en todos los foros y debates a nivel de los colegios profesionales relacionados con el ámbito de la construcción se habla de que nuestras edificaciones están construidas en zonas de riesgo y que solo el 10% de estas están ejecutadas de acuerdo a lo establecido por normas y códigos de la construcción, considero de vital importancia establecer un programa local de intervención en las edificaciones tanto a nivel público y privado, y de esta manera tener un diagnóstico de nuestras edificaciones, con la finalidad de conocer el grado de confiabilidad de las mismas, y si es del caso realizar la intervención de estas teniendo como objetivo primordial el precautelar la vida de los ciudadanos del Distrito Metropolitano de Quito.

De acuerdo a lo mencionado, se debe concienciar a nuestros gobernantes del peligro que estamos inmersos los habitantes del D.M.Q. y empezar a trabajar este tema, es por esto que sugiero plantear un programa de intervención, el cual propongo debe contener los siguientes aspectos:

- a) Reducción de riesgos en edificios existentes

Este subprograma puede organizarse de la siguiente manera:

- Recopilación de información básica y generación de sistemas de información geográfica (SIG) que incluyen mapas de amenaza sísmica, y también de otras amenazas como deslizamientos de tierra.

Un instrumento de inspección rápida para determinar modificaciones.

- Selección de edificaciones de riesgo elevado para estudios detallados.
 - Proyectos de adecuación estructural debidamente evaluados, optimizando costos y la interrupción de actividades
 - Construcción de las obras, con minuciosa inspección estructural y arquitectónica.
- b) Reducción de riesgos en nuevas edificaciones

Este subprograma debe incluir los siguientes aspectos:

- Evaluación pormenorizada de los nuevos proyectos estructurales, en cumplimiento con las Normas Sismorresistentes Nacionales, los mismos que deberán ser revisados y avalizados por los técnicos que emiten las aprobaciones Municipales de planos y permisos de construcción
- Supervisión e inspección meticulosa, independiente de los constructores de obras.

Espero con este trabajo aportar con los profesionales de la construcción en tener una guía para realizar este tipo de estudios, y a la vez finalizaré indicando que se dispone de reglamentos y códigos para la construcción, pero no son aplicados consistentemente debido a la falta de supervisión en la aplicación de estos códigos y a la inoportuna intervención de inspectores de construcción que no verifican que los planos de construcción se ejecuten tal y como fueron planificados. Por lo tanto un objetivo a largo plazo debe ser asegurar la puesta en práctica de esos estándares perfeccionados para nuevos edificios y estructuras en general.

ALVAREZ Rodríguez, Odalys, ¿Cómo enfrentar el diagnóstico de las edificaciones ubicadas en el Centro Histórico de la Habana?, Congreso III Jornadas Internacionales Ingeniería Civil, febrero, La Habana, 2006

DE LA CADENA, Milton, Exposición «Sistema de Gestión de Riesgos», Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana, Quito, 2007

IFLA, International Preservation Issues, No. 6, Prevención de desastres y planes de emergencia: Compendio IFLA, Documento digital: www.ifla.org; fecha de acceso: 29 de julio 2008

OHKUBO, Masamichi., Sistema de evaluación de daños en casos de emergencia, México, D.F.; marzo, 1994. Documento electrónico: <http://cidbimena.desastres.hn>, accesado el 20 de julio 2008