

**Evaluación “*ex-post*” del estado de daño
en los edificios afectados por un terremoto**

**Martha Liliana Carreño
Omar Dario Cardona
Alex H. Barbat**

AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta monografía agradecen el soporte financiero al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX, Madrid, convenio “Desarrollo conjunto de una metodología para la estimación de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones de importancia especial”, al Ministerio de Educación y Ciencia de España, proyecto “Desarrollo y aplicación de procedimientos avanzados para la evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo sísmico de estructuras” – EVASIS – (REN2002- 03365/RIES), a la Comisión Europea, Proyecto Risk-UE, contrato EVK4-CT-2000-00014 y al programa “Applied research grants for disaster reduction” del ProVention Consortium.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo y contexto	3
2. MARCO GENERAL DE LA EVALUACIÓN POSTSISMICA DE DAÑOS	7
2.1 Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo sísmico para España	7
2.2 Actividades a tener en cuenta para la evaluación de daños en edificios	7
2.3 Posibles escenarios de daños por sismo	8
3. DIFICULTADES MÁS COMUNES EN LAS EVALUACIONES DE DAÑOS	13
3.1 Falta de entrenamiento y cualificación de los evaluadores	13
3.2 Subjetividad en las evaluaciones	14
3.3 Problemas en la ubicación de los edificios	14
3.4 Falta de organización y sistematización de los registros	15
3.5 Falta de un plan de emergencias asociado	15
4. PREPARATIVOS PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS	17
4.1 Técnicas de recogida preliminar de datos	18
4.1.1 VUELOS DE RECONOCIMIENTO	19
4.1.2 RECONOCIMIENTO POR TIERRA PARA EVALUACIÓN PRELIMINAR POR ZONAS	19
4.1.3 CENTRO DE RECEPCIÓN DE LLAMADAS DE EMERGENCIA	19
4.1.4 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN	19
4.1.5 INFORMACIÓN DE SENSORES REMOTOS	19
4.2 Análisis de la información y medición del impacto del sismo	19
5. ACTIVIDADES DE LA EVALUACIÓN POSTSISMICA DEL DAÑO	21
5.1 Evaluación preliminar de daños por zonas	21
5.1.1 PERSONAL REQUERIDO PARA LA INSPECCIÓN	21
5.1.2 DIVISIÓN DE LA CIUDAD EN ZONAS Y CENTROS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN	21
5.1.3 PASOS A SEGUIR EN LA EVALUACIÓN DE LA ZONA	21
5.1.4 COMPLETAR EL FORMULARIO POR ZONAS	22
5.2 Inspección individual de edificios	23
5.2.1 DIVISIÓN DE LA CIUDAD EN ZONAS Y CENTROS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN	24
5.2.2 LOGÍSTICA	24
5.2.3 ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL	25
5.2.4 ENTRENAMIENTO DE LAS COMISIONES	30
5.3 Situaciones relacionadas con la inspección de edificios	31
5.3.1 SISTEMATIZACIÓN Y GESTIÓN DE LAS SOLICITUDES DE INSPECCIÓN DE DAÑOS	31
5.3.2 GESTIÓN DE LOS FORMULARIOS DE EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ORGANIZACIÓN DE UNA BASE DE DATOS	31
5.3.3 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	32
5.3.4 CAMBIO DE LA CLASIFICACIÓN DE HABITABILIDAD DEL EDIFICIO	32
5.3.5 ACCESO A LOS EDIFICIOS AFECTADOS Y RETIRO DE BIENES DE LOS EDIFICIOS CON PROBLEMAS DE SEGURIDAD	32

5.3.6	DECISIONES SOBRE LOS EDIFICIOS CON PELIGRO DE COLAPSO	33
5.3.7	DECISIONES SOBRE LOS EDIFICIOS HISTÓRICOS O DECLARADOS COMO PATRIMONIO CULTURAL Y ARQUITECTÓNICO	33
5.3.8	DECISIONES SOBRE LOS PROCESOS DE DEMOLICIÓN	34
5.3.9	DECISIONES SOBRE EL SUMINISTRO DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO	35
5.3.10	SUMINISTRO DE INFORMACIÓN A OTRAS AUTORIDADES LOCALES Y NACIONALES	35
5.3.11	ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE VIDAS Y HERIDOS	36
5.3.12	ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS	36
5.3.13	GESTIÓN DE GASTOS REEMBOLSABLES	37
6.	DESARROLLO DEL FORMULARIO ÚNICO PARA LA INSPECCIÓN DE EDIFICIOS DESPUÉS DE UN SISMO	39
6.1	Justificación de un formulario único	39
6.2	Objetivos del formulario propuesto	40
6.3	Aspectos considerados en el formulario	46
7.	RECOMENDACIONES PARA FUTUROS DESARROLLOS	49
7.1	Desarrollo de un manual o guía de campo	50
7.2	Desarrollo de una aplicación informática para la gestión de la información	50
7.3	Desarrollo de un sistema experto que apoye el proceso	51
7.4	Desarrollo de un sistema de información geográfica	51
7.5	Entrenamiento de los evaluadores, supervisores y coordinadores	52
8.	REFERENCIAS	53
	ANEXO I - GLOSARIO	55
	ANEXO II – METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN POST-SÍSMICA EXISTENTES	59
	ANEXO III – FORMULARIOS PARA EVALUACIÓN POST-SISMICA DE LAS METODOLOGÍAS EXISTENTES	97

1. INTRODUCCIÓN

A raíz de los terremotos ocurridos en los últimos 20 años en diferentes países ubicados en zonas de peligrosidad sísmica alta, ha sido necesario desarrollar metodologías de reacción para llevar a cabo el proceso de inspección de los edificios que han sido afectados, con el fin de determinar en forma rápida si son seguros o si deben ser evacuados para proteger la vida de sus ocupantes y evitar que el número de víctimas sea mayor en caso de una réplica. Por lo tanto se ha demostrado que no sólo es importante realizar el estudio de vulnerabilidad sísmica de los edificios, sino que también es útil tener métodos para la evaluación rápida de los daños causados por sismo.

Los procedimientos para la evaluación postsísmica normalmente se aplican por medio de dos niveles o etapas de desarrollo: la evaluación rápida (o de habitabilidad), que se basa en el nivel de riesgo o peligro que representa un edificio para la población, y la evaluación detallada, que describe el nivel de daño estructural y su clasificación. El Anexo I presenta un glosario de términos generales que se cree necesario aclarar.

La formulación de una metodología de reacción y la elaboración de las herramientas de inspección y clasificación necesarias para la evaluación de la habitabilidad de los edificios permite llevar a cabo un proceso operativo eficiente con el fin de identificar, después de ocurrido un terremoto moderado o severo, los edificios que hayan sufrido daños graves y que puedan representar peligro para la comunidad. Igualmente, permite identificar también los edificios seguros que pueden servir como refugios temporales a personas que hayan perdido sus viviendas o que hayan sido evacuadas por estar comprometida la seguridad de los edificios que ocupaban. Una metodología de este tipo no sólo permite formular recomendaciones para la seguridad de la población definiendo la posible ocupación o no de los edificios, sino que proporciona recomendaciones técnicas sobre el acordonamiento de áreas inseguras, el apuntalamiento de los edificios o elementos inestables o la demolición de elementos en peligro de caer.

Por otra parte, las evaluaciones de daño detalladas sirven para caracterizar los daños estructurales y no estructurales en los edificios, permiten evaluar los efectos locales de los suelos, estimar de manera aproximada el impacto económico y social, y generar información para la toma de decisiones por parte de las autoridades para la formulación posterior de proyectos para reconstrucción y la definición de estrategias que permitan a largo plazo reducir los efectos de sismos futuros. También permiten hacer mejoras a las normas sismorresistentes vigentes, identificando los fallos en los sistemas estructurales y también posibilitan la construcción de curvas de fragilidad o vulnerabilidad empírica, útiles también para el estudio de los edificios.

En varios países se han realizado desde hace algunos años investigaciones sobre el tema de evaluación de daños, dentro de los que se destacan Italia, Grecia, Turquía, la Antigua República Yugoslava de Macedonia, Estados Unidos, Japón, México y Colombia. En cada país con base en la experiencia de los demás se han ido enriqueciendo las metodologías utilizando las enseñanzas que han dejado los sismos ocurridos.

Algunos de los procedimientos de evaluación propuestos en estos países se explican detalladamente en el Anexo II de este informe, describiendo las variables y aspectos utilizados para la caracterización de los edificios y sus daños, así como algunos comentarios acerca de los problemas más frecuentes en los procesos de evaluación de daños, con el fin de tener elementos para proponer la presente metodología y el desarrollo de un procedimiento completo para España. En el Anexo III se presentan algunos de los formularios existentes para la evaluación de daños en edificios.

La evaluación de daños es una actividad crítica y un componente esencial en la preparación para la atención de emergencias y desastres. Por esta razón, la metodología para la inspección y clasificación de los edificios afectados después de un sismo debe planificarse y aplicarse sistemáticamente. A través de una metodología adecuada los responsables de la toma de decisiones pueden identificar las necesidades que conducen al tipo de ayuda apropiada, al mismo tiempo que se podrán evaluar las oportunidades de mitigación y prevención.

Dicha metodología será más efectiva cuando se diseña con anterioridad a la ocurrencia del sismo como parte de un plan de general de emergencias que haya sido comprobado y refinado a través de simulacros. La preparación para la respuesta en caso de terremoto debe considerar el alcance de las posibles situaciones que una ciudad puede enfrentar, además debe tomar en cuenta el gran número de evaluaciones necesarias: daños en edificios, efectos en la infraestructura, población y familias afectadas, necesidades de la comunidad y de las instituciones, recursos disponibles, etc. En el proceso de evaluación del impacto de un fenómeno participan muchos actores dado que habrá gran incertidumbre acerca del área afectada, el número de personas que requieren ayuda inmediata, los niveles de daño en la infraestructura de líneas vitales y edificios de importancia especial, el nivel de peligro que representan los edificios, la extensión y severidad de los efectos de segundo orden como deslizamientos, incendios, entre otros, y por lo tanto las evaluaciones deben ser coordinadas. Cada uno de los diferentes actores tendrá diferentes percepciones del desastre, necesitará información diferente y buscará distintos caminos para hacer frente a estas necesidades. Información que puede ser significativa y útil para un grupo puede ser totalmente irrelevante para otro.

En cualquier tipo de emergencia los responsables de la toma de decisiones deberán formarse en primer lugar, una imagen o escenario de dónde se encuentra la gente, en qué condiciones están, cuáles son sus necesidades, qué servicios tienen aún disponibles y qué recursos se han salvado. Esta visión general se construye con los datos de la evaluación recopilados por funcionarios dentro del área, por equipos de investigación en el terreno y/o por vuelos de reconocimiento. En gran parte la calidad y la cantidad de los datos reflejarán el nivel de planeación anterior.

Después de un terremoto de gran magnitud se pueden presentar réplicas que pueden aumentar los daños en los edificios y pueden causar pérdidas de vidas en los edificios afectados que continúan en uso. Con el objeto de evitar dichas pérdidas, una vez ocurrido un sismo, la administración de la ciudad afectada debe coordinar la evaluación inmediata del mayor número posible de edificios que hayan sufrido algún daño de una manera rápida, eficiente y sencilla; lo que no siempre es una acción sencilla. La evaluación de los daños de edificios después de un terremoto moderado o fuerte debe ser desarrollada con base en una metodología establecida como única en la ciudad y, en lo posible, en el país. Esto con el fin de evaluar bajo un solo método el daño físico y llevar a cabo una estimación consistente de la posibilidad de uso o habitabilidad del edificio para buscar la seguridad de las personas y para estimar los efectos y las pérdidas con fines de acciones futuras de rehabilitación y reconstrucción. De esta manera se pueden identificar las necesidades de vital importancia para la comunidad y se puede obtener información básica para las autoridades en materia de evaluación y diagnóstico de la situación, facilitando la toma de decisiones, la implementación de medidas económicas y de técnicas efectivas para la reducción de las consecuencias producidas por el sismo. Fallos en este proceso, tienen graves repercusiones que son insospechadas o subestimadas usualmente y que se han comprobado reiterativamente en sismos de diferentes partes del mundo.

Los principales elementos para una metodología y procedimiento de evaluación post-sísmica son: la clasificación de los daños, la definición de las posibilidades de uso de los edificios que sufrieron daños, la organización de la recogida de los datos y el análisis y procesamiento de la información. Para ejecutar esta labor eficientemente es fundamental establecer con anterioridad comisiones de inspección muy bien entrenadas en cada sector y elaborar los planes de inspección sistemática. El éxito del procedimiento de recogida de datos depende significativamente, aparte del entrenamiento de los profesionales, de la idoneidad de los instrumentos utilizados como: los formularios, las señales de identificación, el manual guía de evaluación, el software de soporte para apoyo a los evaluadores inexpertos, cuando existen dudas, y el procesamiento de datos georeferenciados. Todos estos instrumentos deben ser consistentes entre sí.

1.1 OBJETIVO Y CONTEXTO

Esta monografía tiene como objetivo fijar las bases para el desarrollo de una metodología general para la inspección y clasificación de edificios afectados por un terremoto. Sus objetivos específicos son los siguientes:

- Recopilar y analizar la información de otros países sobre las principales metodologías de evaluación de daños y de habitabilidad, con el objeto de comparar diferentes enfoques e identificar las bases necesarias para proponer una metodología para la evaluación de edificios afectados por sismo.
- Establecer los procedimientos a utilizar y la organización básica para realizar la evaluación del daño y de la seguridad de los edificios después de un terremoto.
- Proponer un formulario, de rápida y fácil aplicación, para la inspección y clasificación de edificios afectados por un terremoto, en función de su estado de daño y su nivel de seguridad.

Una vez ocurrido un terremoto, las inspecciones de los edificios deben realizarse tan rápido como sea posible, con el fin de reducir el riesgo y la incomodidad de las personas. Esto significa que no es posible realizar una evaluación detallada haciendo un levantamiento geométrico completo del edificio, tomando muestras para un análisis detallado de la patología sísmica y realizar un análisis numérico mediante modelos en un ordenador. Por lo tanto, las evaluaciones de daños y de la habitabilidad de los edificios deben realizarse basándose en la inspección visual y el criterio de expertos.

Frecuentemente, cuando se inicia la evaluación de daños y de habitabilidad después de un terremoto, la “crisis sísmica” puede no haber terminado. Es decir que pueden producirse réplicas que requieran una nueva visita a los edificios ya evaluados, pues su nivel de seguridad puede haberse reducido. El número de inspecciones a realizar puede llegar a ser muy grande y requerirse muchos evaluadores, por lo cual la gestión de la información debe ser lo más eficiente posible y debe sistematizarse.

El número de evaluaciones depende de la magnitud del sismo, del tamaño de la ciudad, la densidad de edificios y su vulnerabilidad. En la Tabla 1-1, tomada de Goretti (2001), se comparan los números de evaluaciones realizadas después de un terremoto en diferentes países, reconociendo que es difícil obtener una información homogénea debido a la diferencia de procedimientos y formularios y a que en algunos sitios los informes son en términos de unidades de vivienda y en otros en términos de edificios, haciendo cuestionable la comparación.

Desde el punto de vista temporal, la eficiencia de las evaluaciones está influenciada por el número de edificios que deben ser inspeccionados, por la disponibilidad de inspectores y por el tiempo requerido para cada inspección. Por ejemplo en Kobe (1995) la evaluación e informe inicial de reconocimiento se hizo en tres días, las evaluaciones rápidas y de habitabilidad se hicieron en dos semanas y las inspecciones detalladas de daño también duraron dos semanas. En Italia, después del sismo de Pollino, en un mes se habían evaluado aproximadamente el 56% de los edificios, mientras que en el sismo de Umbría – Marche, en ese mismo tiempo se había inspeccionado el 87%. Hay que tener en cuenta que este último sismo tuvo tres réplicas que obligaron a repetir las evaluaciones de habitabilidad. En Colombia (1999) se realizaron varias evaluaciones para las cuales no existe un registro exacto del tiempo, pero se considera que la primera fase, elaborada por los Comités locales de emergencia y las asociaciones de ingenieros, necesitó más de tres meses debido a que las inspecciones se hicieron a la solicitud de los propietarios y fue necesario regresar a los mismos barrios y manzanas varias veces. Sin embargo, el porcentaje más alto de evaluaciones se realizó en las primeras tres semanas ya que se contaba con un gran número de profesionales voluntarios que colaboraron en el proceso. En una segunda fase, cinco meses más tarde, se realizó una evaluación por parte del gobierno (Censo de Ministerio de Desarrollo), que se programó por inmuebles y no por edificios y con barridos planificados utilizando planos y cartas catastrales. La recopilación y procesamiento de la información tomó más de cuatro meses, por problemas de disponibilidad de personal capacitado y dificultades en la logística para el procesamiento de la información. Se considera que en promedio un inspector pudo realizar 100 evaluaciones generales y 30 evaluaciones detalladas de inmuebles por día.

Tabla 1-1. Edificios inspeccionados y no habitables en después de sismos en algunos países

Ciudad (País)	Año	Intensidad Io (MCS)	Inspecciones	Edificios no habitables	Familias sin hogar
Friuli (Italia)	1976	X	> 70.000 ⁽¹⁾	43.000 ⁽²⁾	190.000
Irpinia (Italia)	1980	X		160.000 ⁽³⁾	300.000
Marche (Italia)	1997	IX-X	100.000	27.000 (27%)	30.000
Pollino (Italia)	1998	VI- VII	18.000	4.100 (22%)	
Northridge (USA)	1994	XI		5.700	
Kobe (Japón)	1995	XI	46.000	144.000 ⁽⁴⁾	240.000
LomaPrieta (USA)	1989	XI			> 10.000
Kocaeli (Turquía)	1999	XI		120.000 ⁽⁴⁾	600.000
Atenas (Grecia)	1999	XI	65.000	32.000 (50%)	70.000

⁽¹⁾ Evaluaciones de daños

⁽²⁾ Edificios dañados o colapsados

⁽³⁾ Estimado de 480.000 viviendas dañadas o colapsadas.

⁽⁴⁾ Daños graves o edificios colapsados

Usualmente, los edificios localizados en la zona epicentral se inspeccionan antes que los localizados fuera de ella. Por esta razón hay una relación espacio-temporal en la duración de las inspecciones. En algunos países como Italia, la zona afectada por el terremoto no se inspecciona con anticipación a la evaluación, mientras que en otros, como Japón, se seleccionan con anticipación mediante un barrido rápido de cada sector. Esto hace más efectiva la inspección de los edificios en términos de planificación y organización del trabajo de los evaluadores.

La evaluación de la habitabilidad y el registro de los daños puede realizarse por unidades de vivienda o por edificios, aunque desde el punto de vista estructural es necesario inspeccionar todo el edificio. En el procedimiento italiano las inspecciones se realizan por solicitud de los propietarios de los inmuebles. Hay una diferencia entre el objeto de la solicitud, el inmueble o vivienda, y el objeto de la inspección, el edificio. Puede suceder que haya múltiples solicitudes de inspección del mismo edificio, debido a múltiples requerimientos, pero sólo se debe pasar una solicitud de inspección al centro de coordinación. En Japón los edificios que se deben inspeccionar son seleccionados previamente y con frecuencia se le entrega un mapa de la zona a los inspectores. Adicionalmente, como la evaluación de habitabilidad debe ser hecha desde afuera, en el caso de las inspecciones de edificios privados se elimina la diferencia entre unidades de vivienda y edificios. En Colombia, después de los últimos terremotos, las evaluaciones han sido diseñadas para inspeccionar edificios. Sin embargo, debido a que se tenía que definir la necesidad o no de asignar subsidios del gobierno a cada inmueble dependiendo de su grado de daño, la evaluación se ha realizado por inmuebles, pero teniendo en cuenta que el estado general de la estructura influye en la calificación del inmueble y que el estado de los elementos arquitectónicos complementa la calificación del inmueble.

2. MARCO GENERAL DE LA EVALUACIÓN POSTSISMICA DE DAÑOS

2.1 DIRECTRIZ BÁSICA DE PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO SÍSMICO PARA ESPAÑA

Esta directriz tiene por objeto establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los correspondientes Planes Especiales de Protección Civil, en cuanto a fundamentos, estructura, organización y planes operativos y de respuesta. Esta directriz fue aprobada por la resolución de 5 de mayo de 1995, de la Secretaría de Estado de Interior (BOE de 25 de mayo de 1995).

La planificación de protección civil ante el riesgo sísmico debe tener cinco elementos básicos:

- Áreas de peligrosidad sísmica
- Análisis de peligrosidad y vulnerabilidad, mapas de riesgos
- Información y seguimiento de fenómenos sísmicos
- Medidas de intervención en caso de catástrofe sísmica
- Definición de fases y situaciones

Dentro del cuarto elemento, *Medidas de intervención en caso de catástrofe sísmica*, se tiene en cuenta la evaluación de consecuencias; medidas de rescate, salvamento y protección a la población; medidas en relación con los edificios; medidas en relación con los servicios esenciales; medidas en relación con el sistema viario e infraestructuras de los transportes. Esta monografía se centra en el desarrollo de la evaluación de consecuencias, específicamente en la evaluación del daño en edificios.

2.2 ACTIVIDADES A TENER EN CUENTA PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICIOS

Actividades de preparación

- Realizar estudios sobre zonificación de peligrosidad y análisis de vulnerabilidad.
- Identificar el personal y las instituciones que pueden servir de apoyo para el proceso de evaluación de daños en edificios, realizar convenios o acuerdos previos para ello.
- Definir un procedimiento para la evaluación de daños y diseñar los formularios con el fin de definir la habitabilidad y uso de los edificios.

- Llevar a cabo cursos de entrenamiento sobre el procedimiento de evaluación.
- Establecer los edificios prioritarios para evaluación, como aquellos edificios de importancia especial para la atención de emergencias y de servicio a la comunidad.
- Distribuir la ciudad por zonas o sectores y asignarle entidades y personas responsables a cada sector para la evaluación de daños.
- Definir la identificación que portarán los evaluadores, los avisos de señalización y clasificación de los edificios ya evaluados.
- Diseñar y montar un sistema de información para el almacenamiento y sistematización de la información resultante.

Actividades de alerta

- Consulta a las instituciones técnicas sobre el carácter de la alerta.
- Notificación a miembros de las instituciones responsables y coordinación con otras entidades de apoyo.
- Evaluar las necesidades y revisar las prioridades de evaluación de acuerdo con los sectores posiblemente afectados.
- Alistamiento del personal y recursos necesarios.

Actividades de respuesta y recuperación

- Información a la comunidad para que permita el acceso a los edificios por parte de los evaluadores identificados según el plan.
- Desplazar el personal a las zonas afectadas y realizar la inspección general de la zona, dar asesoría técnica a los grupos de búsqueda y rescate sobre el ingreso y medidas de seguridad a tomar.
- Realizar la evaluación de albergues y alojamientos temporales. Ingresar a los edificios y realizar las visitas individuales a cada uno.
- Completar los formularios de inspección y fijar los avisos de clasificación en la entrada de los edificios.
- Notificar a los propietarios sobre los resultados de la inspección y sugerirles las acciones pertinentes a desarrollar (evacuación, apuntalamiento, estudios de vulnerabilidad detallados).
- Sistematizar las inspecciones.
- Notificar a las autoridades pertinentes los procedimientos a llevar a cabo.
- Hacer los contactos para los arreglos pertinentes de reubicación de personas que residan en lugares cuyas estructuras representen peligro.
- Realizar un informe preliminar de daños, conjuntamente con un plan de rehabilitación y un presupuesto tentativo que oriente sobre la inversión a corto plazo.

2.3 POSIBLES ESCENARIOS DE DAÑOS POR SISMO

Dependiendo de la fuente sísmica, la magnitud del fenómeno, la distancia al epicentro y las condiciones del suelo en el sitio se podrían tener múltiples posibilidades de escenarios de

daños por sismo en una ciudad. Estos efectos se podrían resumir en las siguientes hipótesis básicas para la planificación de los procedimientos de evaluación de daños:

1. Un desastre mayor causará numerosas víctimas fatales y heridos, pérdidas de propiedades, interrupción en el funcionamiento de las líneas vitales y tendrá impacto en la economía regional. La principal causa de muertes y heridos será debida al colapso de edificios y otras estructuras, especialmente edificios antiguos de varios pisos y de mampostería no reforzada.
2. La extensión del número de víctimas y de daños dependerá de factores tales como la hora de la ocurrencia, la severidad del impacto, las condiciones climáticas, la densidad de la población, los tipos de edificios y la posibilidad de que se produzcan efectos secundarios tales como deslizamientos de tierra e incendios, los cuales pueden tener un potencial de daños mucho mayor que las mismas vibraciones del sismo.
3. Cuando un gran número de víctimas, graves daños en edificios y en infraestructuras básicas e interrupción de los servicios públicos esenciales sobrepasen las capacidades del gobierno de la ciudad para enfrentar la situación, el gobierno autonómico y nacional tendrán que apoyar las acciones de emergencia.

Los daños directos e indirectos que podría causar un terremoto y los efectos secundarios derivados de este pueden ser los siguientes:

Daños en edificios

- Colapso total de edificios
- Daños estructurales técnica y/o económicamente irreparables en edificios, lo que implica su posterior demolición.
- Daños estructurales y no estructurales (muros, instalaciones hidráulicas y sanitarias, ascensores, entre otros) que inhabilitan el edificio para su uso.
- Daños estructurales y no estructurales leves y puntuales que no afectan o afectan sólo parcialmente el uso del edificio.

Daños en vías públicas y el sistema de transporte

- Corte de vías por colapso de edificios o de elementos aledaños como postes y árboles. Igualmente por vehículos averiados y/o abandonados.
- Corte de vías por colapso o daño severo de puentes (o sospecha de daño).
- Reducción de la capacidad vial por daños en el sistema de semaforización.
- Incremento de accidentalidad vial debido al pánico.

Daños en sistemas de líneas vitales

- Daños en redes de abastecimiento de agua.
- Daño en redes de alcantarillado.
- Daños en los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica.
- Incomunicación por daños en redes telefónicas.
- Saturación de los sistemas de telefonía.
- Daños en poliductos y gaseoductos.

Reducción de la capacidad hospitalaria

- Daños estructurales, no estructurales y funcionales en centros hospitalarios públicos y privados.
- Reducción de la disponibilidad de personal médico y paramédico.
- Reducción en los sistemas de suministro de productos médicos.

Reducción de la capacidad básica de respuesta a emergencias y seguridad

- Daños estructurales, no estructurales y funcionales en cuarteles de bomberos, de policía y en centros operativos de organismos de para emergencias.
- Reducción en la disponibilidad de personal operativo para la respuesta a emergencias y de policía.

Daños en sistemas de saneamiento

- Daños en alcantarillados.
- Dificultad en la recogida de basuras.

Efectos directos sobre las personas

- Numerosos muertos, heridos (traumas físicos y quemados), personas atrapadas, desaparecidos y extraviados.
- Traumas psicológicos severos de los sobrevivientes.

Problemas de orden público

- Problemas de orden público generados por vandalismo, saqueo y delincuencia.

Problemas en la articulación de la organización para la respuesta

- Reducción general en la disponibilidad de recursos físicos y humanos (técnicos y administrativos) para el levantamiento y validación de la información sobre daños, operaciones y coordinación en el terreno de la respuesta.

Problemas en la información pública

- Dificultad para informar objetivamente a la población.
- Desvío del interés de los medios hacia el drama particular alejándose de la información objetiva y práctica requerida por la población afectada.

Daños en otras funciones de la ciudad

- Daños en el sistema bancario.
- Cierre de industrias y comercios.
- Daños en sitios de afluencia masiva, tales como escenarios deportivos, parques de diversiones y otros.

Daños adicionales estructurales y funcionales

- Daños adicionales por la generación de incendios, derrames de sustancias tóxicas y deslizamientos de tierra o rocas.

Efecto de las réplicas

- Las réplicas son terremotos de menor magnitud que ocurren en las horas y días siguientes al sismo principal. Producen el colapso de edificios averiados y pánico en la población.

Agudización de las condiciones sociales de la población de bajos recursos

- Reducción de los ingresos, desplazamientos forzosos, abandono de hogares.
- Migración de población hacia sectores de mayor expectativa de ayuda.

3. DIFICULTADES MÁS COMUNES EN LAS EVALUACIONES DE DAÑOS

Con base en la experiencia y conocimiento de las evaluaciones de daños realizadas en el mundo y las experiencias basadas en la aplicación de diferentes procedimientos, se han observado algunas dificultades en los procesos de evaluación post-sísmica, que son similares en los diferentes países. Los más relevantes en términos generales son los siguientes:

3.1 FALTA DE ENTRENAMIENTO Y CUALIFICACIÓN DE LOS EVALUADORES

Para llevar a cabo un buen proceso de evaluación de daños, es importante contar con evaluadores con amplia experiencia. Sin embargo, cuando ocurre un sismo de gran magnitud, los daños en la zona pueden ser tan generalizados, que no es posible que los expertos se encarguen de hacer la totalidad de las evaluaciones. Este problema hace necesario que gran parte de las evaluaciones sean realizadas por profesionales con poca o ninguna experiencia, que posiblemente no están familiarizados con los daños causados por movimientos sísmicos. Usualmente, para los neófitos, el impacto al ver los daños es tan grande que tienden a calificarlos de manera más grave de lo que realmente son, y en contraste, en muchas ocasiones subestiman casos graves que aparentemente no lo son. A pesar de que los métodos de evaluación existentes cuentan con buenas descripciones para los diferentes niveles de daño que utilizan, cuando no existe una buena preparación previa, la tendencia de los evaluadores inexpertos de agravar o subestimar el nivel de daño es una constante.

Sin duda, la información que interviene en la evaluación es altamente subjetiva y depende de la concepción y la impresión que tenga el evaluador en cada caso. Es posible que por la inexperiencia de los evaluadores se cometan errores como demoler edificios que probablemente no se encontraban en condiciones tan graves o que se evacuen edificios sin necesidad, lo que sería especialmente grave en el caso de edificios indispensables. También es posible que se pasen por alto daños en un edificio que comprometan su estabilidad, poniendo así en peligro la vida de sus ocupantes. Por eso es tan importante garantizar que realice las evaluaciones detalladas el personal más experimentado y con un mejor conocimiento sobre el comportamiento de las estructuras y patología de edificios.

En Colombia, después del terremoto de 1999, se pudo observar que aunque existía un formulario de inspección previamente establecido para realizar las evaluaciones, y aunque

los profesionales voluntarios se clasificaron según su experiencia, no se había llevado a cabo un entrenamiento adecuado para los profesionales que ayudara a que los criterios fuesen homogéneos. Existió, en consecuencia, gran disparidad de criterios entre los diferentes evaluadores y, como consecuencia, muchas evaluaciones se tuvieron que desechar o repetir.

De lo anterior se concluye que es fundamental que se realice un entrenamiento previo de los profesionales que van a participar en el proceso, así como la selección de un grupo más especializado para la toma de las decisiones más difíciles. Otra recomendación importante es la conformación de equipos de evaluación de dos personas para la evaluación rápida (dos inspectores de obra o un inspector y un ingeniero) y de tres personas (un inspector de obra, un arquitecto y un ingeniero estructural) para la detallada, según las recomendaciones del ATC-20-2. Aunque lo anterior es deseable, pero no siempre factible, se recomienda que en una fase posterior a este trabajo se realice una guía o manual detallado para unificar los criterios de evaluación de daños y se desarrollen unos módulos para el entrenamiento de los futuros evaluadores.

3.2 SUBJETIVIDAD EN LAS EVALUACIONES

Los niveles de daño son definidos en la mayoría de los métodos de evaluación mediante calificaciones lingüísticas como leve, menor, moderado, medio, severo, grave o fuerte, conceptos que pueden tener una notable variación en su significado según la persona y experiencia de quien los utilice. Por esta razón se puede decir que no existe un límite claramente definido entre estas valoraciones. Lo que para una persona es moderado, para otra puede ser severo, así como puede estar en medio de los dos conceptos para otra. Por esto es necesario intentar unificar el sentido de estos conceptos y volver la evaluación lo más cuantitativa posible, determinando porcentaje de elementos afectados, tamaño y tipo de grietas. Por esta razón se recomienda que en una segunda fase de este trabajo se diseñe un sistema experto de apoyo basado en inteligencia computacional, que permita respaldar las decisiones tomadas en los casos más difíciles.

3.3 PROBLEMAS EN LA UBICACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Otro problema muy común es la falta de estandarización de las direcciones, lo que genera no sólo que se repitan en muchas ocasiones las visitas, sino que también dificulta su correlación con las fichas catastrales o su ubicación sobre un mapa.

En algunos lugares, las evaluaciones se han realizado inicialmente al nivel de edificios, sin considerar el número de familias o viviendas afectadas. Por esta razón ha sido necesario hacer estimaciones con base en el número de niveles por edificio suponiendo un número de pisos por nivel de acuerdo al estrato socio económico, pues tampoco se ha contado con información de cuantas unidades de vivienda tiene cada uno de los edificios.

Para la asignación de subsidios en Colombia fue necesario contar con información de los propietarios y de la identificación de la ficha catastral, entre otros datos, por lo que fue necesario desarrollar una nueva metodología que pudiera subsanar algunos de los aspectos

mencionados anteriormente; sobre todo, cuando se acordó cubrir el 100 % de los inmuebles y la identificación de todos sus propietarios. Se recogieron todos los datos disponibles en las diferentes entidades que tuvieran información sobre daños, para homologarlos y posteriormente salir a campo a verificar con un formulario detallado en el cual se consignara la información del grado de daño del inmueble, los datos sobre el propietario, si tenía hipoteca o seguro y si había recibido ayuda de alguna entidad crediticia. Para complementar aquellos inmuebles que no estaban incluidos en los censos anteriores, se diseñó un formulario general con el fin de cubrir la totalidad de inmuebles y verificar si habían sido dañados o no y, en caso de pertenecer a la primera categoría, se procedía posteriormente a hacerle una segunda evaluación con el formulario detallado. Si las evaluaciones iniciales se hubieran hecho realizando barridos completos por sectores y garantizado la estandarización de las direcciones y de los procedimientos en todos los municipios, no hubiera sido necesario realizar la evaluación con el formulario general y se hubiera procedido sólo a realizar el censo con fines del subsidio en los inmuebles previamente identificados como afectados.

3.4 FALTA DE ORGANIZACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LOS REGISTROS

Mantener un registro del procedimiento de evaluación post-sísmica es una tarea de gran responsabilidad en el proceso de respuesta a las emergencias. Normalmente, no se le ha dado la importancia que merece esta parte del proceso, por lo menos previamente o al inicio de la atención de la emergencia, generando grandes confusiones y retrasos en las decisiones. Por lo anterior, es necesario registrar y documentar todas las observaciones, acciones y decisiones, consideraciones legales y administración de dinero; este último para efectos de futuros desembolsos. Los registros de las evaluaciones de daños son importantes también por las demandas de información por parte de las instituciones y los particulares a efectos de recuperación post-sismo.

La sistematización mediante ordenadores es actualmente la única manera de poder gestionar la información ágil y eficientemente. El volumen de datos que se genera después de un sismo severo es tal que lo que se necesita es una red de ordenadores con un equipo de personas capacitadas en su uso. En muchos casos no se ha contado con este tipo de organización desde los primeros días, lo que ha hecho que la gestión del volumen de información que se estaba produciendo y acumulando se convierta en un caos, lo que ha impedido que se cumpla con realizar las funciones de emergencia eficientemente. Se recomienda, por lo tanto, que en una segunda fase de este trabajo se desarrolle un sistema para la captura de la información y un sistema de información geográfica para la visualización de los daños.

3.5 FALTA DE UN PLAN DE EMERGENCIAS ASOCIADO

La falta de un plan de emergencias o contingencia a nivel local y nacional puede generar problemas de coordinación entre las diferentes entidades y entre el nivel nacional y el local. Esto lleva a que se realicen numerosos censos con diferentes objetivos y alcances y

en diferentes fechas, lo que causa falta de credibilidad en la población y en algunos casos. Esta situación se ha presentado en varios países.

Es importante realizar un recorrido rápido por la ciudad antes de empezar los procesos de evaluación rápida, con el propósito de generar información preliminar sobre la extensión del daño, la dimensión de las áreas con mayor intensidad de daños, identificar los edificios obviamente inseguros para iniciar los procedimientos de emergencia, determinar la necesidad de la declaración de desastre y solicitud de ayuda externa. Estos recorridos pueden ser realizados por bomberos, la policía y el personal de las entidades de socorro. Las visitas a los edificios deben ser bien planificadas para cubrir la totalidad de las viviendas cuando se visita un sector. Una mala organización genera la necesidad de enviar comisiones varias veces al mismo sector de la ciudad afectada.

La organización y planes previos para la realización de las evaluaciones son aspectos de especial importancia no sólo por lo mencionado anteriormente, sino porque la falta de unidad de criterios en la gestión de la información agrava la situación. Por esta razón es importante contar con información homogénea para toda la zona afectada que facilite la formulación del plan de reconstrucción y la estimación de los recursos necesarios para tal fin.

La experiencia del evaluador, la forma como se maneje la información sobre el estado del edificio y como se le comunique a los propietarios hará que las recomendaciones sean acatadas o no, o se soliciten nuevas evaluaciones por parte de otros profesionales. La falta de conocimiento sobre los procedimientos legales y de los procesos de toma de decisiones sobre evacuación, demolición o retiro de objetos de los edificios inseguros, son la principal causa por la cual se desalojan o se llevan a cabo demoliciones de edificios sin necesidad, se pierdan vidas innecesariamente y se incurra en errores que pueden tener grandes implicaciones legales.

4. PREPARATIVOS PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS

La evaluación efectiva de un desastre requiere una serie de acciones planificadas, coordinadas y controladas con anterioridad. Esto significa que el personal encargado de la organización y del control de datos necesita constituir un verdadero sistema de evaluación. Existen varios elementos que se deben tener en cuenta para el sistema de evaluación:

1. Debe haber un plan de evaluación global, de acuerdo con todas las partes comprometidas en la operación (edificios, infraestructura vial y de transporte, salud, líneas vitales, etc.). Esto establecerá áreas de responsabilidad, directrices y procedimientos comunes de trabajo y canales de comunicación. También debe establecerse la forma en que las responsabilidades de evaluación cambian con el tiempo, a medida que el enfoque de las actividades se traslada de salvamento de vidas y restauración de servicios hacia la planificación social y económica para la recuperación y reconstrucción. El plan de evaluación debe incorporar una serie más detallada de planes de contingencia por temas y sectores.
2. Debe existir una amplia recopilación de datos básicos, los cuales deben estar disponibles rápida y fácilmente para aquellos que los necesiten. La información habitualmente incluye:
 - tamaño y estructura demográfica de la población afectada
 - localización, distribución y características de los edificios, líneas vitales (agua, energía, telecomunicaciones, transporte)
 - localización, pertenencia y tamaño de las reservas de recursos materiales que pueden ser útiles para la ayuda;
 - estructura administrativa en las áreas afectadas
3. Se necesita un sistema de recopilación de datos operacional que funcione inmediatamente después del desastre. Generalmente, esto incluye puntos de comunicación designados, procedimientos de comunicación, rutas protegidas de comunicación designadas o duplicadas donde sea posible y personal para evaluación en el terreno. Se debe contar con el apoyo de procedimientos de recopilación de datos que sean rápidos, estructurados y basados en la utilización de técnicas de muestreo formal y de investigación, por simples que sean.
4. Se deben establecer los centros de operación de emergencias donde se llevará a cabo la recogida y análisis de la información con personal previamente designado y procedimientos comprobados.

5. Es necesario contar con procedimientos comprobados y establecidos para la comunicación y diseminación de las evaluaciones para identificar los puntos en el sistema de toma de decisiones y respuesta.
6. Deben existir procedimientos para el control de la calidad y para preestablecer estándares para el desarrollo de sistemas, administración, recogida de datos y operaciones de evaluación. Estos procedimientos deben integrarse y explicarse en el plan general de evaluación.

Un punto de partida útil en la preparación es esclarecer y documentar claramente las responsabilidades en las acciones de emergencia en cada nivel administrativo. Estas medidas deben incluir la definición previa de una coordinación general de la evaluación de edificios, selección de equipos de evaluación y entrenamiento para la inspección de daños. Debe incluir también la selección y entrenamiento de evaluadores locales, dentro de las organizaciones relacionadas con la administración de la ciudad, las entidades de servicios de la ciudad, la academia, los gremios y los organismos de respuesta en caso de emergencia.

4.1 TÉCNICAS DE RECOGIDA PRELIMINAR DE DATOS

Existen diferentes técnicas de recogida de información después de un sismo y se deberá recurrir a ellas de acuerdo con la magnitud del mismo. Normalmente lo más aconsejable en caso de un sismo moderado a severo que afecte una gran parte de una ciudad es constituir distintas comisiones que lleven a cabo una identificación de la zona afectada teniendo en cuenta las diferentes técnicas de recogida y evaluación de información y después consolidar desde el nivel comunitario hasta el nivel de la ciudad los resultados obtenidos por las diferentes comisiones.

Se deberá delimitar sobre un mapa el área afectada y se tendrá que observar no sólo la destrucción y daños generados en los edificios e infraestructura, sino también la presencia de efectos secundarios como deslizamientos, incendios, inundaciones, ruptura de redes de gas u otras líneas vitales, o derrame de sustancias químicas. Se deberá prestar una especial atención aquellas zonas urbanas con grandes concentraciones de edificios vulnerables por baja calidad de la construcción o por su antigüedad. Se deberá identificar las zonas donde existen obstrucciones a los medios de transporte y en las rutas principales hacia áreas aledañas.

El proceso de activación del procedimiento de evaluación de daños se debe llevar a cabo sin tomar en cuenta la magnitud del sismo, considerando que en la evaluación de un sismo de proporciones mayores se deberán llevar a cabo paralelamente búsquedas metodológicas de los daños más importantes con diferentes técnicas de recogida. Esta información deberá ser organizada y filtrada en los diferentes niveles, hasta que se tenga una imagen clara de la situación en los centros de operación.

4.1.1 Vuelos de reconocimiento

El reconocimiento aéreo permite tener un cubrimiento rápido de un área extensa, pudiendo así determinar la extensión de la zona afectada, el nivel de daños, analizar dificultades y posibilidades para el acceso a las zonas más afectadas.

4.1.2 Reconocimiento por tierra para evaluación preliminar por zonas

Los recorridos por tierra que cubran zonas específicas pueden dar una visión más detallada de la situación, aunque no tan rápida y extensa como los sobrevuelos. Tiene la ventaja que se pueden realizar de noche y permiten identificar las zonas donde concentrar los esfuerzos de evaluación y asistencia, así como las acciones de búsqueda y rescate de heridos. Estos recorridos pueden ser llevados a cabo por personal de las entidades de socorro.

4.1.3 Centro de recepción de llamadas de emergencia

En los centros de recepción de llamadas de emergencia se reciben muchas solicitudes de asistencia a la comunidad, búsqueda y rescate de heridos, que indican las zonas de concentración de edificios afectados de forma severa o colapsados.

Se debe contar con un formulario para registrar aquellas solicitudes de evaluación de daños en edificios, donde se registren unos datos mínimos que permitan priorizar las evaluaciones de acuerdo con la severidad de los daños, uso del edificio, número de pisos, etc.

4.1.4 Recopilación de información de los medios de comunicación

Los medios de comunicación también realizan sobrevuelos, envían a sus corresponsales a recorrer la ciudad, reciben llamadas de la comunidad, y van transmitiendo la situación que se está viviendo en la ciudad. Por lo anterior, y como medida complementaria a los procedimientos anteriores, es recomendable realizar la recogida de la información de los diferentes medios y el análisis con personal designado y procedimientos comprobados, con el fin de poder tener una visión más rápida y completa de la situación.

4.1.5 Información de sensores remotos

A través de fotografías aéreas e imágenes de satélite y otros sensores remotos se pueden tener información sobre la magnitud y extensión de los efectos de un sismo, pero desafortunadamente estas técnicas más sofisticadas son costosas y no están siempre disponibles. Este tipo de técnicas son recomendables e implican contar con imágenes previas al suceso. Es importante explorar la posibilidad de realizar un trabajo cuidadoso en este sentido, con el fin de contar con este apoyo que actualmente facilita la tecnología.

4.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y MEDICIÓN DEL IMPACTO DEL SISMO

Una vez realizados la recogida de información durante la fase inmediata después del sismo, es necesario intercambiar información entre las entidades y personas que están llevando a

cabo la valoración del impacto del sismo con las diferentes técnicas y generar un informe único de los efectos del sismo, la magnitud y la extensión, clasificando la afectación de las diferentes zonas de la ciudad para asignar prioridades de respuesta, de inspección de edificios, definir otro tipo de acciones y las necesidades en cada sector.

Se deberán ubicar sobre un mapa las áreas afectadas, especificando el tipo y grado de afectación, daños en edificios, presencia de deslizamientos, incendios, inundaciones, etc. Con base en los resultados de la evaluación se deberán activar los diferentes procedimientos de respuesta previstos, teniendo en cuenta si se puede atender la situación con los recursos de la comunidad autonómica o si es necesario buscar apoyo del nivel nacional, o incluso recurrir a la solicitud de apoyo internacional.

5. ACTIVIDADES DE LA EVALUACIÓN POSTSISMICA DEL DAÑO

5.1 EVALUACIÓN PRELIMINAR DE DAÑOS POR ZONAS

La evaluación preliminar de daños en una zona sirve para determinar la extensión geográfica de la zona afectada, definir el grado relativo de daño y el tipo de infraestructura involucrada. Con esta evaluación se espera tener una primera aproximación sobre la magnitud de los daños.

5.1.1 Personal requerido para la inspección

La evaluación preliminar de daños en un sector puede ser realizada por las entidades de atención de emergencias antes de las primeras 8 horas, con el fin de tener la información esencial para tomar las decisiones de corto plazo.

5.1.2 División de la ciudad en zonas y centros de recogida de información

Para tener un mejor y rápido gestión de las evaluaciones, la ciudad debe dividirse en zonas, estas pueden coincidir con los distritos o las zonas censales. Es necesario crear un centro de recogida de información principal donde se pueda llevar toda la información de la evaluación general.

En cada centro de recogida de información debe existir:

- Un sistema de comunicaciones
- Un auxiliar que recibe, tabula y prioriza la información
- Un ordenador
- Un digitalizador
- Formularios de evaluación preliminar de daños en una zona
- Mapas de los barrios y cartas catastrales de la zona de trabajo

5.1.3 Pasos a seguir en la evaluación de la zona

Se propone la siguiente secuencia a la hora de realizar la inspección:

1. Examinar el área para determinar la posible presencia daños o cualquier anomalía en la zona.

2. Determinar qué tipo de infraestructura está afectada, especificando si es posible que siga funcionando o no. No se debe entrar en edificios evidentemente inseguros.
3. Evaluar las estructuras e infraestructura que en el momento de la evaluación no han sufrido daño pero que se encuentran en peligro de ser afectadas.
4. Completar un formulario de evaluación preliminar de daños en la zona
5. Hacer las recomendaciones que se consideren pertinentes como medidas de prevención para los ocupantes del sector, informando que posteriormente vendrán comisiones especializadas.
6. Notificar al coordinador de emergencias local para que se realicen los procedimientos que correspondan por parte de las autoridades pertinentes.

5.1.4 Completar el formulario por zonas

El formulario que se propone contiene siete secciones principales que incluyen los aspectos que se consideran más importantes para la evaluación: encabezado, localización del sitio, características del sismo, infraestructura afectada, infraestructura en peligro, recomendaciones y comisión y fecha de inspección.

5.1.4.1 Localización del área evaluada

En esta sección se detalla la localización y cobertura del área evaluada, se debe indicar la zona. Si es posible indicar el número de las manzanas según la clasificación de catastro.

Como método alternativo se podrá indicar mediante direcciones en qué calle, plaza o avenidas se encuentra el sector evaluado. Si se encuentra en el sector rural, se debe detallar mucho más su ubicación geográfica, con referencias fáciles de localizar tales como la distancia en metros o en kilómetros desde un determinado lugar hasta el sitio afectado, así mismo el tiempo (en coche o a pié) desde el mismo lugar hasta el sitio afectado.

En caso de tener cartografía o los instrumentos necesarios, se debe complementar la información con datos tales como las mapas topográficos, geológicos o fotografías aéreas u otro tipo de referencia, con el fin de facilitar la localización del sitio para futuras acciones en el lugar.

5.1.4.2 Efectos secundarios

En esta sección se indica si existen fenómenos secundarios generados por el sismo como deslizamientos, inundaciones, avalanchas, incendios, etc., y cuantificar el área afectada. En una sección de comentarios se pueden describir aspectos que se consideren importantes sobre el fenómeno o la posible afectación de vivienda o infraestructura.

5.1.4.3 Daños en edificios

Se deben verificar las condiciones (sin daño, daño parcial o destruido) de las viviendas y edificios públicos como hospitales o centros de salud, escuelas y colegios, otros como el ayuntamiento y sitios de afluencia masiva, especificando el número de construcciones afectadas. Así mismo se debe comprobar su grado de funcionalidad (si pueden funcionar o no).

5.1.4.4 Infraestructura afectada

En esta sección se verifican las condiciones (sin daño, con daño parcial y destruido) y el estado de funcionamiento (funciona, no funciona y deficiente) de las líneas vitales en el área de influencia del sismo, tales como líneas de abastecimiento de agua, alcantarillados, energía eléctrica, telecomunicaciones, redes de gas, vías y puentes.

En el caso del sistema de abastecimiento de agua se deben evaluar los siguientes componentes: presa o pozo, toma de aguas, tuberías de conducción, sistema de almacenamiento, calidad. Para el sistema de alcantarillado se deben revisar las acometidas domiciliarias de aguas negras, conducción de aguas pluviales y descarga final. En el sistema de energía eléctrica se deben revisar las estaciones generadoras (si existen), las redes de interconexión, las estaciones transformadoras, las redes de distribución y las instalaciones domiciliarias. En telecomunicaciones se deben inspeccionar las estaciones repetidoras (si existen), las redes de telefonía (centrales, redes de interconexión y distribución) y otros sistemas de comunicaciones (públicos, radio ayudas, televisión, entre otros).

En el caso de las redes de gas se debe examinar la estación de entrada en la ciudad, la red de distribución secundaria (línea principal y anillos de distribución) y las instalaciones domiciliarias internas. En vías, se deben inspeccionar las de acceso al sitio y las vías férreas. Lo mismo en el caso de puentes. Además se debe especificar la longitud de las líneas vitales de infraestructura afectadas, aclarando a qué tipo de sistema corresponde.

5.1.4.5 Comisión y fecha de inspección

Es necesario que los inspectores pongan claramente sus nombres, profesión, entidad a la que pertenecen, su teléfono (fijo y móvil). Todos estos datos permiten saber quien realizó la evaluación y poder hacer contacto con los miembros de la comisión para cualquier aclaración o duda que se presente. Es recomendable llevar un registro de todas las personas que participan en las evaluaciones con sus direcciones, teléfonos, matrículas profesionales o cédulas en caso de que sea necesario contactarlos. La fecha de la evaluación se debe especificar, ya que las condiciones en los sitios pueden variar en caso de que ocurra un nuevo sismo.

5.2 INSPECCIÓN INDIVIDUAL DE EDIFICIOS

Una vez realizada una evaluación general de la ciudad y definidas las zonas de mayor concentración de daños, se podrá planear e iniciar la recogida de datos de manera individual en cada edificio. Para ejecutar esta labor eficazmente se hará por sectores utilizando la misma sectorización de la ciudad mencionada anteriormente y se organizarán el número de comisiones necesarias en cada sector de acuerdo con la concentración de daños en cada zona.

5.2.1 División de la ciudad en zonas y centros de recogida de información

Al igual que para la evaluación general por zonas, para tener una mejor y rápida gestión de las evaluaciones individuales de los edificios de la ciudad se trabajará simultáneamente en zonas.

Debe definirse donde ubicar el centro de recogida de información principal donde se sistematizará toda la información deberá haber en cada centro un ordenador y digitalizador para tal efecto.

5.2.2 Logística

Los siguientes pasos deben considerarse en el procedimiento de recogida de datos después de un terremoto:

- Movilización de los recolectores, supervisores y coordinadores.
- Establecimiento de los centros de operaciones y recogida de información que, a su vez, servirán de sitios de contacto con el público.
- Análisis detallado y organización del plan de inspección, definiendo el número de comisiones de acuerdo con la organización establecida y la distribución de los daños. Cada comisión debe identificarse con un código y con los nombres de los coordinadores o supervisores locales.
- Equipos de comunicación.
- Acceso a la cartografía y a las cartas catastrales.
- Distribución del formato único de evaluación de daños en edificios, de los formatos de habitabilidad y material de apoyo preparados para la recogida de datos en cada zona.
- Desarrollo de la inspección de daños, edificio por edificio, paralelamente en cada sector de la ciudad, clasificación de la habitabilidad y colocación de los avisos respectivos.
- Sistematización de la información recogida en el campo en bases de datos digitales.
- Preparación de informes diarios, informes semanales y del informe final por cada comisión de inspección.
- Envío de los informes a las autoridades locales responsables de la ejecución de las medidas de seguridad recomendadas o de la realización de visitas.
- Archivo de una copia completa del procesamiento de la información de cada comisión y envío de copias a las autoridades para el desarrollo de la evaluación económica de las pérdidas y reducción del riesgo.
- Atención a la comunidad y a los medios de comunicación.
- Alimentación del personal y alojamiento de los voluntarios provenientes de otras ciudades, en caso que sea necesario, para lo cual se deben establecer convenios con restaurantes y hoteles.

Resulta muy difícil preparar mapas, formularios y una correcta organización de la movilización de las comisiones bajo condiciones extremas posteriores al sismo. El éxito del procedimiento de recogida de datos depende significativamente del nivel de preparación y entrenamiento desarrollado antes del sismo. Para salir a campo se necesita contar con los siguientes elementos:

- Mapas a escala 1:10.000 o 1:5.000 de la zona con la definición de cada sector de inspección y su respectivo número de identificación.
- Mapas a escala 1:2.000 o 1:1.000 para cada sector apropiadamente codificados y con los nombres de las calles.
- Copias suficientes del formulario de inspección de edificios después de un sismo.
- Avisos de habitabilidad, los cuales se deberán colocar a la entrada de los edificios de acuerdo con la clasificación. Se deberá contar con pinturas, grapas, cinta o brocha para pintar o fijar los avisos de acuerdo al material en que estén diseñados.
- Copias de los manuales de campo para la inspección de edificios después de un sismo.
- Cinta con la inscripción PELIGRO para restringir el acceso a áreas inseguras.
- Libreta de notas, lápiz o bolígrafo.
- Nombres y números telefónicos de los coordinadores de evaluación y de las entidades del sistema de prevención y atención de desastres.

- Artículos personales:
 - Identificación personal
 - Identificación oficial
 - Casco de seguridad
 - Botas
 - Cámara fotográfica
 - Cinta métrica
 - Nivel, destornillador o cincel ligero
 - Radio o teléfono móvil
 - Calculadora (opcional)
 - Binoculares (opcional)
 - Linterna y baterías extra

Todo el material mencionado debe prepararse para cada comisión, en archivos en lo posible separados y localizados, de tal manera que sea fácil su manipulación en las condiciones de campo después de un sismo desastroso. Este material debe mantenerse en manos de quienes llevan a cabo los entrenamientos y el desarrollo de la evaluación.

5.2.3 Organización del personal

La organización básica para la recogida de datos del daño en edificios debe llevarse a cabo en cada zona de acuerdo con lo establecido preliminarmente, se debe especificar las responsabilidades y responsables en la fase de preparación y de respuesta después del sismo.

5.2.3.1 Respuesta de la administración de la ciudad

Las responsabilidades relacionadas con la evaluación de edificios deberán ser establecidas, y deberá designarse un coordinador general local de la evaluación de edificios.

Cada zona, a través del coordinador de evaluación de daños en edificios de la zona, le informarán al coordinador general en la ciudad con el fin de evaluar los daños, los equipos, personal y otros requerimientos necesarios en cada área, así como para consolidar la información general de la ciudad.



Figura 5-1. Organigrama del proceso evaluación de daños

El plan de emergencia o contingencia deberá identificar el número de comisiones por sector, partiendo de que dicha labor debe desarrollarse en un corto plazo después del terremoto. Se deben organizar las comisiones según la necesidad de cobertura. En lo posible, las comisiones de evaluación deben estar previamente asignadas a una zona, contar con identificación oficial, haber recibido entrenamiento sobre la metodología de inspección de daños de edificios después de un sismo, existir previamente una estructura de coordinación de las evaluaciones de daños en cada zona, estableciendo los relevos de autoridad en caso de que la persona se encuentre fuera de la ciudad o se haya visto afectado por el sismo.

En cada zona, las acciones de respuesta inicial deben ser casi automáticas, basadas en el personal y recursos disponibles. Los coordinadores de cada zona deben inmediatamente avisar a las personas que estén presentes en su jurisdicción sobre los posibles peligros que se pueden presentar y las acciones que se deben llevar a cabo de acuerdo con lo previsto en este documento y otras recomendaciones establecidas en el plan de emergencia o contingencia.

En cada zona se deberán evaluar prioritariamente los efectos sobre los edificios públicos, sitios de afluencia masiva (iglesias, teatros, escenarios deportivos, centros comerciales, cárceles), universidades y centros educativos, viviendas, etc., clasificándolos rápidamente de acuerdo con el nivel de daños. Se deberán evaluar las vías que se encuentran bloqueadas, las que se deben cerrar por encontrarse en sus alrededores edificios con daños muy severos a punto de colapso, etc., elaborar también un mapa de las áreas afectadas y su tipo de afectación, etc.

5.2.3.2 Funciones del personal

Las responsabilidades del personal que participará en la inspección de edificios deberán ser claramente establecidas. A continuación, se describen las funciones del coordinador general para la evaluación de daños, de los coordinadores de evaluación de daños en edificios en las zonas, y el personal de campo. Estas funciones deberán ser analizadas y complementadas en el futuro, teniendo en cuenta las fases de la atención de la emergencia: preparación y respuesta después del sismo (investigación de campo y procedimientos posteriores a la evaluación de campo).

5.2.3.3 Coordinador general para la evaluación de daños en edificios

Se deberá nombrar un coordinador general para la evaluación de daños en edificios en la ciudad, quien deberá adelantar programas y proyectos de cooperación con entidades de cualquier orden para este fin. Sus funciones, teniendo en cuenta la fase de preparación antes del sismo y la respuesta después del sismo, pueden ser las siguientes:

Preparación

- Planificar y realizar las reuniones de concertación necesarias para coordinar todos los aspectos relacionados con la inspección de edificios.
- Definir las necesidades de financiación de un *Programa de inspección de daños en edificios*, con el fin de garantizar a largo plazo la coordinación de la inspección de edificios después un sismo.
- Hacer un seguimiento continuo del proceso, con el fin de asegurarse que todas las actividades se están llevando a cabo de acuerdo con las condiciones establecidas para aplicar a los recursos y asegurarse que las propuestas para renovar la financiación son enviadas a tiempo y de la manera adecuada.
- Preparar formularios y otros documentos necesarios para el soporte continuo del “Programa de inspección de daños en edificios”.
- Realizar informes sobre el avance de las actividades a un comité local.
- Revisar los procedimientos y guías para que estos permanezcan actualizados, así como el listado del personal y los recursos necesarios para esta actividad.
- Asegurarse que las copias de los formularios sean entregadas a los coordinadores de las zonas y otros miembros de los equipos de inspección.
- Revisar los requerimientos y los procedimientos con el personal de la administración de la ciudad por lo menos una vez al año.
- Periódicamente coordinar con las universidades, asociaciones gremiales y otras entidades el entrenamiento sobre el tema y mantener actualizado el registro de personas voluntarias y de la administración que participarán en el proceso.

Respuesta

- Revisar los procedimientos de movilización con el personal de la administración de la ciudad y los coordinadores de la evaluación de edificios de las zonas.
- Si es necesario, coordinar con otras entidades y personal voluntario, registrado previamente.
- Contactar periódicamente a los coordinadores de evaluación de edificios de las zonas para determinar sus requerimientos y mantenerlos informados de todas las actividades estratégicas.
- Proveer a los coordinadores de las zonas los informes oficiales, las instrucciones necesarias, los mapas, materiales y elementos necesarios.
- Llevar a cabo un control y seguimiento de los avances diarios de los coordinadores de las zonas con el fin de mantener una lectura general del proceso que le permita determinar alertas, apoyar debilidades, facilitar procesos, potenciar participaciones y tomar decisiones con el fin de cumplir con los objetivos de las inspecciones de daños.
- Realizar un informe integrado sobre la situación de la ciudad.
- Informar a las autoridades pertinentes las acciones necesarias a ejecutar.

- Preparar informes diarios que serán utilizados para informar a las agencias de noticias y al comité local.
- Asistir a las reuniones del comité local para informar sobre las conclusiones de las evaluaciones y las necesidades existentes para la aplicación de las recomendaciones y medidas de seguridad.

5.2.3.4 Coordinadores de evaluación de daños en edificios en las zonas

Preparación

- Preparar formatos y otros documentos necesarios para la inspección de daños en edificios
- Revisar anualmente los procedimientos de notificación y los datos para contacto de los inspectores asignados a su jurisdicción.
- Coordinar el entrenamiento de los evaluadores con universidades, asociaciones gremiales y otras entidades.
- Mantener actualizado el registro de personas voluntarias y de la administración que participarán en el proceso dentro de su zona.
- Asegurarse que las copias de los formularios y otros elementos necesarios estén disponibles en la zona o sean entregadas a los supervisores y otros miembros de los equipos de inspección previamente.

Respuesta

Actividades para la evaluación de campo:

- Empezar y mantener un registro diario de las actividades principales realizadas con su fecha y hora.
- Recolectar información inicial sobre el sismo y su impacto para saber si es necesario proceder a realizar una movilización y que nivel de inspección se debe llevar a cabo. Se deben contactar fuentes oficiales, revisar los medios de comunicación, personal localizado en la zona, etc.
- Contactar las organizaciones y personal que debe participar potencialmente en la inspección para evaluar la situación y saber sus intenciones de responder a la situación.
- De acuerdo con el coordinador general de evaluación de daños en edificios, recomendar el nivel y procedimientos apropiados para la investigación inicial.
- Solicitar al Gobierno Local o Autónomo el personal, equipo y otros elementos necesarios para iniciar la inspección a través del coordinador general de evaluación de daños en edificios.
- Proporcionar a los supervisores y líderes de comisión la información especial necesaria, los requerimientos, las restricciones y los teléfonos locales para contacto.
- Proporcionar a los supervisores las listas de los edificios y tópicos iniciales a ser evaluados
- Monitorear constantemente los resultados de las inspecciones de campo y planear los esfuerzos necesarios
- Coordinar con la administración de la ciudad los requerimientos logísticos.
- Contactar otras entidades, ONG's, universidades y personal voluntario que pueda apoyar las inspecciones en campo y los procedimientos de oficina.

- Informar a las autoridades locales y al coordinador de la ciudad de evaluación de daños en edificios sobre aspectos de relevancia.
- Mantener contacto con representantes de otras entidades con información sobre las actividades de los grupos de evaluación.
- Entregar los paquetes de formularios a los supervisores de cada zona y recibirlos una vez hayan sido diligenciados, revisados y clasificados por los diferentes supervisores en su área.
- Programar las inspecciones especializadas.
- Obtener el material de apoyo y equipo para las comisiones, arreglar todo lo pertinente al transporte, alimentación y acomodamiento del personal.

Actividades después de las evaluaciones de campo:

- Asegurar que la información recogida diariamente sea digitalizada dentro de las 24 horas siguientes y verificar que se realice la homologación al nivel de inmuebles con la cartografía
- Asegurar que se produzcan los informes consolidados con el fin de realizar un informe integrado de la zona y poder informar a las autoridades pertinentes las acciones necesarias a ejecutar en su zona como la protección de calles, la remoción de escombros o peligros locales, el rescate de víctimas, la evacuación de edificios, etc.
- Asignar el personal técnico necesario para verificar la consistencia y calidad de la información tanto de campo como de la digitación y llevar a cabo los correctivos del caso.
- Responder a los ciudadanos a cerca de los requerimientos de inspección y preparar informes que serán utilizados por las autoridades pertinentes para informar a las agencias de noticias.
- Contactar con las autoridades competentes para informales sobre las conclusiones de las evaluaciones y las necesidades existentes para la aplicación de las recomendaciones y medidas de seguridad

5.2.3.5 Personal de campo

Supervisores

- Distribuir el personal asignado a la zona y repartir el material correspondiente.
- Preparar las rutas de trabajo.
- Verificar y asesorar para que los formularios sean rellenos correcta y completamente.
- Es el responsable de la labor y seguridad de las comisiones.
- Preparar los informes diarios y semanales, así como el informe final de los edificios inspeccionados y entregar estos informes al coordinador de la zona.

Evaluadores

- Son los responsables de la recogida e inspección de los edificios y sus daños, de completar los formularios y señalar el edificio con su respectivo color o aviso de clasificación de uso.
- Los evaluadores se pueden organizar en comisiones de dos o tres personas, en lo posible lideradas por un ingeniero estructural o por el profesional de más amplia

experiencia en la construcción, quien deberá garantizar que los formularios son rellenados por completo y tomar la decisión final sobre la clasificación del edificio y con la presencia de un evaluador que conozca la zona que se evalúa.

5.2.3.6 Organización de voluntarios

Después de los desastres, siempre existe un gran número de voluntarios que quieren ayudar. Estos voluntarios se pueden clasificar en dos categorías: los que vienen a través de diferentes organizaciones y las personas que no se vieron afectadas y quieren ayudar. Los voluntarios pueden ser de gran ayuda o un inconveniente mayor si no se está preparado para canalizar su ayuda y aprovechar sus habilidades.

Por lo tanto, es necesario contar con personal y con un plan para organizar a los voluntarios y clasificar su experiencia individual. Para esto se puede solicitar ayuda a las organizaciones sin ánimo de lucro que tienen experiencia en la organización de personal voluntario. Es necesario asignar un sitio donde los voluntarios se puedan acercar, clasificar, orientar y asignar a las diferentes entidades y actividades que se tengan dentro de la organización para la atención de la emergencia y recuperación posdesastre. Dentro de los procedimientos de evaluación de daños, pueden ser incorporados como personas para acompañar y conducir a los ingenieros y evaluadores provenientes de otras ciudades, como digitalizadores de información, dentro del personal de oficina organizando y clasificando información o como evaluadores en caso de ser profesionales del sector de la construcción; pero será necesario llevar a cabo un entrenamiento previo antes de salir a campo, con el fin de garantizar que las evaluaciones se hagan con los criterios y parámetros previamente establecidos.

Es importante tener en cuenta que, aunque los voluntarios no recibirán una compensación económica por su trabajo, es necesario proveerles alimentación y alojamiento en algunos casos, para lo cual se deben tener convenios con restaurantes y hoteles que provean estos servicios.

5.2.4 Entrenamiento de las comisiones

El entrenamiento debe desarrollarse en los siguientes aspectos: procedimiento de movilización, información y ayudas sobre como ubicarse en el terreno y como manejar la nomenclatura y la información catastral de los inmuebles, organización de las comisiones, uso de los formularios, procedimiento de informe, determinación en el sitio del sistema estructural, evaluación de la calidad de los materiales, evaluación del daño estructural y arquitectónico, identificación del peligro que presentan los elementos no estructurales y los edificios adyacentes, clasificación de los daños y de definición de la ocupación temporal del edificio. Para tal fin se recomienda organizar programas de entrenamiento continuo a través de convenios con las asociaciones de ingenieros y arquitectos, universidades, etc.

5.3 SITUACIONES RELACIONADAS CON LA INSPECCIÓN DE EDIFICIOS

5.3.1 Sistematización y gestión de las solicitudes de inspección de daños

La comunidad deberá saber a donde dirigir sus solicitudes para que los edificios sean inspeccionados. Esta información podrá ser recogida telefónicamente o personalmente en los sitios establecidos para atención a la comunidad en cada zona. Las personas que atienden las llamadas y solicitudes del público deben contar con formatos estándar que permitan registrar las solicitudes de inspección de edificios que no se han visitado, así como la solicitud de información de edificios ya evaluados. Se debe registrar toda la información necesaria para llevar a cabo la inspección y poder priorizar la urgencia de la misma. Debe tenerse en cuenta que es posible que hayan múltiples llamadas o solicitudes para inspeccionar el mismo edificio, por lo que se debe contar con un método para compilar las llamadas y evitar duplicar las visitas de inspección. Para esto, puede ser muy importante llevar a cabo un registro en una base de datos que lleve un control de cuando y quien respondió y atendió la solicitud.

Con el fin de poder direccionar de una manera adecuada las solicitudes, deben ser recopiladas tomando una serie de datos básicos sobre el edificio y la persona que hace la solicitud, los cuales serán registrados en un formato o directamente en el ordenador permitiendo evaluar si la inspección ya fue realizada o programándola de acuerdo con los criterios de priorización previamente establecidos, los cuales deben ser informados al solicitante.

5.3.2 Gestión de los formularios de evaluación de daños y organización de una base de datos

El registro y gestión de la información es una actividad fundamental en la tarea de evaluación de daños, ya que implica una gran responsabilidad, debido a las acciones, decisiones y consideraciones legales que se desprenden de la información consignada en el formato de inspección. Las comisiones de inspección recogerán tanta información diariamente que debe ser almacenada en forma organizada y debe estar disponible para cualquier consulta rápida.

Debe definirse previamente el número de copias de los formularios de evaluación que deben tenerse para los diferentes fines y los procedimientos para obtenerlas, contando con las limitaciones normales que pueden existir después de ocurrido el terremoto (falta de energía, limitaciones de recursos, edificios fuera de servicio, etc.). Una copia debe permanecer en el centro general de operaciones, deben enviarse copias a las autoridades locales responsables de la toma de decisiones para la mitigación de los efectos del terremoto.

Toda la información recogida en el campo debe ser transferida inmediatamente a una base de datos en el ordenador, una vez esté completamente diligenciado el formulario en campo, con el fin de obtener rápidamente resultados consolidados sobre los niveles de daño, uso de las construcciones, hacer consultas sobre cualquier inmueble o sobre las acciones que deben realizar las diferentes autoridades. El programa utilizado debe generar diferentes tipos de informes, porque las demandas de los usuarios pueden variar significativamente.

Es conveniente también representar gráficamente sobre mapas (en lo posible a través de un SIG) las zonas de mayor concentración de daños.

Deberá tenerse en cuenta la logística necesaria para este efecto, ordenadores, digitadores entrenados, etc. Puede ser conveniente tener una sala reservada con un sistema informático que permita el funcionamiento en red y que tenga previamente instalado el programa necesario para la captura y procesamiento de la información, lo que garantiza que se pueda entrar diariamente el volumen de información que se genere. También se debe considerar la posibilidad de que el centro de procesamiento cuente con planta eléctrica en caso de que haya fallas en el suministro de energía local.

Se deberá llevar a cabo desde el primer momento un registro de todas las fases de evaluación y de todas las decisiones y acciones realizadas con relación a cada edificio, así como todas las solicitudes telefónicas con relación al estado del edificio. La información de la inspección sobre la seguridad de los edificios puede ser necesitada durante un largo período de tiempo después del sismo, para responder a compañías de seguros, acciones legales o hacerle seguimiento a las reparaciones o intervenciones de determinados edificios que no se hacen dentro de los plazos establecidos debido a la incapacidad de un propietario para pagarlas.

5.3.3 Implementación de medidas de seguridad

Después de realizar las inspecciones, es necesario implementar las recomendaciones de seguridad establecidas por los evaluadores, por lo que se deberá definir un comité técnico para coordinar e impartir las órdenes necesarias para la demolición de elementos en peligro de caer hacia la calle o edificios vecinos, la colocación de barreras y señales de peligro para prevenir el tránsito de peatones o automóviles según sea el caso, llevar a cabo la orden de evacuación si los ocupantes no lo han realizado de manera voluntaria, apuntalamiento de edificios públicos, expedición de órdenes para estudios de vulnerabilidad y factibilidad de reforzamiento del edificio, etc.

5.3.4 Cambio de la clasificación de habitabilidad del edificio

Puede existir la necesidad de cambiar la clasificación de un edificio por diferentes motivos: la realización de una segunda evaluación por parte del personal más especializado y debido a que existían dudas en la evaluación anterior; una nueva inspección debida a la ocurrencia de réplicas que generan nuevos daños o incrementan el daño inicial cambiando su condición de habitabilidad inicial; o una nueva inspección solicitada por los propietarios después de realizar algunas reparaciones. Cualquier cambio en la categoría de habitabilidad debe ser realizada por personal autorizado por la administración de la ciudad y bajo los procedimientos previamente establecidos.

5.3.5 Acceso a los edificios afectados y retiro de bienes de los edificios con problemas de seguridad

Después de un sismo, los propietarios, inquilinos u ocupantes de los edificios querrán entrar a los edificios a retirar sus bienes o elementos que consideren esenciales para sobrevivir los días siguientes. Las autoridades deben responder a esta necesidad siempre y cuando se garanticen las medidas necesarias de seguridad. A los edificios clasificados

como de uso restringido, se puede entrar teniendo en cuenta que no se debe ingresar a las zonas descritas como restringidas en el aviso de clasificación.

A los edificios clasificados como no habitables o con peligro de colapso sólo se puede entrar con permiso de las autoridades. Dependiendo del estado en que se encuentre la estructura, los propietarios, con la asesoría de un profesional de la construcción, podrán presentar a las autoridades el método para entrar en el edificio con el menor riesgo y bajo su responsabilidad. Si el método es aceptado por la autoridad competente, se le dará el permiso de entrar bajo su responsabilidad y atendiendo las recomendaciones de las autoridades o del profesional asesor y se requerirá el uso de casco.

Si no se puede proponer un plan para la mitigación del riesgo que sea satisfactorio para las autoridades debido a que el edificio se encuentra en una situación muy precaria y ofrece peligro inminente para los trabajadores que van a tratar de mitigar el riesgo, el edificio deberá ser demolido con los bienes en su interior.

5.3.6 Decisiones sobre los edificios con peligro de colapso

En el caso de edificios con daños severos que implican un riesgo inminente, determinar que se va a hacer con ellos puede ser bastante complicado. La demolición puede ser una opción, pero no es usualmente la opción preferida. Si el edificio tiene una importancia histórica o cultural la demolición no debe ser la alternativa (ver el numeral siguiente).

La administración debe definir los tiempos en los cuales los pasos para mitigar el riesgo generado por un edificio seriamente afectado deben llevarse a cabo. En primera instancia se debe notificar a los propietarios la necesidad de realizar un procedimiento para la mitigación del riesgo, como el apuntalamiento o reforzamiento de emergencia del edificio, el estudio detallado de la vulnerabilidad del edificio y el estudio de factibilidad técnico-económica para su rehabilitación.

Se debe definir el número máximo de días para declarar un edificio como de riesgo inminente, ya que representa un peligro para la vida y la seguridad de las personas, y por lo tanto demolerlo o proveerle el anclaje o apuntalamiento necesario. Lo más común es que sean de tres a cinco días, máximo diez. Después de diez días, se hace muy complicado justificar que la estructura posee un riesgo inminente. El edificio puede representar un riesgo para la salud y la vida, pero obviamente este riesgo no es inminente. Si el riesgo no es inminente, la administración local debe llevar a cabo los procedimientos normales y la posibilidad de que los propietarios lleven a cabo un proceso normal de toma de decisiones.

5.3.7 Decisiones sobre los edificios históricos o declarados como patrimonio cultural y arquitectónico

Los sismos recientes han demostrado la importancia y lo complejo que puede ser tomar decisiones sobre los edificios históricos afectados por un sismo. Existen diferentes entidades que deben participar en la toma de decisiones sobre el edificio, lo cual representa numerosas perspectivas y diferencias de intereses en la decisión.

Existe también mucha controversia sobre los métodos, materiales y costos de la reparación. En muchos casos puede ser posible la reparación desde el punto de vista de la ingeniería,

pero el costo puede ser tan alto que el propietario decide no reparar. Debido a los grandes costos y a las grandes controversias alrededor de estos edificios cuando son afectados por un sismo, se debe tratar de convencer a los propietarios de la importancia de que estos edificios sean reforzados antes de que ocurra un sismo y proporcionarles asistencia técnica y económica para hacerlo.

Dentro de las recomendaciones que se pueden dar en este tema, pueden enumerarse: la familiarización previa con el inventario de edificios declarados como patrimonio en la ciudad y en cada zona; la propiedad del edificio (gubernamental de carácter nacional, autonómica, de la ciudad, o privada); los procedimientos de ley para tomar cualquier decisión al respecto; y, adicionalmente, tratar de concertar políticas para la toma de decisiones sobre estos edificios en caso de sismo, entre las autoridades locales, los encargados de la preservación del patrimonio histórico y los propietarios.

5.3.8 Decisiones sobre los procesos de demolición

Las decisiones sobre los procesos de demolición están fuera del alcance del proceso de evaluación de la seguridad de los edificios. Cuando el colapso inminente de un edificio amenaza la seguridad de otros edificios vecinos o impiden el uso de una vía de alta circulación, las autoridades pueden definir si el peligro puede ser eliminado mediante apuntalamiento, colocación de barreras o si es necesario llevar a cabo una demolición parcial o total.

Las autoridades deben considerar las recomendaciones de diferentes evaluadores que, en estos casos de decisiones tan delicadas y de grandes implicaciones, deben ser realizadas por ingenieros estructurales de amplia trayectoria. Las autoridades deben notificar al propietario antes de proceder a realizar una demolición parcial o total, ya que a éste se le debe dar la oportunidad de mantener su edificio y contratar un ingeniero estructural para proponer opciones alternativas. Los inspectores encargados de la evaluación inicial pueden asesorar a las autoridades sobre las posibles medidas de mitigación. Una asesoría con un alcance mayor no debe realizarse con evaluadores voluntarios y de poca experiencia.

Si las autoridades determinan que la demolición parcial o total es la única opción, porque la situación del edificio es muy precaria, se debe proceder a realizarla según lo establecido en la ley para este tipo de situaciones. Si se considera que la retirada de algunos elementos en peligro de caer, reduce el peligro para los transeúntes, vehículos o edificios vecinos, su demolición debe ser pospuesta. El propietario puede considerar la demolición del edificio en una fase posterior, una vez hechos los estudios de vulnerabilidad estructural, un análisis de los requisitos técnicos necesarios para su rehabilitación de acuerdo a la normativa vigente y una comparación del costo de la reconstrucción con el costo del refuerzo.

Las autoridades deben tener todos los soportes técnicos y legales para cualquier orden de demolición parcial o total, que expliquen la necesidad de llevarla a cabo y que demuestren que se actuó dentro de los plazos y las facultades que la ley establece. Es importante poner la atención suficiente a este tipo de detalles dentro del procedimiento para evitar demandas y procesos legales por este tipo de acciones. Cuando se trata de edificios históricos o que están declarados como patrimonio arquitectónico o cultural, se debe tener un cuidado aún más especial ya que, en muchos casos, se sale de la jurisdicción de las autoridades locales

y existen disposiciones de orden nacional que prohíben la demolición de este tipo de estructuras o restringen las reparaciones que puedan alterar su apariencia.

5.3.9 Decisiones sobre el suministro de información al público

El requerimiento de información por parte de los propietarios, arquitectos e ingenieros contratistas, por las compañías de seguros o por los bancos y las inmobiliarias, se deben considerar desde un principio y establecer los procedimientos de atención a la comunidad y de respuesta a estas solicitudes. La disponibilidad de programas de ordenador que permitan listar todos los procesos realizados para un edificio específico, como se planteó anteriormente, permitirá llevar a cabo de una manera rápida la respuesta a todas estas solicitudes. También se debe tener la precaución de prevenir la retirada no autorizada de documentos originales o de los archivos del ordenador.

Al hacerse muchos tipos de consultas telefónicas que deben ser respondidas de manera rápida y precisa, es muy difícil anticiparse a las posibles preguntas, pero las más comunes pueden ser relacionadas con las implicaciones de los avisos de habitabilidad colocados en los edificios, las consecuencias de ciertos tipos de daños, los procedimientos para llevar a cabo los procesos de reparación, etc. Las personas encargadas de dar estas respuestas deberán tener el material necesario para proveer la información correcta y completa. Una vez definidas las políticas, es posible grabar la información relacionada con las preguntas más comunes y proporcionar accesos a través de un teléfono de tonos a diferentes departamentos o personas. Se pueden preparar también volantes para fijarlos en las carteleras de las diferentes entidades de las zonas o para ser distribuidos por las comisiones de evaluación y elaborar boletines de prensa periódicos para ser distribuidos a los medios locales de comunicación.

Los medios de comunicación también harán consultas sobre la extensión del daño y las políticas de reconstrucción. Se debe considerar cómo responder a estas solicitudes, en qué formato y nivel de detalle, así como definir quién será la persona autorizada como representante del gobierno de la ciudad para este fin y con qué frecuencia se darán los informes. Mantener esta práctica permitirá que haya una buena administración de la información y evitará información contradictoria. Es recomendable hacer un seguimiento a los informativos y periódicos, con el fin de determinar si se está citando información incorrecta y en caso de detectar errores significativos, es importante contactar a los responsables y requerir una inmediata corrección de la información.

5.3.10 Suministro de información a otras autoridades locales y nacionales

Debe definirse quien será responsable de informar a otras autoridades locales y del gobierno nacional sobre el estado de los procesos de evaluación y la importancia de los daños descubiertos, así como alertarlos sobre las situaciones que demandan la toma de grandes decisiones. Inicialmente, las autoridades más interesadas en la información recogida serán los organismos de emergencia y las autoridades locales, quienes son los responsables de la declaración de la emergencia y de requerir la ayuda necesaria.

El cálculo de la estimación de las pérdidas en términos económicos será una solicitud permanente por parte de diferentes entidades y estas estimaciones tendrán que ser hechas antes de tener una evaluación completa o tener datos muy detallados. Las autoridades

pueden utilizar las estimaciones de los porcentajes de daños señalados por los evaluadores y los datos de los registros de catastro para generar los informes sobre valoraciones económicas.

5.3.11 Estimación de las pérdidas de vidas y heridos

Las pérdidas humanas representan el mayor impacto generado por un terremoto. Por esta razón, resulta muy importante recoger datos sobre las pérdidas humanas en los formularios de inspección de daños, para correlacionar dichas pérdidas con los daños observados en los distintos tipos de edificios. De esta manera se pueden definir políticas de reconstrucción que garanticen una mayor seguridad de las estructuras y se pueden efectuar predicciones con miras a mejorar la planificación para futuras emergencias.

Protección Civil y los organismos de socorro son quienes deben efectuar la evaluación del número de muertos y heridos durante sus operaciones de emergencia. Por lo tanto, no es necesario involucrar las comisiones de evaluación de daños en operaciones de rescate, pero sí es importante recoger, en lo posible, datos sobre las víctimas junto con los datos de los daños. Esto con el fin de obtener una base de datos confiable, para evaluar las pérdidas humanas con relación al tipo de estructura y al uso del edificio, como uno de los parámetros de vulnerabilidad más importantes.

5.3.12 Estimación de las pérdidas económicas

Después de realizar las inspecciones postsísmicas de seguridad y clasificado el daño arquitectónico y estructural de los edificios, puede estimarse el costo de reparación o reposición de los edificios a partir de una metodología basada en la severidad y extensión de los daños. Por ejemplo, se puede tomar el porcentaje de pérdidas con relación al total del área del edificio establecido en el formulario de inspección, tomar el costo del edificio a partir de la base de datos de catastro o estimar el valor aproximado de metro cuadrado de acuerdo con el tipo de estructura, uso y/o localización y hacer las primeras aproximaciones mediante el producto del porcentaje de daño, el área y el valor del metro cuadrado. Estas estimaciones son muy preliminares y aproximados, y su precisión depende de la evaluación del porcentaje de daño y del costo de reposición. Puesto que para la estimación del porcentaje de daños se establecen unos rangos, se debe tomar un valor central de acuerdo al rango.

Otro método, más refinado, para estimar las pérdidas económicas se puede obtener a partir del presupuesto detallado del diseño cuidadoso de una muestra de diferentes edificios, a partir de la clasificación de los daños y de los tipos estructurales. Con base en un número suficiente de muestras, se pueden obtener funciones para la estimación del costo de reparación y refuerzo de los sistemas estructurales y de los elementos arquitectónicos e instalaciones. Siempre se debe tener presente que las reparaciones no se deben limitar a reconstruir las condiciones anteriores al sismo, sino que se debe considerar la reducción de la vulnerabilidad del edificio y los requisitos consignados en las normas de construcción para su refuerzo. Los costos de demolición y retirada de los elementos afectados también deben considerarse en el presupuesto.

Si se desea tener un valor más aproximado de los costos de reparación de cada vivienda, es necesario llevar a cabo un proceso de valoración de cada inmueble, mediante la realización de un presupuesto teniendo en cuenta las necesidades de reparación de acuerdo con el nivel de daño y la adecuación estructural necesaria para reducir la vulnerabilidad de la estructura con base en lo establecido en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

5.3.13 Gestión de gastos reembolsables

Otro aspecto importante en relación con las responsabilidades de gestión de la información es el registro del tiempo, personal y gastos requeridos en las actividades de respuesta a la emergencia. Los costos del personal, material y equipos utilizados o contratados durante la fase de atención a la emergencia deben estar debidamente soportados y separados de las actividades no relacionadas con la administración del desastre, para poder garantizar el reembolso respectivo. Los formatos para el control de tiempos y de gastos utilizados en los procesos normales pueden no ser adecuados para el registro en momentos de emergencia.

6. DESARROLLO DEL FORMULARIO ÚNICO PARA LA INSPECCIÓN DE EDIFICIOS DESPUÉS DE UN SISMO

6.1 JUSTIFICACIÓN DE UN FORMULARIO ÚNICO

Se estudió la posibilidad de utilizar dos formularios de inspección, uno para evaluación rápida y uno para evaluación detallada. Se recomienda la utilización de un solo formulario; con base en un análisis de las ventajas y desventajas y de las situaciones ocurridas después de sismos moderados y severos en varios países.

Se realizó un análisis detallado de los procedimientos seguidos en otros países, encontrando que algunos edificios habían sido visitados en repetidas ocasiones, generándose un desgaste de las instituciones y una falta de credibilidad en la población.

SÓLO UN FORMULARIO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Fácil manipulación y sistematización	Requiere muy buen entrenamiento y apoyo de un sistema experto para poder aprovechar el recurso humano sin experiencia en evaluación de daños y garantizar que la única evaluación sea realizada en forma correcta
Aunque la evaluación individual de cada edificio toma un poco más de tiempo el proceso en conjunto es más rápido	Las evaluaciones deben ser hechas por un equipo de personas y no una sola persona para que haya confiabilidad en los resultados
Se obtiene la misma información sobre las características del edificio y de los daños en una sola visita	Requiere una muy buena planificación del orden en que se van a realizar las visitas, con el ánimo de atender primero los edificios más críticos y poder responder oportunamente a la población

DOS FORMULARIOS (UNO RÁPIDO Y UNO ESTRUCTURAL)	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Aprovechamiento del personal menos capacitado en los momentos cuando se necesita de más evaluadores	Posible subvaloración o sobrevaloración de los daños por parte de los inexpertos, lo que generaría que algunos edificios sean visitados dos veces sin necesidad o no se vuelvan a visitar algunos que lo requieren
Rápida evaluación de un gran volumen de edificios	Rápida respuesta a la población a partir de la evaluación inicial
Selección de los edificios más críticos para evaluación por parte de expertos, con base en la primera evaluación realizada por personas sin amplia experticia	El proceso de evaluación se extiende en el tiempo por la doble visita
Permite una mayor confiabilidad en los resultados, al contar con una segunda opinión sobre los edificios más afectados, siempre que ésta sea hecha por personal calificado	Para que la segunda visita sea definitiva y confiable se requiere que sea hecha por alguien con mucha experiencia y criterio o por un equipo de personas, sino siempre quedarán las dudas Tanto los menos expertos como los de más experiencia requieren entrenamiento para garantizar uniformidad de criterios y buena calidad en los resultados

Teniendo en cuenta la gran cantidad de visitas realizadas, el esfuerzo y la desconfianza que esto genera en la comunidad, se concluyó que existen dos tipos de evaluaciones: una para la atención de la emergencia, que busca definir si el inmueble es apto o no para ser habitado y otra para estimaciones económicas, como la necesaria para la definición de subsidios. Se concluyó que tratar de integrarlas en un solo procedimiento completo reduce notablemente su efectividad y eficiencia si se intenta hacer ambas evaluaciones de manera detallada, ya que tienen dos alcances muy distintos. No obstante, se encontró que una alternativa posible es cumplir con el primer objetivo de protección inmediata de las personas y registrar los aspectos de mayor relevancia en relación con el segundo objetivo. Este enfoque permite evitar una duplicación de datos y unificar la información en un solo formato y en una sola visita. De esta manera, se realiza una verificación o una nueva visita sólo en los casos en que sea necesario con miras a precisar conceptos técnicos y en los edificios en que los evaluadores indiquen que así se requiere.

Las evaluaciones rápidas y detalladas propuestas por las diferentes metodologías no difieren mucho, sólo que la última contiene más información y están basadas en la necesidad de realizar un primer filtro con los profesionales de menor experiencia, lo cual, utilizando procedimientos adecuados de entrenamiento y mediante la ayuda de un sistema experto (programa computacional) que apoye las decisiones de los inexpertos, puede resolver el problema de tener que ir a campo dos veces a hacer evaluaciones muy similares y compensar el bajo número de profesionales expertos en el tema.

Revisando lo hecho hasta la fecha, se pudo constatar que realizar una evaluación rápida y una detallada con fines de atención de emergencias se debía básicamente a la necesidad de verificar evaluaciones dudosas o buscar una persona con más criterio y experiencia para tomar las decisiones. Por esta razón se concluyó que era de mayor eficiencia realizar un solo formulario de evaluación y que se constituyan grupos de evaluadores formados por lo menos por dos personas, para una mayor fiabilidad del resultado. Finalmente, se pudo concluir que, aparte de evitar de tener que hacer una doble evaluación y visitar el sitio dos veces, en el caso en que sea necesario una segunda opinión profesional, sería mucho más fácil realizarlo utilizando el mismo formulario y simplemente programar una segunda visita, esperando que éstos casos sean excepcionales y no la regla.

En las figuras 6-1 a 6-4 se muestra el modelo de formulario para inspección post-sísmica del daño en edificios que se propone después del análisis de las diferentes metodologías existentes y los formularios que emplean en diferentes países.

6.2 OBJETIVOS DEL FORMULARIO PROPUESTO

El desarrollo del formulario debe tener en cuenta que quienes lo aplicarán serán profesionales relacionados con el sector de la construcción, como arquitectos, ingenieros de caminos, o técnicos en obras civiles, estudiantes de último año de carreras afines y, en general, profesionales que llegarían de otras ciudades en caso de un sismo mayor.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Reducir la incidencia de lesiones y muertes de los ocupantes de edificios dañados por un sismo, lo cual puede ocurrir por el daño estructural existente, por la posible caída o

- vuelco de objetos o por la ocurrencia de réplicas después del suceso principal.
- Registro, clasificación y sistematización de información sobre la magnitud del desastre en términos del número de edificios habitables, dañados o que llegaron al colapso, con el propósito de planificar el proceso de rehabilitación y asistencia en la fase de reconstrucción y recuperación de la zona afectada.
 - Identificación de las necesidades de la comunidad con relación a la seguridad de sus edificios y las actuaciones que las autoridades Protección Civil deben llevar a cabo para proteger las vidas humanas, realizar el alojamiento de los afectados y manejar la emergencia.
 - Proveer información para la estimación preliminar y aproximada de las pérdidas económicas directas por daños en los edificios.
 - Suministrar información técnica que permita la mejora de las normas de construcción sismorresistente y la calibración de curvas de vulnerabilidad estructural y escenarios de riesgo, con el fin de definir acciones a mediano y largo plazo para la reducción del riesgo sísmico.

La clasificación del daño del edificio y de su habitabilidad se basa en los resultados de la inspección sobre las condiciones que muestre el edificio de manera global, los daños en sus elementos arquitectónicos y estructurales y las condiciones geotécnicas de su entorno. Están por fuera del alcance del documento los procedimientos para evaluar la necesidad y factibilidad de una rehabilitación definitiva de los edificios, para lo cual se requiere que cada propietario se sirva de un ingeniero estructural, que dirija el retiro de algunos elementos arquitectónicos para completar la inspección o lleve a cabo ensayos sobre la calidad de los materiales, el estado del refuerzo, etc. No se pretende que los procedimientos propuestos sirvan para cuantificar en forma detallada el impacto económico y social generado por el sismo, sino hacer aproximaciones para tener un valor estimativo de la magnitud del desastre que sirva como herramienta para la planificación de los procesos de rehabilitación y reconstrucción.

Formulario Número

SECCIÓN 1. IDENTIFICACIÓN CATASTRAL

Distrito NOMBRE DEL BARRIO

DISTRITO			MANZANA				PARCELA			

SECCIÓN 2. TIPO DE INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Inspección del edificio

Exterior solamente <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	No se inspeccionó porque: No se permitió <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Habitable (Verde) <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Parcial <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Desocupada <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Uso restringido (Amarillo) <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Completa interior y exterior <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Colapso <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	No habitable (Naranja) <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
	Demolida <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Peligro de colapso (Rojo) <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
	Otro motivo <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	

SECCIÓN 3. IDENTIFICACION DEL EDIFICIO

Dirección: Carrera
 Avda. Otro: Número

Nombre del edificio:

Número de niveles: Niveles sobre el terreno Sótanos Total

SECCIÓN 4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Uso predominante:

1. Residencial	2. Comercial	3. Educativo	
4. Salud	5. Hotelero	6. Oficinas	Del edificio <input style="width: 40px;" type="text"/>
7. Industrial	8. Institucional	9. Naves industriales	De la planta baja <input style="width: 40px;" type="text"/>
10. Estacionamientos	11. Otros		

Dimensiones aproximadas del edificio: Frente (m): Fondo (m):

SECCIÓN 4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Sistema estructural

Hormigón: 11 Pórtico	12 Muros estructurales	13 Sistemas duales	14 Prefabricado
Mampostería: 21 Mampostería confinada	22 Mampostería reforzada	23 Mampostería no reforzada	
Acero: 31 Pórticos arriostrados	32 Pórticos no arriostrados	33 Pórticos en celosía	
Madera: 41 Pórticos y panel en madera	42 Pórticos en madera y paneles en otros materiales		
Bahareque o tapia: 51 Muros en bahareque	52 Muros en tapia		
50 Mixta	60 Otros		

Sistema estructural

SECCIÓN 4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Tipo de forjado

Hormigón: 11 Placa maciza	12 Placa aligerada	
Acero: 21 Vigas de alma llena con conectores		
Madera: 31 Vigas	32 Cerchas	
40 Mixta	50 Otros	

Tipo de entripso:

Año de construcción

1. Antes de 1963	2. 1963 a 1969	3. 1974 a 1994	4. A partir de 2002
------------------	----------------	----------------	---------------------

Año de construcción

SECCIÓN 5. ESTADO DE DAÑO DEL EDIFICIO

5.1 Estabilidad global del edificio

Revisar el edificio en forma global para las condiciones de colapso o inclinación:

Total <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Parcial >=50% <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Parcial <50% <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Ninguno <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
---	---	--	---

Colapso del edificio

Inclinación del edificio o de algún entrepiso

SECCIÓN 5. ESTADO DE DAÑO DEL EDIFICIO

Recomendaciones

Barreras externas, apuntalar <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Bajo <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
No entrar <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Bajo después de medidas <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Estudio de vulnerabilidad <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Alto <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Posible demolición <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Muy alto <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>

SECCIÓN 5. ESTADO DE DAÑO DEL EDIFICIO

5.2 Problemas geotécnicos

Evaluar los posibles asentamientos del edificio por hundimiento, licuación u otros e indicar si hubo o no problemas en taludes:

Evidente <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Existen dudas <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Ninguno <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	
--	---	---	--

Asentamiento de la edificación

Falla en talud o movimiento en masa

Morfología del sitio: 1.Divisoria 2.Cresta 3.Ladera 4.Pie de ladera 5.Valle 6.Canal 7.Borde de río 8.Talud

SECCIÓN 5. ESTADO DE DAÑO DEL EDIFICIO

Recomendaciones

Cubrir con plástico <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Bajo <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Control de aguas <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Bajo después de medidas <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Barreras <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Alto <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Evacuar viviendas <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Muy alto <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>

SECCIÓN 5. ESTADO DE DAÑO DEL EDIFICIO

5.3 Daños en elementos estructurales

		Severo		Fuerte		Moderado		Leve		Ninguno			
Piso de mayor daño	>15%	5-15%	<5%	>30%	10-30%	<10%	>60%	30-60%	<30%	>60%	30-60%	<30%	Sumatoria =100%
Pilares o muros de carga	<input style="width: 40px;" type="checkbox"/>												
Nudos	<input style="width: 40px;" type="checkbox"/>												

Calcular el % en relación con el total del edificio

		Severo		Fuerte		Moderado		Leve		Ninguno		
>20%	10-20%	<10%	>40%	20-40%	<20%	>60%	30-60%	<30%	>60%	30-60%	<30%	Sumatoria =100%
Vigas	<input style="width: 40px;" type="checkbox"/>											
Forjados	<input style="width: 40px;" type="checkbox"/>											

SECCIÓN 5. ESTADO DE DAÑO DEL EDIFICIO

Medidas de seguridad sugeridas:

Reparar <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Anclar <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Apuntalar <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>	Barreras <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
---	--	---	--

Pilares o muros de carga

Nudos

Vigas

Forjados

SECCIÓN 5. ESTADO DE DAÑO DEL EDIFICIO

Otras recomendaciones

Barreras externas <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Bajo <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
No entrar <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Bajo después de medidas <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Estudio de vulnerabilidad <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Alto <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Posible demolición <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Muy alto <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>

SECCIÓN 5. ESTADO DE DAÑO DEL EDIFICIO

Riesgo estructural

Barreras externas <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Bajo <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
No entrar <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Bajo después de medidas <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Estudio de vulnerabilidad <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Alto <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>
Posible demolición <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>		Muy alto <input style="width: 40px;" type="checkbox"/>

Figura 6-1. Formulario único para inspección de edificios (página 1)

5.4 Daños en elementos no estructurales
 Indique con una X el grado de daño de los elementos no estructurales y las medidas de seguridad necesarias:

	Severo	Fuerte	Moderado	Leve	Ninguno	Medidas de seguridad sugeridas				Otras recomendaciones	
						Reparar	Anclar	Remover	Barreras		
Muros de fachada o antepechos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barreras externas	<input type="checkbox"/>					
Muros divisorios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No entrar	<input type="checkbox"/>					
Falsos techos y luminarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Estudio de vulnerabilidad	<input type="checkbox"/>					
Cubierta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Demoler elementos en peligro de caer	<input type="checkbox"/>					
Escaleras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Riesgo no estructural						
Depósitos de agua elevados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>					
Derrame de sustancias químicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bajo después de medidas	<input type="checkbox"/>					
Instalaciones de gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>					
Instalaciones eléctricas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Abastecimiento de agua y alcantarillado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							

SECCIÓN 6. PORCENTAJE GLOBAL DE DAÑO DEL EDIFICIO
 Estimar el porcentaje del área afectada con relación al total del edificio:

Ninguno 0-10% 10-30% 30-60% 60-100% 100%

SECCIÓN 7. CLASIFICACIÓN DE LA HABITABILIDAD

Riesgo estabilidad global	Riesgo geotécnico	Riesgo estructural	Riesgo no estructural	Habitabilidad	
Bajo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Habitable (Verde) <input type="checkbox"/>	Si las cuatro clasificaciones de riesgo fueron BAJAS
Bajo después de medidas <input type="checkbox"/>	Uso restringido (Amarillo) <input type="checkbox"/>	Si fue asignada por lo menos una calificación de RIESGO BAJO DESPUÉS DE MEDIDAS			
Alto <input type="checkbox"/>	Alto <input type="checkbox"/>	Alto <input type="checkbox"/>	Alto <input type="checkbox"/>	No habitable (Naranja) <input type="checkbox"/>	Si fue asignada por lo menos una calificación de RIESGO ALTO
Muy alto <input type="checkbox"/>	Peligro de colapso (Rojo) <input type="checkbox"/>	Si fue asignada por lo menos una calificación de RIESGO MUY ALTO o más de dos de RIESGO ALTO			

SECCIÓN 8. CONDICIONES PRE-EXISTENTES

A. Posición del edificio en la manzana: 1. Esquina 2. Intermedia 3. Libre por un costado 4. Libre por dos costados <input type="checkbox"/>	E. Condiciones (amarre y peso) de la cubierta: 1. Buenas 2. Regulares 3. Malas <input type="checkbox"/>
B1. Irregularidad en planta: 1. Buena 2. Regular 3. Mala <input type="checkbox"/>	F. Hay indicios de daños por sismos anteriores: 1. Si 2. No 3. Existen dudas <input type="checkbox"/>
B2. Irregularidad en altura: 1. Buena 2. Regular 3. Mala <input type="checkbox"/>	G. Hubo reparación de los daños por sismos anteriores: 1. Total 2. Parcial 3. No se reparó <input type="checkbox"/>
C. Calidad de la construcción: 1. Buena 2. Regular 3. Mala <input type="checkbox"/>	H. Tipo de suelo: 1. Duro 2. Medio 3. Blando <input type="checkbox"/>
D. Configuración estructural: 1. Buena 2. Regular 3. Mala <input type="checkbox"/>	I. Pendiente: 1. Plana 2. Inclinada 3. Muy inclinada <input type="checkbox"/>

SECCIÓN 9. RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES

Se necesita visita especializada por aspectos: Se recomienda intervención de:

Estructurales <input type="checkbox"/>	Planeación-Control físico <input type="checkbox"/>	Restringir paso de peatones <input type="checkbox"/>	Evacuar totalmente <input type="checkbox"/>
Geotécnicos <input type="checkbox"/>	Tránsito <input type="checkbox"/>	Restringir el tráfico <input type="checkbox"/>	Evacuar parcialmente <input type="checkbox"/>
Servicios públicos <input type="checkbox"/>	Policía-Ejército <input type="checkbox"/>	Manejo de materiales peligrosos <input type="checkbox"/>	Evacuar edificios vecinos <input type="checkbox"/>
	Bomberos - Entidades de rescate <input type="checkbox"/>	Demoler elementos en peligro de caer <input type="checkbox"/>	Desconectar 1.Energía 2.Gas 3.Agua <input type="checkbox"/>

Amplíe las recomendaciones y especifique en comentarios los lugares del edificio que requieran la aplicación de medidas de seguridad

SECCIÓN 10. EFECTO EN LOS OCUPANTES

Hubo muertos o heridos:
1.No 2.Si 3.No se sabe

Número de personas fallecidas

Número de heridos

SECCIÓN 11. OCUPACIÓN DEL EDIFICIO

En el momento de realizar esta evaluación el edificio está habitado:
1.Si 2.No

Número de unidades residenciales o comerciales existentes

Número de unidades residenciales o comerciales no habitables

SECCIÓN 12. PERSONA DE CONTACTO

Nombres y apellidos DNI Teléfono

Figura 6-2. Formulario único para inspección de edificios (página 2)

6.3 ASPECTOS CONSIDERADOS EN EL FORMULARIO

El formulario propuesto que, se puede observar en las figuras 6-1 a 6-4, tiene 17 secciones dedicadas a los diferentes aspectos del edificio:

- Sección 1. Identificación catastral
- Sección 2. Tipo de inspección y clasificación
- Sección 3. Identificación del edificio
- Sección 4. Descripción de la estructura
- Sección 5. Estado de daño del edificio
- Sección 5.1 Estabilidad global del edificio
- Sección 5.2 Problemas del terreno
- Sección 5.3 Daños en elementos estructurales
- Sección 5.4 Daños en elementos no estructurales
- Sección 6 Porcentaje de daño global del edificio
- Sección 7. Clasificación de la habitabilidad
- Sección 8. Condiciones pre-existentes
- Sección 9. Recomendaciones y medidas de seguridad generales
- Sección 10. Efecto en los ocupantes
- Sección 11. Ocupación del edificio
- Sección 12. Persona de contacto
- Sección 13. Comentarios
- Sección 14. Inspectores
- Sección 15. Fecha de inspección.
- Sección 16. Esquema
- Sección 17. Fotografías

El procedimiento de inspección debe iniciarse con un reconocimiento del área asignada y evaluar la situación de la zona, ya que la presencia de daños generalizados o la existencia de daños sólo en algunos edificios son una indicación importante para entender las causas y tipo de daños, así como la severidad de los mismos. Cuando un edificio es seleccionado para realizar la inspección se deben seguir los siguientes pasos:

- Examinar el exterior del edificio, llenar el formulario con la identificación de este y de la estructura, evaluar la calidad de la construcción, irregularidades y otros aspectos preexistentes. Antes de entrar en el edificio, se debe observar el estado general del mismo y los daños en fachadas, balcones, antepechos, etc., se debe analizar también el estado de los edificios vecinos y establecer si los accesos del edificio son seguros.
- Observar el suelo alrededor del edificio, para determinar la posible presencia de grietas, hundimientos, deslizamientos o cualquier anomalía en el terreno.
- Examinar la seguridad de elementos no estructurales, identificar la caída de falsos techos, muros, escaleras o elementos que representen peligro para la vida.
- Evaluar el sistema estructural desde el interior. Se debe analizar el grado de daño de los diferentes elementos estructurales de acuerdo con el tipo de sistema

estructural y establecer el porcentaje de elementos afectados en el piso con mayores daños.

- Clasificar el edificio de acuerdo con los resultados de la evaluación. Rellenar los avisos para la clasificación de la habitabilidad de los edificios e indicar en ellos si la revisión fue exterior o interior. Colocar los avisos de clasificación del edificio en cada una de las entradas e indicar las recomendaciones en el formulario así como en los avisos. Marcar en los mapas el resultado de la evaluación de acuerdo con los códigos de colores y al uso del edificio.
- Explicar verbalmente el significado de la clasificación a los ocupantes del edificio y especificando si pueden permanecer en el o deben evacuarlo. También se debe restringir el acceso a las áreas designadas como inseguras, colocando algún tipo de barreras, por ejemplo las cintas que lleven la inscripción de PELIGRO.
- Notificar a los coordinadores para que se realicen los procedimientos que correspondan por parte de las autoridades pertinentes.

7. RECOMENDACIONES PARA FUTUROS DESARROLLOS

Tal como se ha visto, cuando ocurre un terremoto de gran magnitud, los daños en la zona pueden ser tan generalizados que no es posible que la totalidad de las evaluaciones sea realizada por expertos, con lo que es necesario el uso de personal con poca o ninguna experiencia. Usualmente, los inexpertos tienden a calificar los daños de manera más grave de lo que realmente son, o de subestimarlos. Como consecuencia, es posible, que por la inexperiencia de los evaluadores se cometan errores graves: demoler edificios reparables o evacuar edificios sin necesidad.

Durante los sismos pasados, se pudo observar que, aunque existan formularios previamente establecidos para realizar las evaluaciones, si los profesionales y voluntarios no hacen un entrenamiento previo y no cuentan con una guía o manual adecuado que ayude a homogenizar los criterios, existirá una disparidad de criterios que llevará a que muchas evaluaciones se tengan que desechar o repetir. Los niveles de daño leve, moderado y severo, definidos con calificaciones lingüísticas, sin definiciones específicas ni ejemplos sobre el tipo y tamaño de las grietas y los tipos de daños y cuantificación de los mismos, pueden tener una notable variación en su significado según la persona y experiencia de quien los utilice.

Esta situación seguramente se podrá reducir en parte si se cuenta con una guía técnica o manual para la inspección de edificios después de un sismo que ilustre y oriente al evaluador en la aplicación del formulario. Sin embargo, adicionalmente se requiere contar con un acertado proceso de entrenamiento de profesionales y, en lo posible, con un instrumento de evaluación “inteligente” que apoye a los evaluadores en los casos de mayor incertidumbre. Actualmente esta posibilidad es factible por el desarrollo de novedosas técnicas computacionales basadas en redes neuronales artificiales y lógica difusa, facilitan el uso de información subjetiva, incompleta y cualitativa, y que permiten la calibración de aplicaciones con base en la apreciación de expertos.

Por otra parte, es de especial importancia contar con una un sistema de registro de la información de los formularios y con una base de datos que permita georeferenciar dichos registros, lo que podría lograrse desarrollando un sistema de información geográfica específico para la visualización de los datos de las evaluaciones de daños. Este aspecto en conjunto con otros relativos a la gestión de una emergencia causada por un sismo, indican que es necesario también complementar el esfuerzo en relación con la evaluación de daños después de un sismo con el plan de emergencias o de contingencia en caso de terremoto en las ciudades. Teniendo en cuenta estos aspectos se presenta de manera breve las

recomendaciones de las actividades e instrumentos que sería deseable desarrollar en una fase posterior con el fin de complementar éste trabajo.

7.1 DESARROLLO DE UN MANUAL O GUÍA DE CAMPO

Contar con un formulario para la inspección de edificios es un avance notable; sin embargo, no es garantía de que se utilicen criterios unificados en la evaluación de daños y por lo tanto en la evaluación de la habitabilidad del edificio afectado. Con el desarrollo de una guía o manual de campo se podrían aportar elementos que contribuyan a unificar los criterios tanto del personal experto como también guiar la correcta toma de decisiones por parte de los profesionales menos expertos. Dando a los evaluadores descripciones completas de los daños que pueden encontrar en los diferentes elementos estructurales y no estructurales de los edificios, se puede lograr una mejor valoración de los problemas encontrados y definir de una manera más adecuada la habitabilidad del edificio. Si cada evaluador o cada comisión puede contar con un manual en el momento de la visita puede reducirse en alguna medida el tiempo total dedicado al proceso de evaluación de daños y mejorar sus resultados. Por esta razón se recomienda diseñar un manual que oriente desde el punto de vista técnico la aplicación del formulario de inspección y clasificación de los edificios. En los países donde mayor avance hay en estos procedimientos, como Estados Unidos, Japón, Italia, México y Colombia, existe un manual de campo con detalles, fotografías de los daños típicos y sus niveles o calificaciones.

7.2 DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

La necesidad de contar con una adecuada sistematización de la información que se obtiene con los formularios de inspección requiere que se desarrolle una aplicación o base de datos que permita la captura de toda la información registrada en los formularios y la elaboración de consultas de diferente tipo: búsqueda individual de un formulario a partir de la dirección, número de identificación catastral, nombre del edificio, número del formulario, etc. También debe permitir elaborar listas de un grupo de evaluaciones con el fin de enviar informes a las diferentes entidades, con el fin de poder llevar a cabo rápidamente las recomendaciones y medidas de seguridad propuestas. En países como Italia, Colombia y Estados Unidos se han realizado recientemente sistemas de este tipo que permiten incluso capturar la información directamente desde el sitio en el cual se está realizando la evaluación. En Estados Unidos, el Applied Technology Council de California desarrolló recientemente un sistema para la adquisición de información mediante un ordenador portátil utilizando su formulario ATC-20 para la evaluación postsísmica de la seguridad de los edificios. Se utiliza una *personal digital assistant (PDA)* en un *Palm Operating System*. Este programa agiliza el almacenamiento de las evaluaciones de daño, facilitando la futura elaboración de informes. Evidentemente, en este caso, el formulario se sustituye por la aplicación informática implementada en el *palm*. Este puede transmitir en forma inalámbrica la información recogida a un ordenador central.

7.3 DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO QUE APOYE EL PROCESO

Debido a que la información que se maneja es altamente subjetiva y depende de la percepción del evaluador en cada caso, el apoyo al proceso de evaluación con un *sistema experto* puede ayudar a disminuir la cantidad de errores, que llevan a serias complicaciones, especialmente en el caso de edificios esenciales, como los hospitales. Los niveles de daño son clasificados en los manuales con calificaciones lingüísticas como leve, moderado, fuerte o severo, y estos conceptos pueden tener diferentes significados dependiendo de la persona que los maneje. Usando herramientas como las redes neuronales artificiales y la teoría de conjuntos difusos es posible manejar este tipo de información para una buena toma de decisiones, basada en información subjetiva e incompleta, características propias de la información manejada durante una evaluación de daños y habitabilidad. Una herramienta de este tipo sería especialmente útil en las evaluaciones hechas por inexpertos, ayudaría a agilizar el proceso de evaluación, apoyando al inexperto con las opiniones de expertos que se incorporan en el sistema.

En Colombia, la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica desarrolló un sistema experto basado en inteligencia computacional. Esta herramienta, oficialmente utilizada por el Sistema de Prevención y Atención de Desastres en las principales ciudades del país, facilita la acertada evaluación postsísmica de los daños y apoya la toma de decisiones sobre habitabilidad y reparabilidad de los edificios afectados en caso de terremoto. El objetivo de este sistema es el aprovechamiento del personal voluntario e inexperto que casi siempre ha sido necesario involucrar en las evaluaciones de daños. Este sistema es fundamental para elevar la eficacia del proceso de toma de decisiones después de un sismo. Actualmente, en España se puede desarrollar un sistema de este tipo una vez que se tenga definido el formulario de inspección que aquí se propone y se desarrolle el manual de campo respectivo. Un sistema de este tipo podría utilizarse en dos formas diferentes: la primera, dotando a los evaluadores con un *Palm Operating System* en el que se tenga el programa, que contarían así con una ayuda en campo para la toma de decisiones; la segunda permitiría a los evaluadores tener una segunda opinión sobre las decisiones tomadas, instalando el sistema en un ordenador central al que le sería enviada la información de las evaluaciones.

7.4 DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Después de un sismo y con el objeto de tomar decisiones y definir prioridades en determinado momento, es muy importante poder conocer rápidamente la ubicación espacial de los edificios afectados, por lo que se debe desarrollar un sistema que permita conectar la base de datos de los registros de los formularios con el sistema de información geográfica de la ciudad afectada. Con la visualización de los daños sobre un mapa, no sólo se puede conocer su distribución espacial, sino que se pueden identificar rápidamente los sitios de mayor concentración de daños, obtener estadísticas por sectores, etc. Se tendrá la información básica para las autoridades en materia de evaluación y diagnóstico de la situación, con el fin de que se puedan tomar decisiones e implantar medidas económicas y técnicas efectivas para la reducción de las consecuencias producidas por el terremoto.

Ahora bien, aparte del sistema que permita visualizar los daños en la medida que se registran, también es posible contar con una herramienta complementaria, de carácter predictivo, que permita simular el daño que puede haberse producido inmediatamente que haya ocurrido el terremoto, con el fin de orientar la respuesta a la emergencia. En Italia se desarrolló el sistema SIGE, que genera (en 10 minutos) a partir de la magnitud y las coordenadas del epicentro, el posible escenario de daños para después del terremoto ocurrido. Este programa elabora un informe sobre los efectos que posiblemente han ocurrido. Una herramienta de este tipo facilita la toma de decisiones en el momento de enfrentar la emergencia y en España ya es factible realizar este tipo de herramientas para las zonas de alta peligrosidad sísmica.

7.5 ENTRENAMIENTO DE LOS EVALUADORES, SUPERVISORES Y COORDINADORES

Se deben realizar talleres de entrenamiento para las personas que intervendrán en los procesos de evaluación, teniendo en cuenta aspectos como el uso de la nomenclatura y la ubicación en campo, información catastral de los edificios, organización de las comisiones, uso de los formularios, realización de informes, determinación en el sitio del sistema estructural, evaluación de la calidad de los materiales, evaluación del daño estructural y arquitectónico, identificación del peligro que presentan los elementos no estructurales y los edificios adyacentes, clasificación de los daños y definición de la ocupación temporal del edificio. Este proceso debe incluir una instrucción básica para la utilización del sistema experto de apoyo a la evaluación, antes mencionado, en los casos en que sea necesario. Se recomienda, por lo tanto, realizar una serie de módulos de entrenamiento que ilustren los diferentes aspectos que deben conocer las personas que podrían involucrarse en un proceso de evaluación, con el fin de mejorar la eficiencia y efectividad. Este material es fundamental para poder realizar con anticipación procesos de entrenamiento en universidades y asociaciones profesionales.

8. REFERENCIAS

- Applied Technology Council, 1985. Earthquake damage evaluation data for California, ATC-13. Redwood City, CA.
- Applied Technology Council, 1989. Field manual: Postearthquake safety evaluation of buildings, ATC-20-1. Redwood City, CA.
- Applied Technology Council, 1989. Procedures for postearthquake safety evaluation of buildings, ATC-20. Redwood City, CA.
- Applied Technology Council, 1995. Addendum to the ATC-20 postearthquake building safety evaluation procedures, ATC-20-2. Redwood City, CA.
- Applied Technology Council, 1996. Cases studies in rapid postearthquake safety evaluation of buildings, ATC-20-3. Redwood City, CA.
- Applied Technology Council, 2003. Users manual: Mobile postearthquake safety evaluation data acquisition system (Version 1.0), ATC-20i. Redwood City, CA.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2001. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería. AIS. Bogotá D.C..
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2002. Guía técnica para inspección de edificaciones después de un sismo: Manual de campo. Alcaldía Mayor de Bogotá – Fondo de Prevención y Atención de Emergencias. Bogotá D.C..
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2003. Manual de Campo para la Inspección de Edificios Después de un Sismo. Alcaldía de Manizales – OMPAD. Manizales,
- British Columbia, 1999. Earthquake Response Plan. Victoria, B.C.
- Campos A., 1999. Memoria Técnica del censo de inmuebles afectados por el sismo del 25 de enero de 1999 en el eje cafetero. Ministerio de Desarrollo. Colombia.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. 1996. Norma para la Evaluación del Nivel de Daño por Sismo en Estructuras y Guía Técnica de Rehabilitación (Estructuras de Hormigón Armado). Cuadernos de Investigación, Numero 37, marzo de 1996, México.
- Dandoulaki, 1998. An overview of post- earthquake building inspection practices in Greece and the introduction of rapid building usability evaluation procedure after the 1996 Konitsa earthquake. Proc. XI European Conference on Earthquake Engineering, Balkema, Rotterdam.
- Earthquake Engineering Research Institute – EERI. 1996. Post-Earthquake Investigation Field Guide. Oakland.
- Federal Emergency Management Agency. 1992. NEHRP Handbook for the seismic evaluation of existing buildings. FEMA-178. Junio de 1992. Washington.

- Goretti A., 2001. Post-earthquake Building Usability: A Assessment. Technical Report SSN/RT/01/03.
- Governor's Office of Emergency Services - OES, 1993. Earthquake Recovery: A Survival Manual for Local Government. Oakland, CA.
- López O. y Teshigawana M. 1997. Informe de Daños en edificaciones durante el Sismo de Colima del 9 de Octubre de 1995 en la Zona Epicentral. Cuadernos de Investigación No 40: Centro Nacional de Prevención de Desastres. México.
- Ministerio de Desarrollo Económico, 1999. Plan de Acción Censo de Inmuebles Afectados por el Sismo Ocurrido en el Eje Cafetero. Armenia, Colombia.
- Oaks S.D y Kornfield L.M. 1990. Technical and Policy Related Issues in The application of ATC-20 Postearthquake Safety Evaluation Guidelines After The Loma Prieta Earthquake.
- Organización de Estados Americanos – OEA. 1991. Administración de Desastres en la Planificación Regional del Desarrollo. Washington.
- Oficina par la Asistencia de Catástrofes en América Latina y el Caribe (USAID/OFDA). 1995. Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades. Manual de Campo. San José, Costa Rica.
- Rodríguez, M. y Castrillón, E. 1995. Instituto Nacional de Ingeniería UNAM. Manual de Evaluación Postsísmica de la Seguridad Estructural de Edificaciones. Basado en Investigaciones Realizadas para el Departamento del Distrito Federal. Series del Instituto de Ingeniería 569 Septiembre de 1995. México.
- Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, 1998. Manual de Evaluación Postsísmica de la Seguridad Estructural de Edificaciones. A.C. Secretaria de Obras y Servicios Gobierno del Distrito Federal, México.
- Soddu, P., Martín, M.G. and Rossi, F. 2003. Seismic emergency management: S.I.G.E. and EGERIS project. Foro Euromediterráneo Sobre Prevención de Catástrofes. Escuela Nacional de Protección Civil, Madrid. Takeshi J. 1996.
- Norma para la evaluación del nivel de daño por sismo en estructuras y Guía Técnica de Rehabilitación (estructuras de madera). Cuaderno de Investigación No 36: Centro Nacional de Prevención de Desastres. México.
- Takeshi J. 1996. Norma Para la Evaluación del Nivel de Daño por Sismo en Estructuras y Guía Técnica de Rehabilitación (estructuras de hormigón armado). Cuaderno de Investigación No 37. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México.

ANEXO I - GLOSARIO

CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE: Es el tipo de edificio que a través de su diseño y construcción se ajusta a parámetros establecidos por un reglamento o norma que busca desarrollar estructuras con razonable seguridad para la vida. El desarrollo en este campo ha hecho posible aplicar criterios económicos en el diseño sismorresistente optando por estructuras menos fuertes que lo necesario y, como consecuencia, de menor costo inicial; las cuales al ser sometidas a un movimiento sísmico severo, deben sufrir daños controlados, sin colapsar, y disipar así una parte importante de la energía absorbida. Lo que significa que al degradarse la estructura existe la posibilidad de que se salve del colapso y por lo tanto las vidas que se encuentran en su interior.

El comportamiento sísmico adecuado de una estructura depende, además de su resistencia, de su habilidad para disipar energía a partir del instante en que sus deformaciones exceden el límite elástico, es decir, de su ductilidad. La vibración de la estructura en el rango plástico durante sismos fuertes significa, por lo tanto, daños estructurales y no estructurales. Esto no debe confundirse con el comportamiento deficiente que una estructura puede tener frente a un sismo moderado, debido a un déficit de resistencia o a una ductilidad escasa, es decir, con su vulnerabilidad.

Se acepta, en general, y así se recoge en algunas normativas, que los edificios se diseñen para resistir sismos fuertes sin colapso, aun cuando se produzcan daños estructurales severos; sismos moderados sin daño estructural, pero con algún daño en elementos no estructurales; y sismos leves sin daño.

ESTRUCTURA O SISTEMA ESTRUCTURAL: Es un ensamblaje de elementos, diseñado para soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales.

ELEMENTOS O MIEMBROS ESTRUCTURALES: Componentes del sistema estructural del edificio.

Tabla I-1. Elementos estructurales según el sistema

Sistema Estructural	Elementos Estructurales
Pórtico en hormigón armado	Vigas, pilares, nudos y forjados
Pórtico con muros estructurales en hormigón armado	Vigas, pilares, nudos, muros y forjados.
Estructuras metálicas	Vigas, pilares, conexiones y forjados.
Estructuras en madera	Vigas, pilares, conexiones y forjados.
Mampostería no reforzada.	Muros de carga y forjado.
Mampostería reforzada	Muros en mampostería reforzada y forjado.
Mampostería confinada	Muros y forjado
Estructuras en bahareque	Muros de soporte, cubierta y forjado

DAÑOS ESTRUCTURALES: El daño severo o colapso de muchas estructuras durante terremotos importantes es, por lo general, consecuencia directa de la falla de un solo elemento o serie de elementos con ductilidad o resistencia insuficiente.

Cuando ocurren sismos muy fuertes es común que se produzcan daños estructurales en pilares, tales como grietas diagonales, causadas por cortante o torsión, o grietas verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del hormigón y pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexocompresión. En vigas se producen grietas diagonales y rotura de estribos por cortante o torsión y grietas verticales, rotura del refuerzo longitudinal y aplastamiento del hormigón por la flexión por cargas alternadas. Las conexiones entre elementos estructurales son, por lo general, los puntos más críticos. En las uniones viga-pilar (nudos) el cortante produce grietas diagonales y es común ver fallas por adherencia y anclaje del refuerzo longitudinal de las vigas a causa del poco desarrollo del mismo o a consecuencia de esfuerzos excesivos de flexión. En las losas se pueden producir grietas por punzonamiento alrededor de los pilares y grietas longitudinales a lo largo de la losa de piso debido a la excesiva demanda de flexión que puede imponer el sismo.

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: Partes y componentes de un edificio que no pertenecen a la estructura o a su cimentación. Aquí se incluyen elementos que aunque no contribuyen a poner en peligro la estabilidad del edificio, si representan un riesgo para la vida y seguridad de los ocupantes. Pueden variar de acuerdo con el grupo de uso al que pertenece el edificio evaluado.

Tabla I-2. Elementos no estructurales según el grupo de uso

Grupo de uso	Elementos no estructurales
Edificios de importancia especial	Muros divisorios, de fachada, instalaciones y equipos especiales.
Edificios de importancia moderada	Muros divisorios, de fachada, instalaciones.
Edificios de importancia normal	Muros divisorios, de fachada e instalaciones.

DAÑOS NO ESTRUCTURALES: Generalmente se deben a la unión inadecuada entre los muros de relleno o divisorios, las instalaciones y la estructura, o a la falta de rigidez de la misma, lo que se traduce en excesivas deformaciones que no pueden ser absorbidas por este tipo de componentes. Los daños no estructurales más comunes son el agrietamiento de elementos divisorios de mampostería, el aplastamiento de las uniones entre estructuras y los elementos no estructurales, el desprendimiento de acabados y la rotura de vidrios y de instalaciones de diferente tipo.

HABITABILIDAD: No existe una clara definición de habitabilidad en la literatura, aunque en principio se puede definir un edificio habitable como aquella que cumple los requerimientos de seguridad y comodidad que hacen posible que se considere el edificio operativo aunque tenga algunos daños.

SISMO O TERREMOTO: Es una transformación brusca de energía debido a que la energía de deformación acumulada en la litosfera se convierte súbitamente en energía cinética, ésta se manifiesta por medio de movimientos ondulatorios que se transmiten en el interior y en la superficie de la tierra. Aunque la energía se atenúa con la distancia, es absorbida y/o disipada por los edificios según sea la severidad del sismo.

EVALUACIÓN DE HABITABILIDAD: Los italianos definen (Goretti 2001) la evaluación de habitabilidad como una evaluación rápida y con limitaciones de tiempo, basada en criterio y juicio experto, en la inspección visual e información fácil de recopilar, con el fin de detectar durante una crisis sísmica, los edificios dañados por un terremoto que pueden ser utilizados salvaguardando razonablemente la vida humana. Es evidente que se acepta que puedan ocurrir otros daños con las réplicas pero el edificio debe seguir siendo seguro para la vida humana.

Es indudable que la definición de habitabilidad implica responsabilidades para el evaluador, por esta razón en algunos países los edificios habitables se clasifican como *inspeccionados*.

EVALUACIÓN DE DAÑOS: Existen algunas diferencias en la metodología utilizada en la evaluación del daño (definición de la intensidad y extensión del daño, evaluación global de daño o evaluación de daños de componentes individuales, etc.). Una vez definido el daño los evaluadores deben identificar cuál es el nivel de daño apropiado para el edificio inspeccionado. Según el glosario de la Aplicación en Red para Casos de Emergencia ARCE, es una función del subprograma de auxilio que consiste en desarrollar los mecanismos que permitan determinar la dimensión física y social de la catástrofe, la estimación de la pérdida de vidas humanas y bienes naturales, las necesidades que deben satisfacerse y la determinación de posibles riesgos (efectos o daños secundarios).

PELIGROSIDAD SÍSMICA: Según el Glosario de Aplicación en Red para Casos de Emergencia ARCE, define la probabilidad de que haya un movimiento fuerte de cierta intensidad en un lugar dentro de un periodo de tiempo especificado.

SOLICITACIONES: Son las fuerzas u otras acciones que afectan la estructura debido al peso propio de la misma, de los elementos no estructurales, de sus ocupantes y sus posesiones, de efectos ambientales tales como el viento o el sismo, de los asentamientos diferenciales y de los cambios dimensionales causados por variaciones en la temperatura o efectos reológicos de los materiales. En general corresponden a todo lo que pueda afectar la estructura.

VULNERABILIDAD: Según el Glosario de Aplicación en Red para Casos de Emergencia ARCE, define la probabilidad de que una estructura sufra daños cuando se somete a un movimiento fuerte (ejemplo, terremoto) de cierta intensidad. En general es un factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida. La diferencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante un suceso determina el carácter selectivo de la severidad de las consecuencias de dicho suceso sobre los mismos.

La vulnerabilidad de un edificio puede ser estructural y no-estructural. La vulnerabilidad estructural está relacionada fundamentalmente con la capacidad que tiene la estructura para soportar los desplazamientos y los esfuerzos que uno o varios movimientos sísmicos pueden causarle durante su vida útil. La vulnerabilidad no-estructural, por otra parte, tiene relación con la operación o funcionamiento del edificio, lo que depende del comportamiento de elementos tales como acabados, divisiones, instalaciones, equipos, etc. De su desempeño en el caso de un sismo depende que el edificio mantenga su operación y pueda seguir ofreciendo sus servicios. Este aspecto es de máxima importancia en el caso de aquellos edificios cuya función es vital, como es el caso de los edificios esenciales. Infortunadamente,

los últimos terremotos han demostrado graves “colapsos funcionales”, en particular en hospitales, aún cuando sus estructuras han tenido daños leves. Esta circunstancia ha motivado la revisión de normas, y en particular del coeficiente de importancia asignado a estos edificios, lo cual está demostrado que no es una garantía suficiente para lograr un buen comportamiento.

Tabla I-3. Caracterización de daño para diferentes métodos de calificación

Método	Calificación del Daño	Descripción
Park, Ang y Wen (1987)	NINGUNO	Fisuras menores localizadas
	MENOR	Fisuras menores generalizadas
	MODERADO	Agrietamientos localizados en el hormigón.
	SEVERO	Aplastamiento del hormigón y exposición de las barras de refuerzo
	FUERTE	Colapso total o parcial
Stone y Taylor (1993)	SIN DAÑO O DAÑO MENOR	El daño es mínimo o no lo hay.
	REPARABLE	Existen daños fáciles de arreglar
	IRREPARABLE	No es viable económicamente reparar los daños sufridos.
	COLAPSO	El daño es total.
EERI (1994)	NINGUNO	Sin daño
	LEVE	Daño menor no estructural, el edificio puede abrirse en menos de una semana
	MODERADO	En su mayoría daño no estructural y pocos daños estructurales. El edificio puede ser reabierto en tres meses, se presenta riesgo menor de pérdida de vida para los ocupantes.
	FUERTE	Daño estructural generalizado. El edificio puede estar cerrado por largo tiempo, es posible que sea necesaria su demolición, se presenta un alto riesgo de pérdida de vida para los ocupantes.
	TOTAL	Colapso parcial o total, daño irreparable. Se presenta un riesgo muy alto de pérdida de la vida de los ocupantes.
EERI (1996)	NINGUNO	Sin daño
	LEVE	Solamente daño no estructural, el costo de las reparaciones es menor al 5% del valor de venta del edificio.
	MODERADO	Daño no estructural considerable y daño estructural leve. Los costos de reparación son menores al 25% del valor de venta del edificio.
	SEVERO	Daño estructural considerable, daño no estructural fuerte. Los costos de reparación son menores al 50% del valor de venta del edificio.
	TOTAL	Es más económico demoler que reparar.
	FUERTE	Colapso estructural.

ANEXO II – METODOLOGIAS DE EVALUACIÓN POST-SÍSMICA EXISTENTES

1. DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS

Se presenta una recopilación bibliográfica sobre varias metodologías existentes, dentro de las que se destacan la de la Antigua República Yugoslava de Macedonia (FYROM), Italia, Turquía, Grecia, Estados Unidos, Japón, México, y Colombia por ser las más avanzadas. Se hace aquí una comparación teniendo en cuenta diferentes aspectos como: sus objetivos y alcances, criterios para la descripción y localización de los edificios, criterios para la evaluación y clasificación de los daños, tipos de recomendaciones y medidas de emergencia propuestas, entre otros.

Los procesos realizados en los diferentes países no han sido independientes, por el contrario, los desarrollos de unos han servido de base para trabajos posteriores. Los primeros trabajos realizados en Japón y California, sirvieron como base para los trabajos del ATC-20 (1989) y posteriormente el ATC-20i (2003) en Estados Unidos. Los trabajos de Yugoslavia y Japón fueron utilizados en México en la evaluación de los daños del sismo de 1985 y sirvieron como base junto con el ATC-20 para las diferentes versiones realizadas posteriormente en 1995 y 1998.

Se considera, después de una lectura rigurosa de todos los documentos, que las metodologías más completas son la de Yugoslavia, el ATC-20 de los Estados Unidos, la desarrollada por Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, la del Ministerio de la Construcción del Japón, el Servicio Sísmico Nacional de Italia, y los métodos desarrollados en Colombia por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - AIS. Por esta razón se realiza un análisis más detallado de todo el proceso de evaluación y calificación sólo para estos métodos. Aunque los métodos de Turquía y Grecia se consideran bastante robustos, fueron analizados en menor detalle debido a que la mayoría de la bibliografía encontrada está en el idioma original (turco y griego).

Las metodologías en general son relativamente recientes, en casi todos los países los formularios y metodologías han sido sometidos a muchas revisiones debido al incremento de conocimientos después de cada sismo. Los procedimientos de evaluación de daños normalmente en algunos casos se aplican por medio de diferentes niveles o etapas de desarrollo, las cuales se han clasificado en evaluaciones rápidas y evaluaciones detalladas y evaluaciones de ingeniería, siendo las dos primeras el objeto de este estudio.

La evaluación rápida o de habitabilidad de los edificios se utiliza comúnmente para definir la posible ocupación y utilización del edificio a corto plazo. Después de la evaluación, los edificios pueden ser usados de manera segura después del sismo y adicionalmente se generan unas recomendaciones con el fin de reducir el riesgo de los habitantes.

Las metodologías detalladas o evaluaciones que describen el nivel de daño estructural y su clasificación pueden ser realizadas por muchos motivos, en general se hace con el objetivo de revisar la seguridad de aquellos edificios sobre los cuales se tiene alguna duda por los cortos alcances de la evaluación rápida y la poca experiencia de sus evaluadores. Este tipo de evaluación normalmente tiene otros objetivos que varían según el país, por ejemplo en Japón se hace con el fin de definir el uso a largo plazo de los edificios, por lo tanto el resultado de la evaluación es una sugerencia al propietario de que repare, refuerce o demuela su edificio, mientras que en Italia el propósito es evaluar globalmente las pérdidas económicas directas y calcular funciones de vulnerabilidad de edificios, ya que la decisión del uso a largo plazo del edificio se hace mediante una evaluación de ingeniería contratada independientemente por los propietarios, al igual que en Estados Unidos y México.

Los principales elementos para una metodología de evaluación de daños son: la clasificación de los daños, la definición de las posibilidades de uso de los edificios que sufrieron daños, la organización para la recogida de los datos y el análisis y procesamiento de la información. Por lo anterior se considera útil no sólo describir los diferentes métodos, sino comparar los formularios más recientes y criterios de evaluación de las diferentes metodologías con el fin de identificar las principales diferencias conceptuales.

1.1 ANTIGUA REPÚBLICA YUGOSLAVA DE MACEDONIA (FYROM)

El Instituto de Ingeniería Sísmica y Sismología –IZIIS- de la Universidad “Kiril y Metodij”, después del sismo de Skopje en 1963 y de Montenegro en 1979 desarrolló una metodología para la evaluación de daños producidos por terremotos. Algunos de sus objetivos fundamentales son los siguientes:

- Disminución del número de víctimas y heridos que viven en edificios de baja resistencia o que han sido destruidas parcialmente y en el futuro pueden recibir réplicas del sismo principal que las lleven a un colapso total.
- Obtención de datos sobre la magnitud de la catástrofe en términos de viviendas utilizables, edificios destruidos o con peligro de colapso y edificios utilizables para acomodar la población.
- Creación de una base de datos para la predicción de futuras consecuencias en caso de terremotos en otras zonas sísmicas.
- Proveer datos para la planificación y organización de sistemas de protección civil y salvamento después de terremotos catastróficos.
- Identificar los principales elementos del daño sísmico y desarrollo de las funciones de vulnerabilidad para los diferentes tipos de edificios, con el propósito de planificar y definir acciones a corto y largo plazo que permitan la mitigación de las consecuencias en futuros terremotos.
- Mejoramiento de las especificaciones en los códigos de construcción y diseño sísmorresistente.

Esta metodología cuenta con un solo formulario detallado bastante completo, por lo cual se presenta dentro de las evaluaciones detalladas.

1.2 ESTADOS UNIDOS – ATC-20

En el método propuesto por Applied Technology Council (ATC-20), el proceso de evaluación tiene tres etapas o procedimientos. El primero corresponde a una evaluación rápida en la cual se decide cuáles edificios son aparentemente seguros y cuales son obviamente inseguros. El segundo corresponde a la evaluación detallada, en la cual a los edificios aparentemente seguros se les hace un examen visual más detallado por un ingeniero estructural.

El método se ha desarrollado en California desde 1978 con algunos procedimientos realizados por la Oficina de Servicios de Emergencia - OES que fueron posteriormente consolidados por Applied Technology Council, bajo el documento “Procedures for postearthquake safety evaluation of buildings” conocido como ATC-20 y publicado en 1989. Posteriormente en 1995, se realizó una segunda versión denominada “Addendum to the ATC-20 Postearthquake building safety evaluation procedures” y conocida como ATC-20-2.

Como resultado de la evaluación detallada se decide si las estructuras son seguras, potencialmente peligrosas o inseguras. Después de esta evaluación, cualquier evaluación más debe ser hecha por un ingeniero estructural con un estudio de vulnerabilidad más especializado.

La evaluación de ingeniería es más compleja y especializada. De acuerdo con los daños encontrados se recomiendan las reparaciones necesarias para que el edificio pueda tener una ocupación normal. Es posible también que como resultado de esta evaluación se recomiende su demolición. Esta debe ser realizada por un ingeniero consultor.

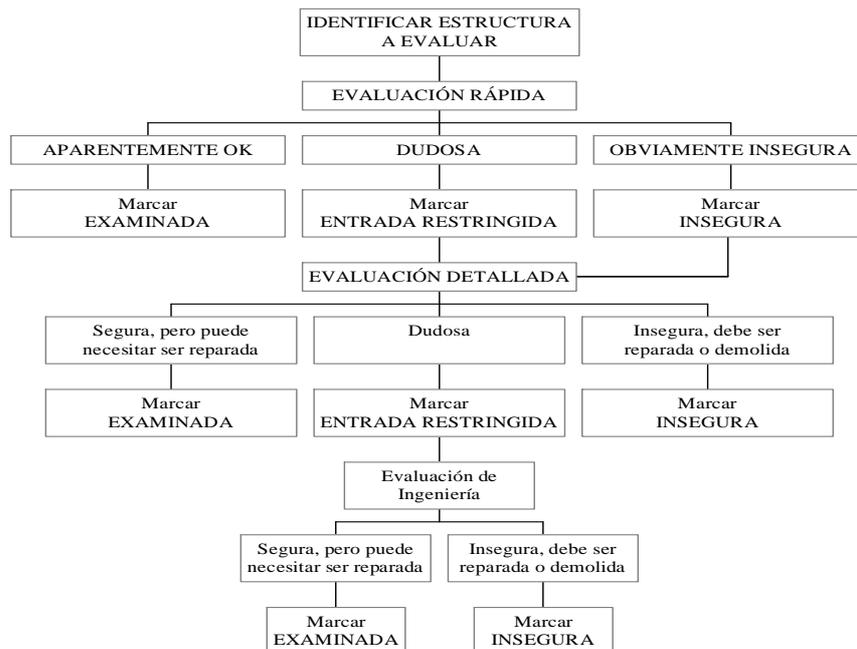


Figura II-1. Proceso de evaluación de seguridad de edificios, método ATC- 20

1.3 JAPÓN

La experiencia en evaluación de daños en el Japón data desde 1978 después del terremoto de Miyagiken- Oki. En esa ocasión se vio la importancia de tener una metodología apropiada para la inspección de edificios después de un sismo.

Un programa de investigación se inició en 1981 llevando a la publicación en 1985 de las “Guías para inspección de daños después de un sismo y técnicas de restauración”. La metodología fue probada después del terremoto de 1983 Nihonkai- Chubu y después del terremoto de México de 1985. La metodología fue revisada en 1989 y publicada por la Asociación Japonesa para la Prevención de Desastres en Edificios. La evaluación consiste en dos procedimientos a seguir: *una evaluación inmediata del nivel de riesgo o habitabilidad* y *una evaluación del nivel de daño estructural* y su clasificación. En el primero se define si la estructura dañada o una parte de ella representa peligro para la vida humana, ya sea por vuelco, fallo o desplome. En el segundo los resultados de la inspección se basan en las características de los daños que exhiba el edificio.

El método de evaluación presenta dos etapas. En la primera, se determina el nivel de daño para cada concepto a investigar, en la que a cada uno de los puntos considerados por inspeccionarse se le asocia un nivel de daño (A, B o C). En la segunda, se obtiene el nivel de riesgo de inestabilidad estructural basado en los niveles de daño. El resultado de la evaluación permite emitir un dictamen sobre la necesidad de rehabilitación de la estructura (reparación, reforzamiento o demolición) el cual es sugerido al propietario. Se utiliza un sistema de avisos de clasificación de los edificios.

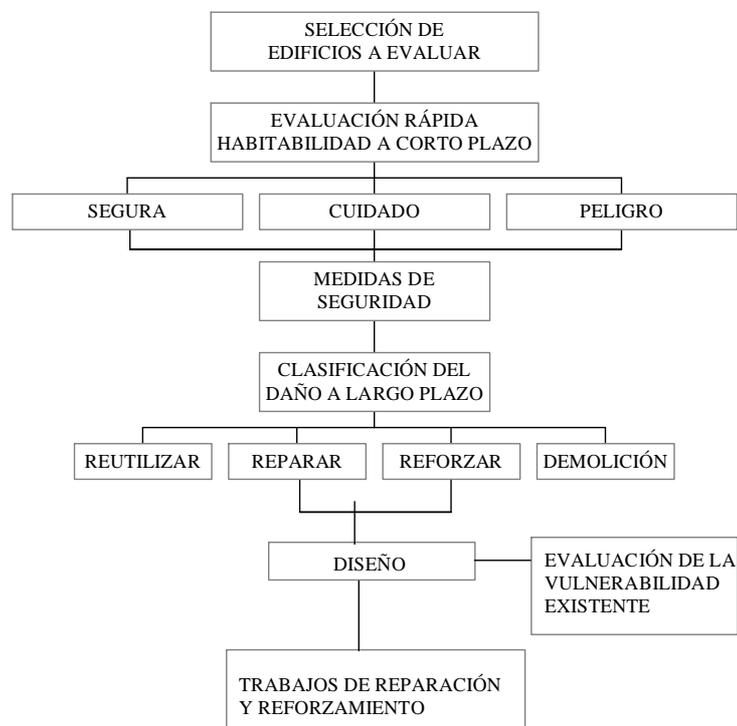


Figura II-2. Procedimiento de evaluación de daño por sismo en edificios, método japonés

Las evaluaciones son desarrolladas sólo para edificios con dos o tres pisos y más de un propietario. Los edificios al ser evaluados son seleccionados mediante una inspección

general después del sismo. Debido a la privacidad de los ciudadanos los resultados de inspección de habitabilidad son considerados sólo una sugerencia para éstos. Las recomendaciones sólo son obligatorias si está involucrada la seguridad de vecinos y transeúntes.

1.4 MÉXICO

El Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM desarrolló el “Manual de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones”, basado en investigaciones realizadas para el Departamento del Distrito Federal y publicado por el Instituto de Ingeniería como documento No 569 en septiembre de 1995. Posteriormente, la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica y la Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno del Distrito Federal publicaron una versión corregida bajo el mismo nombre “Manual de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones” en 1998.

Al igual que el proceso propuesto por el ATC-20, en este método se proponen tres niveles de evaluación: una evaluación rápida, una detallada, y una evaluación especializada que debe ser hecha por una oficina de ingeniería. A diferencia del ATC-20, en el cual se proponen unos aspectos a evaluar, en este método se proponen niveles de daño dependiendo del sistema estructural del edificio; en esto se asemeja al método japonés.

El objetivo principal de la primera fase de evaluación es dictaminar si los edificios que soportaron un sismo pueden mantener su uso o si el ingreso a ellas debe ser restringido o prohibido. Con esta información se intenta estimar la magnitud del desastre, identificando las características generales de los daños, lo que puede influir en mejoras o cambios en los reglamentos de construcción vigentes.

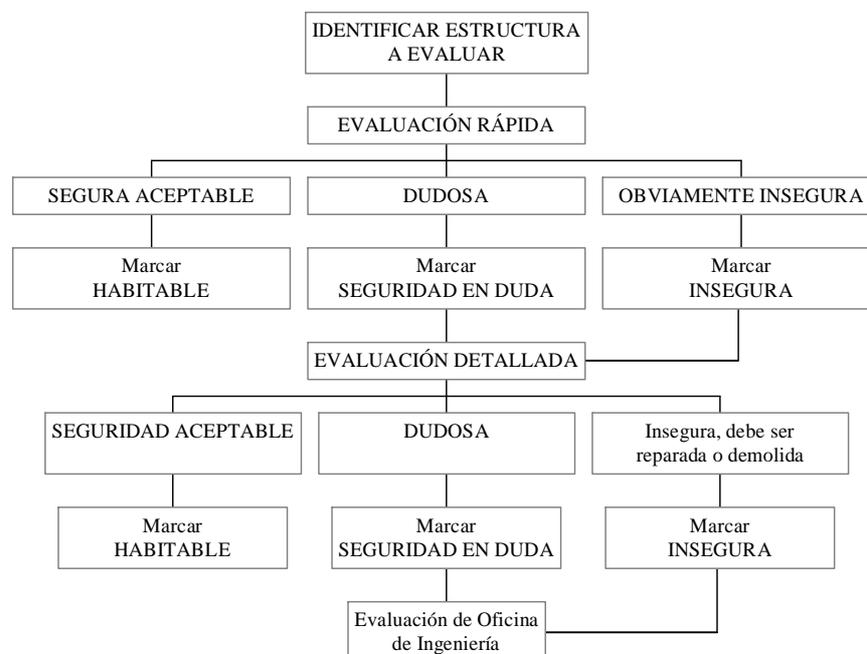


Figura II-3. Procedimiento de evaluación de daño por sismo en edificios, método mexicano

1.5 ITALIA

En Italia el propósito principal de la evaluación realizada después del terremoto de Friuli en 1976 fue la evaluación de daños para la cuantificación de las pérdidas económicas. Después del terremoto de Irpinia en 1980 la necesidad de contar con procedimientos para la evaluación de la habitabilidad fue evidente, sin embargo después del sismo no se hizo ningún esfuerzo con relación a desarrollar una metodología apropiada y los procedimientos y formatos variaron de un sismo a otro. Algunas propuestas académicas fueron publicadas (Goretti 2001).

Un programa de investigación dirigido a introducir los primeros niveles de habitabilidad y de inspección de daños empezaron en 1995, pero en 1997 ocurrió el terremoto de Umbría-Marche y los formatos no estaban en su versión final pero fueron utilizados. Con lo ocurrido en este sismo el formato fue revisado y probado en el terremoto de 1998 en Pollino. La versión final, con el manual fue publicada en el 2000.

Las inspecciones de edificios son realizadas por solicitudes de los ciudadanos al alcalde de la ciudad quien la remite al Centro de Coordinación de Evaluación de Daños, normalmente localizado en la zona epicentral. Las evaluaciones de edificios son recopiladas en este centro. Si se sugiere por los evaluadores el alcalde promulga decretos de evacuación o de uso limitado. Las medidas de control o mitigación sugeridas por los evaluadores, cuando son incorporadas en los decretos se convierten en obligatorias. No se usa el sistema de avisos pegados en los edificios.

Los daños son evaluados nuevamente por los diseñadores cuando el gobierno apoya financieramente la reparación de los edificios, ya que estas dependen del nivel de daño y de la necesidad de reforzamiento (vulnerabilidad).

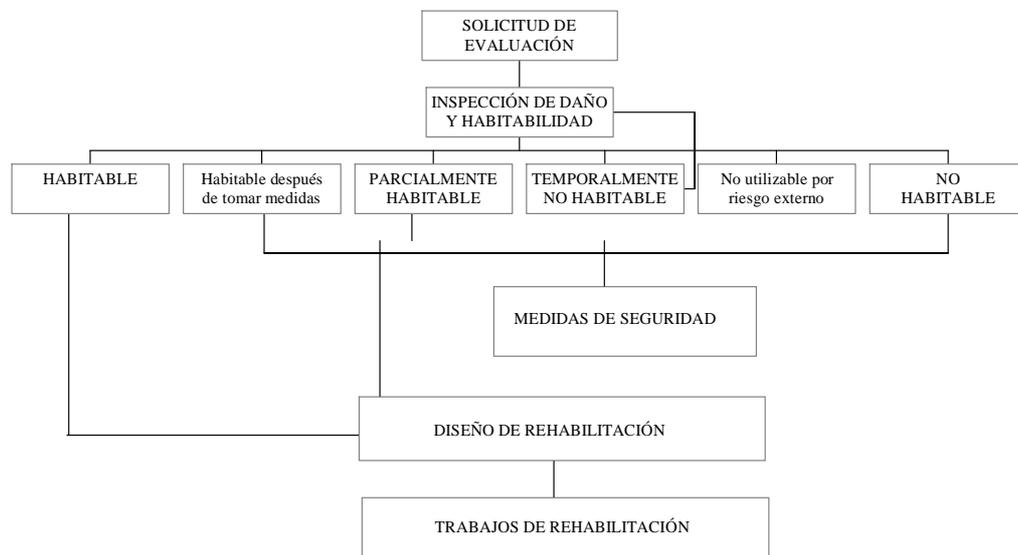


Figura II-4. Procedimiento de evaluación de daños y habitabilidad, método italiano.

1.6 COLOMBIA

En Colombia se han realizado trabajos en este campo en varias ciudades que se han ido ajustando con los diferentes sismos ocurridos. A raíz de los Decretos expedidos por el

gobierno nacional como consecuencia del terremoto de enero de 1999 en el Eje Cafetero del país, se dictaron disposiciones para la elaboración de un censo de inmuebles afectados. El censo buscaba la evaluación de los inmuebles afectados; para la adjudicación de subsidios, se especificó el nivel de la información y se definió la necesidad de un reconocimiento técnico especializado de la calificación y cuantificación de los daños estructurales, arquitectónicos y de servicios, en cada una de las viviendas e inmuebles afectados. Para este censo se desarrolló una metodología seis meses después de ocurrir el sismo. Se propusieron dos niveles de evaluación: una evaluación general y una detallada. La primera permitió hacer una revisión rápida del total de inmuebles existentes en el Eje Cafetero (320.000). La segunda permitió conocer con precisión el grado de afectación de aquellos inmuebles que habían sufrido daños. A diferencia de los anteriores, esta metodología fue diseñada para evaluar la afectación individual de cada inmueble y después del conjunto del edificio.

En los últimos años se han realizado trabajos importantes, con el fin de mejorar el conocimiento de la peligrosidad sísmica y para reducir el riesgo sísmico en los edificios, por lo que además del cumplimiento de los requisitos de diseño y construcción sismorresistente para edificios nuevos, se han llevado a cabo estudios de vulnerabilidad sísmica de edificios de importancia especial e instituciones educativas, con el fin de definir las necesidades y criterios de reforzamiento de sus estructuras. Dentro de esta política de reducción del riesgo sísmico, la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS, desarrolló un nuevo método que es de uso oficial en las ciudades de Bogotá y Manizales. Esta metodología incluyó un formulario único y una guía de campo diseñada para evaluar de manera específica cada uno de los edificios afectados, con el objetivo principal de determinar la seguridad de las construcciones, identificar aquellas que son obviamente peligrosas, las que pueden ser habitables, las que deben tener un uso restringido, las que no son habitables o presentan peligro de colapso por la presencia de daños severos o de elementos que amenazan la vida en un sector específico del edificio. De todas las metodologías desarrolladas la de AIS en Colombia es posiblemente la más moderna y más depurada, después de revisar y obtener de las demás metodologías existentes sus virtudes y evitar sus deficiencias. Por esta razón muchos de sus aportes y enfoques han sido considerados en el desarrollo de este trabajo.

2. ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN RÁPIDA O DE HABITABILIDAD

En la Tabla II-1 se resumen algunas características de las metodologías aquí presentadas, los alcances, número de formularios, con sus páginas y se relaciona si las metodologías cuentan con un manual y cual es la extensión en número de páginas.

Por el gran volumen de edificios que hay que evaluar inmediatamente después de un sismo de magnitud considerable, la evaluación rápida debe ser un procedimiento ágil que permita de forma expedita cubrir el mayor número de estructuras en poco tiempo, generar un panorama de la severidad de los daños, de las medidas de emergencia que se deben tomar, de las evaluaciones especializadas que se deben realizar posteriormente y no debe requerir personal demasiado calificado ya que normalmente no se cuenta con un número suficiente de profesionales expertos en el comportamiento de estructuras para el volumen de edificios afectados.

Tabla II-1. Características de las metodologías evaluadas

Método Características	Yugoslavia (1985)	ATC-20 -2 (1995)	Japón (1985)	México (1998)	Italia (2000)	Colombia (2002)
Evaluación de habitabilidad y de daños	Simultánea	2 tiempos	2 tiempos	2 tiempos	Simultánea	Simultánea
Número de formatos evaluación de edificios	1	2	2	2	1	1
Número de páginas	2 1 para completar y el reverso con los códigos y explicaciones	Rápido 1 Detallado 2	Rápido 2 Detallado 2	Rápido 1 Detallado 4	3	2
Avisos	NO	SI	SI	SI	NO	SI
Tiene manual?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
No. de páginas manual	20	152	141	84	109	47

Con el fin de tener un panorama sobre los alcances de las evaluaciones rápidas, se llevó a cabo un análisis de los formularios de las metodologías mencionadas anteriormente teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Objetivo de la evaluación
- Profesionales y tiempo de evaluación requerida
- Identificación, descripción e información general del edificio
- Inspección y descripción de los daños
- Criterios para la clasificación del daño
- Categorías de calificación global del edificio
- Recomendaciones y medidas de seguridad

A continuación se hace un resumen de los principales aspectos de las diferentes metodologías y sus respectivos formularios. En algunos casos se hace referencia sólo a algunas de ellas debido a que las demás tienen enfoques similares.

2.1 OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN

La evaluación rápida tiene como objetivo principal determinar si los edificios después del sismo están en capacidad de tener un uso normal o si la entrada debe ser restringida o prohibida. Se pretende con ésta reducir el número de pérdidas de vidas ante la posibilidad de vuelco y caída de objetos debido a la ocurrencia de réplicas. Sin embargo en las diferentes metodologías a veces se le asignan mayores alcances (Tabla II-2).

Tabla II-2. Comparación de objetivos y alcances evaluaciones rápidas según método

METODO	ATC-20 -2 (1989, 1995)	JAPON (1985)	MEXICO (1998)
OBJETO DE LA EVALUACIÓN	Inspeccionar y evaluar rápidamente y con el mínimo de personal los edificios del área afectada	Evaluar el nivel de daño y el riesgo que representan las estructuras dañadas sísmicamente	Identificación de edificios que a primera vista son seguros y las que requieren de una valoración posterior o presentan daños de importancia
ALCANCES DE LA INSPECCIÓN	Externa	Interna y Externa	Externa

2.2 PROFESIONALES Y TIEMPO DE EVALUACIÓN REQUERIDO

Las metodologías rápidas han sido diseñadas teniendo en cuenta la necesidad de tener un panorama general rápidamente y de emplear en este proceso el mayor número de personas relacionadas con la actividad de la construcción, pero sin requerir personal muy especializado como ingenieros estructurales y geotecnistas. Ver Tabla II-3.

Tabla II-3. Profesionales y tiempo de evaluación requerido – metodologías rápidas

METODO	ATC-20 (1989, 1995)	JAPON (1985)	MEXICO (1998)
PERFIL PROFESIONAL REQUERIDO	Inspectores calificados, ingenieros civiles o arquitectos con 5 años de experiencia o ingenieros estructurales	Técnicos y profesionales en obras civiles	Ingenieros civiles o arquitectos
TIEMPO DE EVALUACIÓN ESTIMADO	10 a 20 minutos	No se especifica	1 hora por edificio

2.3 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

Se hace necesario en cualquier procedimiento de evaluación de edificios, poderlas identificar de acuerdo a su localización, nomenclatura o nombre del edificio y definir algunos aspectos relacionados con sus características físicas como número de niveles, tipología estructural, etc. o aspectos relacionados con el uso ya que permiten entender y definir el edificio objeto de la evaluación, describirlo y visualizar su importancia desde el punto de vista de atención de la emergencia o número de personas que la ocupan.

Se realizó un análisis de los diferentes aspectos evaluados del edificio en cada una de las metodologías, se puede concluir que las preguntas básicas para la descripción e información del edificio son:

- Dirección
- Nombre del edificio
- Uso del edificio
- Tipo de estructura
- Número de niveles

Existen cuatro datos que aunque no son muy comunes en las metodologías se consideran importantes y son incluidos en las versiones más modernas, a raíz de las experiencias y aplicación de los formularios en diferentes sismos:

- La identificación del barrio o sector: debido a los problemas de estandarización de direcciones y a la necesidad de llevar a cabo posteriores cruces con la base de datos catastral
- El nombre y un teléfono de una persona de contacto: en caso de requerir una visita posterior o tener que llevar a cabo algún procedimiento de seguridad en el edificio es recomendable saber a quien se puede contactar
- El número de unidades residenciales con que cuenta el edificio y el número de unidades residenciales afectadas: para efectos de saber el número de familias afectadas
- El área del edificio, ya que con este dato y el porcentaje de daño se podrá estimar posteriormente las pérdidas económicas

2.4 INSPECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS

La evaluación de los daños normalmente incluye la revisión de condiciones generales de inclinación o estabilidad de la estructura, de los elementos estructurales, de los elementos no estructurales, riesgos geotécnicos y otros peligros como derrame de sustancias peligrosas, la Tabla II-4 resume los aspectos evaluados en cada método, y se refiere a los formularios de evaluación rápida del Anexo III.

Tabla II-4. Análisis sobre los aspectos incluidos en la inspección de los daños en los formularios de evaluación rápida

MÉTODO	ATC-20-2 (1995)	JAPON (1985)	MEXICO (1998)
Colapso total o parcial, edificio separado de la cimentación	X	X	X
Inclinación del edificio o de algún piso	X	X	X
Daños en muros o elementos estructurales	X	X	X
Daños en elementos arquitectónicos		X	X
Daños en instalaciones de servicios públicos		X	
Peligro de elementos que puedan caer	X	X	X
Grietas o movimientos del terreno	X		X
OTROS PELIGROS PRESENTES (derrames de tóxicos, líneas rotas)	X		X
Estimación del porcentaje de daño del edificio	X		

En el ATC- 20 normalmente para hacer la evaluación rápida se revisa el exterior de la estructura y el suelo alrededor del edificio, sólo se debe entrar al edificio en caso de que existan dudas. En las evaluaciones originales, los inspectores debían indicar si se presentaba o no alguna de las condiciones señaladas o si existían dudas, simplemente marcando una X en las casillas “SI”, “NO” o “EXISTEN DUDAS”.

Los aspectos evaluados en campo son los siguientes:

1. Colapso total o parcial, o separación entre la estructura y su cimentación.
2. Inclinación del edificio o de algún nivel
3. Daño en muros u otros miembros estructurales
4. Chimeneas, parapetos u otros elementos en peligro de caer
5. Grietas, movimiento del suelo deslizamiento de talud
6. Otros peligros (derrames tóxicos, líneas rotas, etc.)

En la propuesta de modificación del ATC 20-2, no se limitan a evaluar la presencia o no de estos daños, sino que califica la severidad de cada tipo de daño en *leve, moderado o severo* y se especifica el porcentaje estimado de daños totales del edificio.

En la inspección inmediata del método Japonés se tienen en cuenta aspectos tanto del exterior como del interior del edificio. La evaluación del estado del edificio es muy completa y un poco compleja para ser una evaluación inmediata para atención de emergencia.

En el método mexicano, se adoptaron los aspectos evaluados en el ATC-20 y sólo se debe indicar si se presentaba o no alguna de las condiciones evaluadas, simplemente marcando una X en las casillas “Si”, “No” o “Existen Dudas” al frente de cada pregunta.

2.5 CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL DAÑO

2.5.1 Estados Unidos – ATC-20

En las calificaciones originales del ATC-20 de 1989, con un “SI” como respuesta a cualquiera de las preguntas: 1. Colapso total o parcial, o separación entre la estructura y su cimentación, 2. Inclinación del edificio o de algún piso, 3. Daño en muros u otros miembros estructurales o 5. Grietas, movimiento del suelo deslizamiento de talud, se marca el edificio como “INSEGURO”, si necesita más revisión se marca como “ENTRADA LIMITADA” y un “SI” como respuesta a la pregunta 4. Chimeneas, parapetos u otros elementos en peligro de caer o a la pregunta 6. Otros peligros (derrames tóxicos, líneas rotas, etc.) se clasifica como “AREA INSEGURA”.

Generalmente sólo se observa el exterior del edificio, en la Tabla II-5 se encuentran los criterios que se tienen en cuenta para hacer una evaluación rápida.

Tabla II-5. Criterios para clasificación del daño en una evaluación rápida – ATC-20

Condición	Calificación
1. Edificios con colapso parcial o total o que se han movido de la cimentación.	Insegura
2. El edificio o una parte está significativamente inclinado.	Insegura
3. Daño severo obvio en los elementos estructurales principales, severo en muros y otros signos de daños severos.	Insegura
4. Peligro de falla de parapetos, chimeneas u otros elementos	Área insegura
5. Grandes grietas en el suelo, y movimientos considerables y desplazamientos en laderas.	Insegura
6. Presencia de otros peligros tales como derrames tóxicos, contaminación con asbestos, líneas de gas y de energía rotas,	Insegura o Área insegura

Según la nueva versión del ATC- 20-2, la presencia de condiciones *Severas* generalizadas identifica al edificio como *Inseguro (placa roja)*. Si se presenta condiciones *Severas* localizadas y *Moderadas* generalizadas el edificio se clasifica como de *Entrada restringida (placa amarilla)*. De lo contrario sólo se rotula como *Inspeccionado (placa verde)*.

2.5.2 Japón

En la inspección inmediata se tienen en cuenta aspectos tanto del exterior como del interior del edificio. Como se observa en la Tabla II-6 y la Tabla II-7, respectivamente.

Para determinar el nivel de riesgo en el edificio la evaluación se realiza en relación con dos tipos de componentes. A cada uno de los aspectos o puntos que se evalúan, se asocia un nivel de daño (A, B, C), y con base en ellos se lleva a cabo la clasificación. Se evalúa el estado de peligro o riesgo de el edificio se tienen en cuenta los criterios descritos en la Tabla II-8. Con base en los niveles de daño por las condiciones de vuelco o caída de elementos no estructurales se determina un nivel de riesgo como se indica en la Tabla II-9.

Tabla II-6. Evaluación del exterior del edificio

Aspecto de Inspección	Método de Inspección	Nivel A	Nivel B	Nivel C
Desplomo del edificio	Desplomo debido a asentamientos diferenciales	<1° (1/60)	1°- 2° (1/60 – 1/30)	≥ 2° (1/30)
Asentamiento del edificio	Asentamiento total por falla del subsuelo	< 0,2m	0,2 – 1,0m	≥ 1,0m
Falla en pilares exteriores de edificios con pórticos resistentes a momento (% pilares investigadas)	$\frac{\text{Numero pilares con nivel IV}}{\text{Numero pilares exteriores investigados}}$	< 10%	10 – 20 %	≥ 20%
	$\frac{\text{Numero pilares con nivel V}}{\text{Numero pilares exteriores investigados}}$	< 1%	1 – 10 %	≥ 10%
Falla en muros exteriores en edificios de muros estructurales (% muros investigados)	$\frac{\text{Longitud de muros con nivel IV}}{\text{Longitud muros exteriores investigados}}$	< 10%	10 – 20 %	≥ 20%
	$\frac{\text{Longitud muros con nivel V}}{\text{Longitud muros exteriores investigados}}$	< 1%	1 – 10 %	≥ 10%

Tabla II-6. Evaluación del exterior del edificio (continuación)

Desprendimiento y caída de objetos	Daños en vidrios de ventanas	< 1%	1 – 10 %	≥ 10%
	Daños en acabado exterior	Daño menor	Agrietamiento y separación parcial	Agrietamiento, separación y caída
	Daños en el acabado exterior Hormigón prefabricado Paneles de hormigón ligero Bloques	Grietas	Grietas importantes, se observa el otro lado del panel	Movimiento relativo en la grieta.
	Pasillo y Balcón Parapeto Publicidad de azoteas Tinacos Cuartos maquinas e instalaciones Sistema aire acondicionado Torres de enfriamiento Penthouse Chimenea de azotea Otros	Sin desplomo	Desplomo leve	Desplomo notable
Vuelco de objetos	Escalera exterior Terraza de bloques Depósitos de combustible Maquinas vendedoras automáticas Otros	Sin desplomo	Desplomo leve	Desplomo notable

Tabla II-7. Evaluación del interior del edificio

Aspecto de Inspección	Método de Inspección	Nivel A	Nivel B	Nivel C
Falla en pilares interiores en edificios a base de pórticos resistentes a momento (% pilares investigadas)	$\frac{\text{Número pilares con nivel IV}}{\text{Número pilares exteriores investigados}}$	< 10%	10 – 20 %	≥ 20%
	$\frac{\text{Número pilares con nivel V}}{\text{Número pilares exteriores investigados}}$	< 1%	1 – 10 %	≥ 10%
Falla en muros interiores de edificios a base de muros estructurales (% muros investigados)	$\frac{\text{Longitud de muros con nivel IV}}{\text{Longitud muros exteriores investigados}}$	< 10%	10 – 20 %	≥ 20%
	$\frac{\text{Longitud muros con nivel V}}{\text{Longitud muros exteriores investigados}}$	< 1%	1 – 10 %	≥ 10%
Peligro y riesgo de vuelco y caída de objetos	Acabados de techos Equipo de iluminación de los techos Instalaciones de gimnasio en muros y techos Muros divisorios Escaleras interiores Otros	Completamente sano	Incierto	Existe peligro de caída de objetos notable

Tabla II-8. Riesgo de inestabilidad estructural – Método japonés

Nivel de riesgo	Descripción
Peligro	Cuando los resultados de los puntos a evaluar en la inspección describen más de uno con nivel C, o más de dos con nivel B.
Precaución	Cuando los resultados sobre cada uno de los puntos que se inspeccionan incluyen más de uno con nivel B; o cuando el nivel de daño estructural en algunos elementos se describió con nivel igual o mayor a III.
Seguro	No se describen condiciones de inestabilidad estructural que clasifique el inmueble en nivel de “peligro” o precaución”

Tabla II-9. Riesgo en elementos no estructurales – Método japonés

Nivel de Riesgo	Descripción
Peligro	Cuando los resultados de las condiciones de los elementos no estructurales en la inspección describen más de uno con nivel C (con desplomo o inclinación, e elemento que los sostiene se encuentra en estado de deterioro notable), o más de dos con nivel B (daño parcial en el elemento sustentante o el desplomo es observable pero pequeño).
Precaución	Cuando los resultados de la inspección de las condiciones de elementos no estructurales incluyen más de uno con nivel B.
Seguro	No se describen condiciones de inestabilidad de objetos y elementos no estructurales que clasifiquen en nivel de “peligro” o precaución”

2.5.3 México

En esta etapa se tienen en cuenta siete criterios básicos, que son similares a los de la evaluación rápida del ATC-20, estos se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla II-10: Criterios básicos para la evaluación rápida – Método mexicano

Condición	Calificación
1. Derrumbe total o parcial del edificio, edificio separado con respecto a su cimentación o falla de ésta. Hundimientos provocados por el sismo.	Insegura
2. El edificio o cualquiera de sus pisos se encuentra apreciablemente inclinado.	Insegura
3. Daños importantes en elementos estructurales (pilares, vigas, muros, forjados, etc.)	Insegura
4. Daño severo en muros no estructurales, escaleras o foso de ascensores.	Insegura
5. Grandes grietas en el terreno, movimiento masivo del suelo.	Insegura
6. Elementos de fachada, vidrios, chimeneas u otros elementos en peligro de caer.	Área insegura
7. Presencia de otros tipos de riesgo (Ej. Derrames tóxicos, peligro de contaminación, líneas de gas rotas y líneas de energía caídas)	Área insegura

2.6 CATEGORÍAS PARA LA CLASIFICACIÓN GLOBAL DEL EDIFICIO

2.6.1 Estados Unidos – ATC-20

Como resultado de la evaluación se dan tres grados de seguridad: *Examinada*, *Entrada restringida* e *Insegura*. A continuación se encuentran las descripciones para esta clasificación.

Examinada (verde):

- La ocupación legal del edificio es permitida. Debe tenerse cuidado, en caso de réplica puede incrementarse el daño en el edificio y el riesgo para sus ocupantes.
- El daño presente en el edificio no representa peligro para la seguridad de sus ocupantes.
- No significa que no sean necesarias algunas reparaciones.

Entrada restringida (amarillo):

- a) La ocupación legal del edificio esta restringido a algunas zonas (que son especificadas y adecuadamente señalizadas).
- b) No existen claramente condiciones que hagan la ocupación del edificio insegura, pero el daño observado impide que se tenga una ocupación sin restricciones.
- c) Si el nivel de daño no es peligroso, pero es perjudicial para la salud o las condiciones de vida para una ocupación a largo termino.

Insegura (roja):

- a) Existe un riesgo inmediato asociado a la entrada, uso u ocupación del edificio.
- b) No indica que se requiera su demolición
- c) Sólo entran personas autorizadas

2.6.2 JapónPeligro:

- a) Se prohíbe el acceso al edificio
- b) Para los edificios que fueron calificados con el nivel de peligro en lo referente a la condición de los elementos no-estructurales cercanos a las puertas de entrada, se prohíbe el acceso a los mismos.
- c) Para edificios calificados en este nivel respecto a las condiciones de los elementos no-estructurales en zonas diferentes a las entradas, se prohíbe el acceso a dichas zonas.

Precaución:

- a) Para los edificios clasificados en este nivel, ya sea en la totalidad de la estructura o en forma parcial, se permite el acceso a los mismos, siempre y cuando se tomen las precauciones pertinentes.

Seguro:

- a) Se permite el acceso a los edificios que hayan sido calificados en este nivel en cualquiera de los aspectos de la evaluación, ya sea para la totalidad de la estructura o en forma parcial.

2.6.3 México

Como resultado de la evaluación se dan tres grados de seguridad: Habitable, Seguridad en duda e Insegura. Además de esta clasificación global, es posible señalar algunas áreas al interior o exterior del edificio como área insegura. Las descripciones para esta clasificación son las siguientes:

Habitable (verde):

- a) No se encuentra en peligro aparente.
- b) La capacidad original para resistir cargas no presenta disminución significativa.

- c) No ofrece peligro para las vidas humanas, se puede ocupar

Seguridad en duda (amarillo):

- a) Presenta disminución significativa en su capacidad para resistir cargas.
 b) La entrada de propietarios sólo es permitida con fines de emergencia y únicamente bajo su propio riesgo.
 c) No se permite su uso continuo, ni entrada al público.

Insegura (rojo):

- a) Alto riesgo, posible derrumbe ante réplicas del temblor principal.
 b) La entrada está prohibida.
 c) El edificio es inseguro para ocupar o entrar excepto por las autoridades.

2.7 RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

Normalmente todas las evaluaciones consideran la posibilidad de que se requieran otros estudios más detallados o especializados, se establecen unas medidas de seguridad y se deja un espacio de comentarios para ampliar los criterios de clasificación o las recomendaciones. En la Tabla II-11 se describen las recomendaciones y medidas de seguridad en cada método.

Tabla II-11. Análisis de las recomendaciones y medidas de seguridad en los formularios de evaluación rápida

METODO	ATC-20-2 (1995)	JAPÓN (1985)	MEXICO (1998)
OTRAS INVESTIGACIONES: Geotécnica, estructural, otra	X		X
MEDIDAS DE SEGURIDAD:			
Colocar barreras	X		X
Remover elementos en peligro de caer			X
Apuntalar			X
Operaciones de rescate			
Restringir el paso			
COMENTARIOS	X		X
COLOCACIÓN DE ROTULO			
NO SE REQUIERE NINGUNA REVISIÓN FUTURA			X

3. ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DETALLADA O EVALUACIÓN DE DAÑOS

Para estos formularios se realizó una comparación similar a la utilizada en la evaluación rápida teniendo en cuenta criterios similares:

- Objetivo de la evaluación
- Profesionales y tiempo de evaluación requerida
- Descripción e información del edificio
- Inspección y descripción de los daños

- Criterios para la clasificación del daño
- Categorías de calificación global del edificio
- Recomendaciones y medidas de seguridad

3.1 OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN

Generalmente este procedimiento tiene como objetivo evaluar de manera detallada los daños estructurales y no estructurales, con el criterio de personas con más experiencia para obtener con una aproximación razonable una noción sobre la seguridad de los edificios. Normalmente para aquellos métodos que cuentan con dos formularios, este tipo de evaluación se aplica para aquellos edificios clasificados con condiciones de seguridad dudosa o insegura en la evaluación rápida.

En la Tabla II-12 se describen los objetivos planteados en cada una de las metodologías.

Tabla II-12. Comparación de objetivos de las evaluaciones detalladas según método

METODO	YUGOSLAVIA (1985)	ATC-20-2 (1995)	JAPÓN (1985)	MEXICO (1998)	ITALIA (2000)	COLOMBIA (2002)
OBJETO DE LA EVALUACIÓN	Asegurar la obtención de un inventario único de los daños de los edificios localizados en zonas urbanas y rurales, para generar una base de datos que permita la realización del análisis de los daños y las pérdidas económicas.	Evaluar la seguridad y recomendar una clasificación, especialmente de aquellos edificios marcados inicialmente como de acceso restringido en la evaluación rápida	Determinar la necesidad de reparación y/o refuerzo de la estructura o de sus elementos constitutivos	Evaluar con una aproximación razonable y en un tiempo corto la seguridad de los edificios clasificados como seguridad en duda o inseguros en la evaluación rápida	Evaluar la cantidad global de pérdidas económicas directas y la vulnerabilidad de los edificios	Evaluar el nivel de daño y de la seguridad de los edificios después de un terremoto, que permita definir las acciones de rehabilitación y reconstrucción de las mismas.
TIEMPO DE REALIZACIÓN	Inmediatamente porque es una evaluación única	Después de la evaluación rápida	Una semana después de ocurrido el sismo	Después de la evaluación rápida	Inmediatamente porque es una evaluación única	Inmediatamente porque es una evaluación única

3.2 PROFESIONALES Y TIEMPO DE EVALUACIÓN REQUERIDO

Las evaluaciones detalladas o estructurales están diseñadas para ser realizadas por inspectores con experiencia en diseño estructural y en el comportamiento sísmico de los edificios y por su nivel de complejidad y completitud toman más tiempo para su realización que las evaluaciones rápidas (Ver Tabla II-13).

Tabla II-13. Profesionales y tiempo de evaluación requerido según metodología de evaluación detallada

METODO	YUGOSLAVIA (1985)	ATC-20 (1995)	JAPÓN (1985)	MEXICO (1998)	COLOMBIA (2002)
PERFIL PROFESIONAL	Ingeniero estructural, ingeniero civil o arquitecto y un auxiliar técnico	Ingenieros estructurales y en caso de problemas geotécnicos un especialista en esta área	Ingeniero especialista en estructuras	2 ingenieros civiles, y si hay problemas de suelos, 1 debe ser especialista en geotecnia	Comisiones de dos personas, en lo posible lideradas por ingeniero estructural o por el profesional de más amplia experiencia en construcción
TIEMPO DE EVALUACIÓN ESTIMADO	No especifica	1 a 4 horas	2 horas a 1 día por edificio	2 a 8 horas	No especifica

3.3 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y TIPO DE EDIFICIO

Para la identificación del edificio se utilizan diferentes criterios como la dirección y la identificación catastral; para la descripción parámetros como el número de pisos, el uso, la edad y el área del edificio o de su base; para la clasificación del tipo de edificio el sistema y material de la estructura, del tipo de cubierta y del tipo de cimentación, la configuración y otras condiciones pre-existentes del edificio, se presenta en la Tabla II-14 el resumen de los parámetros utilizados.

En la Tabla II-14 se enumeran diferentes aspectos de la descripción, identificación y tipo de edificio considerados en las diferentes metodologías, se refieren a los formularios de evaluación detallada del Anexo III.

Tabla II-14. Descripción del edificio en los formularios de evaluación detallada

Método	YUGOSLAVIA (1984)	ATC-20-2 (1995)	JAPÓN (1985)	MEXICO (1998)	ITALIA (2000)	COLOMBIA (2002)
Dirección	X	X	X	X	X	X
Nombre del edificio	X	X	X		X	X
Sector o barrio	X			X		
Uso del edificio	X	X	X	X	X	X
Tipo de estructura	X	X	X	X		X
Tipo de cubierta	X			X	X	
Tipo de cimentación	X		X	X		
Calidad de la construcción	X		X			X
Número de pisos	X	X	X	X	X	X
Número de apartamentos	X	X			X	X
Pérdidas humanas	X			X		X
Persona de contacto		X	X		X	X
Edad de la construcción	X			X	X	X
Posición del edificio en la manzana	X			X	X	X
Configuración en planta o en altura	X			X	X	X
Reparaciones por sismos anteriores	X			X		X
Área del edificio	X	X	X	X	X	X
Esquema	X	X	X	X	X	X

3.4 INSPECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS

Esta evaluación incluye la revisión de condiciones peligrosas de la estructura en general, de los elementos estructurales, de los elementos no estructurales y riesgos geotécnicos. Los aspectos a evaluar se describen en la Tabla II-15, y se refieren a los formularios de evaluación detallada del Anexo III.

Tabla II-15. Análisis sobre la inspección de los daños del edificio en los formularios de evaluación detallada

Condición peligrosa en	Elementos	YUGOSLAVIA (1984)	ATC-20-2 (1995)	JAPÓN (1985)	MÉXICO (1998)	ITALIA (2000)	COLOMBIA (2002)
1. Estructura en general	Colapso parcial o total	X	X	X	X		X
	Inclinación del edificio o uno de sus niveles		X	X	X		X
	Otro		X		X		X
2. Elementos estructurales	Cimentación		X	X	X		
	Techos y pisos	X	X	X	X	X	
	Pilares, pilastras	X	X	X	X		X
	Diafragmas y elementos horizontales		X		X	X	X
	Muros y elementos verticales	X	X		X	X	X
	Pórticos resistentes a momentos		X		X		
	Otro		X			X	X
3. Elementos no estructurales	Parapetos/ ornamentación		X		X	X	X
	Ventanería		X		X		
	Cielorrasos y luces		X		X	X	
	Muros interiores/ particiones	X	X	X	X		X
	Elevadores		X		X		
	Escaleras y salidas	X	X	X	X		X
	Chimeneas		X			X	
4. Geotécnicos	Instalaciones eléctricas y de gas	X	X		X	X	X
	Otro		X		X	X	X
	Fallas de laderas	X	X				X
	Movimientos del suelo, fisuras	X	X	X	X	X	X
	Otro		X			X	

3.5 CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL EDIFICIO (DAÑO Y/O HABITABILIDAD)

3.5.1 Antigua República Yugoslava de Macedonia

En la Tabla II-16 se encuentran los cinco niveles utilizados en la clasificación del daño de los elementos estructurales. Para elementos no estructurales e instalaciones son utilizadas categorías similares.

Tabla II-16. Niveles de daño estructural – Método yugoslavo

Niveles	Descripción
Ninguno	Sin daño visible en los elementos estructurales. Posibles fisuras en el revoque de paredes y techos. Se observan pocos daños en la construcción.
Ligero	Fisuras en el revoque de paredes y techo. Grandes partes de revoque caído de las paredes y techo. Distorsión, agrietamiento y deterioro parcial con caída del techo de cubierta. Fisuras en elementos estructurales
Moderado	Fisuras diagonales y de otro tipo, en paredes con aberturas. Fisuras grandes en elementos estructurales de hormigón armado pilares, vigas y muros. Derrumbe parcial o total de chimeneas y áticos. Dislocación, agrietamiento y caída del techo.
Fuerte	Grietas grandes con o sin separación de paredes y con trituración del material. Grietas grandes con trituración del material de las paredes entre las aberturas de los elementos estructurales. Grietas grandes con pequeña dislocación de elementos de hormigón armado pilares, vigas y muros. Pequeña dislocación de elementos constructivos y de toda la construcción.
Severo	Los elementos estructurales y sus uniones están muy dañados y dislocados, con un número grande de ellos destruidos. La construcción presenta ruina parcial o total.

El daño del edificio total, se clasifica en las mismas cinco categorías utilizadas para los daños en elementos estructurales, no estructurales e instalaciones.

3.5.2 Estados Unidos - ATC-20

En las calificaciones originales del ATC-20 de 1989, con un “SI” como respuesta a cualquiera de las preguntas 1, 2, o 4, es decir si son observadas condiciones peligrosas en las categorías de estructura global, elementos estructurales, o riesgos geotécnicos, el edificio es clasificado como *Inseguro*. Si se sospecha que su condición es insegura y necesita más revisión se marca se marcan las casillas indicadas de en que aspectos existen dudas y se marca el edificio como *Entrada Restringida*. Si se encuentran condiciones de riesgo en elementos no estructurales, es decir un “SI” como respuesta a la pregunta 3, se requiere colocar barreras en el área afectada y es señalado el edificio como *Área Insegura*.

En la Tabla II-17 se encuentran los criterios generales para la evaluación detallada de un edificio.

Tabla II-17. Criterios para una evaluación detallada – ATC- 20

Elementos de inspección	Descripción
Daño global (Insegura)	Muros con agrietamiento severo, algunos niveles o todo el edificio tienen inclinación notable, colapso total o parcial.
Sistema de cargas verticales (Insegura)	Pilares notablemente inclinados o fallados. Cubierta o forjados se encuentran separados de muros y otros elementos de soporte vertical. Riesgo de pérdida del soporte vertical.
Sistema de cargas laterales (Insegura)	Pórticos resistentes a momentos con fallas, inclinados o seriamente degradados. Agrietamiento severo en muros de cortante. Falla de apuntalamientos o refuerzos verticales. Falla incipiente o significativa de elementos que llevan cargas laterales o de las conexiones.
Efectos P-Delta (Insegura)	Presencia de deformaciones residuales en pórticos de varios pisos.
Degradación del sistema estructural (Insegura)	Degradación severa del sistema estructural, la degradación severa de la rigidez y la ductilidad reducen la seguridad de la estructura, especialmente en sistemas de hormigón y mampostería
Amenaza de caída (Insegura)	Los parapetos, la ornamentación, muros divisorios e instalaciones de luz pueden estar en peligro de caer.
Inclinación o falla de la cimentación (Insegura)	La licuación, los grandes movimientos del suelo, y fallas en la superficie pueden ocasionar graves daños a la estructura. La presencia de deslizamientos puede poner en duda la seguridad.
Otras amenazas (Insegura)	Derrames de materiales peligrosos o desconocidos.

Para una correcta evaluación del sistema estructural, el ATC-20 da una serie de puntos que deben ser inspeccionados dependiendo del sistema estructural que tenga el edificio que se evalúa.

3.5.3 Japón

- **Habitabilidad**

Para la inspección de habitabilidad se deben evaluar los siguientes aspectos y cada aspecto será clasificado como A, B o C dependiendo del daño y/o el riesgo:

Riesgo estructural

- Asentamiento general
- Inclinación general
- Daño estructural

Riesgo no estructural

- Caída de objetos
- Vuelco de objetos

Asentamiento o inclinación general:

La inclinación general o el asentamiento general es considerado como el movimiento de un cuerpo rígido debido a fallas en el suelo o en la cimentación. El asentamiento general se clasifica como A, B o C, si es menor a 20 cm, entre 20 y 100 cm o superior a 100 cm respectivamente. La inclinación general se clasifica como A, B o C, si es menor que un grado, entre 1 y 2 grados o superior a 2 grados respectivamente.

Riesgo estructural:

El daño estructural es evaluado en el piso de mayor daño para los elementos verticales (pilares o muros para los edificios de hormigón armado), los cuales se evalúan de manera separada los elementos externos y los internos. Para cada pilar o muro estructural según el caso se clasifica el tipo de daño (entre I y V) según la clasificación dada en la Tabla II-18. En el caso de pórticos resistentes a momentos, cuando el daño de las vigas resulte superior al de los pilares se deberá considerar el nivel de daño de las vigas como el nivel de daño de la estructura.

Tabla II-18. Clasificación de tipo de daño en pilares, vigas o muro estructural

Nivel de daño	Descripción del tipo de daño en pilares o muros
I	Agrietamiento muy pequeño, no se distingue a simple vista (ancho de grieta < 0.2mm)
II	Agrietamiento distinguible a simple vista (ancho de grieta entre 0.2 y 1.0 mm)
III	Aparecen grietas comparativamente grandes, en los casos extremos se presenta desprendimiento incipiente del hormigón (ancho de grieta entre 1.00 y 2.00mm)
IV	Aparición de gran cantidad de grietas anchas (ancho de grietas mayor a 2.00mm). Desprendimiento severo del recubrimiento de hormigón y exposición del refuerzo longitudinal.
V	Pandeo del refuerzo longitudinal, aplastamiento del hormigón del núcleo, a simple vista se aprecia deformación vertical en pilares (o bien, muros estructurales). Es característico observar fenómenos de asentamiento y/o desplomo. En algunos casos se puede observar falla por tensión del refuerzo longitudinal (fractura).

El daño estructural es clasificado A, B o C de acuerdo con los criterios de la Tabla II-19

Tabla II-19. Clasificación del nivel de riesgo de acuerdo al daño de los elementos estructurales

	A Menor	B Intermedio	C Grande
Relación de daño en pilares o muros con nivel de daño IV (B_{iv}/A)	Menor al 10%	10%-20%	Mayor del 20%
Relación de daño en pilares o muros con nivel de daño V (B_v/A)	Menor al 1%	1%-10%	Mayor del 10%

Riesgo no estructural:

Los elementos no estructurales evaluados se clasifican directamente como A, B o C teniendo en cuenta si están desprendidos y tienen la posibilidad de que caerse o de acuerdo con su potencial de vuelco.

Clasificación de habitabilidad del edificio:

La clasificación de habitabilidad del edificio depende del número de B o C resultado de la evaluación de todos los puntos, como se observa en la Tabla II-20.

Tabla II-20. Relación entre daño y habitabilidad

Clasificación de habitabilidad	Criterio
Peligro	El edificio tiene 1 o más puntos con grado de daño C, o por lo menos 2 puntos con grado de daño B
Precaución	El edificio tiene por lo menos 1 punto con grado de daño B, o al menos un pilar con nivel de daño III
Segura	Todos los elementos fueron clasificados con A y todos los elementos tiene daño inferior al nivel III

• **Evaluación del daño**

Para la evaluación del daño, la evaluación del edificio involucra 5 niveles lingüísticos (Ninguno, ligero, menor, medio, severo y colapso o falla total). Estos niveles se evalúan mediante la relación que se observa en la Tabla II-21 con el índice de daño D.

Tabla II-21. Relación de la clasificación lingüística con el índice de daño D

Grado de daño del edificio	Criterio
Ninguno	$D=0$
Ligero	$D \leq 5$
Menor	$5 < D \leq 10$
Medio	$10 < D \leq 50$
Severo	$D > 50$
Falla total	$D_5=50$

Como en la habitabilidad la clasificación del daño requiere el análisis de los asentamientos generales, la inclinación general, junto con el daño estructural. El daño no estructural está incluido en el formato para fines de habitabilidad, pero no contribuye a la clasificación del daño.

Asentamientos generales e inclinación general:

Si el asentamiento general es menor de 20 cm, entre 20 y 100 cm o mayor de 100 cm, el daño en el edificio es clasificado como menor, medio o severo, respectivamente. Si la inclinación general es menor a 1/100 radianes, entre 1/100 y 3/100 radianes, entre 3/100 y 6/100 radianes, mayor a 6/100 radianes, el daño en el edificio se clasifica como ligero, medio, severo o colapso respectivamente.

Daño estructural:

El daño en los elementos estructurales se calcula de la siguiente manera: el número de pilares con la misma clasificación de daño se denomina como B_i ; o en el caso de muros estructurales la longitud de muros con la misma clasificación se denomina B_i y la relación de daño D_i es calculada como la relación de B_i respecto al número total de pilares A en el piso bajo evaluación. Con base en los valores para A y B_i , se calcula la cuantía de daño D_i como se indica a continuación:

En sistemas de pórticos resistentes a momentos, si las vigas presentan un nivel de daño mayor al observado en pilares, el nivel de daño de los pilares localizados en los extremos de la viga dañada se considera igual al de la viga dañada.

El índice de daño se obtiene a través del daño estructural mediante la siguiente expresión

$$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5$$

$$D_1 = 10B_1/A \quad (\text{para } B_1/A \leq 0.5)$$

$$= 5 \quad (\text{para } B_1/A > 0.5)$$

$$D_2 = 26B_2/A \quad (\text{para } B_2/A \leq 0.5)$$

$$= 13 \quad (\text{para } B_2/A > 0.5)$$

$$D_3 = 60B_3/A \quad (\text{para } B_3/A \leq 0.5)$$

$$= 30 \quad (\text{para } B_3/A > 0.5)$$

$$D_4 = 100B_4/A \quad (\text{para } B_4/A \leq 0.5)$$

$$= 50 \quad (\text{para } B_4/A > 0.5)$$

$$D_5 = 1000B_5/A \quad (\text{para } B_5/A \leq 0.5)$$

$$= 50 \quad (\text{para } B_5/A > 0.5)$$

cuando $B_5/A > 0.5$, se considera que la estructura falló.

Lo anterior se puede resumir mediante la siguiente fórmula y la Tabla II-22.

$$D = \sum_i D_i = \sum_i w_i e_i$$

Tabla II-22. Pesos y máxima extensión para cada nivel de daño

Nivel de daño	0	I	II	III	IV	V
Peso w_j	0	10	26	60	100	1000/7
$(w_j e)_\text{max}$		5	13	30	50	50

Clasificación del grado de daño del edificio:

La clasificación final del edificio respecto al grado de daño deberá ser tomada como el nivel de daño más severo resultado de la clasificación en asentamiento, inclinación y elementos estructurales.

La sugerencia para el propietario del edificio con relación a la reparación del edificio, reforzamiento o demolición depende de la intensidad del sismo. La relación entre el daño y la intensidad registrada se puede considerar como una función de vulnerabilidad y se observa en la Tabla II-23.

Tabla II-23. Relación de la clasificación de daño con el tipo de rehabilitación

Intensidad sísmica		GRADO DE DAÑO				
Escala JMA	Escala MM	Ligero	Menor	Medio	Severo	Colapso
IV o menos	VII o menos	○	●	X	X	X
V	VIII	○	○	●	X	X
	IX	○	○	○	●	X
VI o más	X o más					

Escala JMA: Escala de la Agencia Meteorológica de Japón

Escala MM: Escala Modificada de Mercalli

○ Reparar y reusar

● Reparar o reforzar (necesita investigación en detalle)

X Reforzar (necesita investigación en detalle) o demolición

3.5.4 México

En este método se clasifica la seguridad o habitabilidad del edificio a partir de tres aspectos diferentes: evaluación de la seguridad de la cimentación, evaluación de la seguridad de la estructura (sea de hormigón, mampostería o metálica), y la evaluación de la seguridad de los elementos no estructurales.

Evaluación de la seguridad de la cimentación

Dentro de la evaluación de seguridad de la cimentación se busca la presencia de inclinación en el edificio, grietas en el suelo o desplazamientos de muros de contención, emersión o hundimiento del edificio, y su grado de daño se describe por medio de tres categorías básicas de riesgo: A (Aceptable), B (Intermedio) y C (Alto).

En el caso de máxima inclinación del edificio, el daño se evaluará con base en los valores de **a**. Este parámetro se define como:

$$a = 100/(100+3H)$$

H= Altura del edificio en metros

El grado de daño considerando la inclinación **a** (desplome entre altura total), se define como:

$$\begin{aligned} \% \text{ inclinación} &\leq a && \Rightarrow \text{Clasificación A} \\ a < \% \text{ inclinación} &\leq 1.5 a && \Rightarrow \text{Clasificación B} \\ \% \text{ inclinación} &> 1.5 a && \Rightarrow \text{Clasificación C} \end{aligned}$$

En lo que se refiere al asentamiento **S** o emersión **E**, se evaluará el daño de acuerdo al valor medio de éstos. En caso de edificios colindantes se debe considerar lo siguiente:

Asentamiento (S)	$S \leq 10 \text{ cm}$	\Rightarrow Clasificación A
	$10 \text{ cm} < S \leq 20 \text{ cm}$	\Rightarrow Clasificación B
	$S > 20 \text{ cm}$	\Rightarrow Clasificación C
Emersión (E)	$E \leq 20 \text{ cm}$	\Rightarrow Clasificación A
	$20 \text{ cm} < E \leq 30 \text{ cm}$	\Rightarrow Clasificación B
	$E > 30 \text{ cm}$	\Rightarrow Clasificación C

En construcciones aisladas se sugiere tomar como valores límite de asentamiento los propuestos en caso de emersión.

En zonas de ladera, se recomienda examinar el área para averiguar la existencia de posibles deslizamientos de talud. Los edificios localizados en un área donde existen peligros geotécnicos, deberán ser clasificados como inseguro o cuidado.

En zonas de problemas geotécnicos previamente identificados se debe contar con el juicio de un especialista.

Evaluación de la seguridad de la estructura

En la evaluación de la seguridad de la estructura se realiza en el nivel que presenta mayor daño y se identifica el porcentaje de elementos (pilares) con diferentes grados de daño, teniendo en cuenta el interior y el exterior de la estructura.

Para este tipo de evaluación se definen cinco niveles de daño para cada sistema estructural, para el caso de hormigón armado estos niveles se describen en la Tabla II-24.

Tabla II-24. Criterios para determinar el grado de daño de miembros estructurales en hormigón armado

Grado	Estado de daño de miembros estructurales
I	Grietas pequeñas pero visibles sobre la superficie de hormigón. (Grietas con ancho menor de 0.2 mm)
II	Grietas claramente visibles sobre la superficie del hormigón. (Grietas con ancho entre 0.2 y 1.0 mm)
III	Agrietamiento local del recubrimiento de hormigón. Grietas grandes (ancho entre 1 y 2 mm)
IV	Agrietamiento apreciable del hormigón. Pérdida del recubrimiento del hormigón y presencia de barras expuestas.
V	Barras de refuerzo pandeadas, núcleo del hormigón agrietado, aplastamiento de la pilar/muro, asentamiento o inclinación en el sistema de piso.

Dependiendo del porcentaje de elementos que presenten daños de grado IV y V se dan tres clasificaciones posibles de riesgo A, B, o C, por ejemplo:

Grado IV	< 10%	Clasificación A
	10% -30%	Clasificación B
	> 30%	Clasificación C
Grado V	< 5%	Clasificación A
	5% -15%	Clasificación B
	> 15%	Clasificación C

Cuando el grado de daño de las vigas es superior al de los pilares se evalúan las vigas. Si el marco está conformado por elementos prefabricados se recomienda evaluar el comportamiento de las uniones. En el caso de elementos pretensados o postensados es recomendable evaluar el comportamiento de los anclajes.

Evaluación de los elementos no estructurales

En la evaluación de los elementos no estructurales se presta especial atención a fachadas, elementos divisorios, puertas, ventanas, falsos techos e instalaciones como aire acondicionado, ventilación y calefacción y se califican según el nivel de riesgo A, B o C. Entre los tipos de daño que deben contemplarse durante la inspección se incluyen las fallas de anclaje, fractura o deformación excesiva en las conexiones o deslizamiento excesivo de las mismas.

El daño severo de los elementos estructurales no implica clasificar la estructura como insegura. Cuando la estructura se clasifique como habitable pero existan daños en dichos elementos, generalmente sólo se deben restringir las áreas inseguras. Cuando se presente peligros alrededor de la entrada del edificio, debe clasificarse el área como insegura y prohibirse la entrada.

Calificación global del edificio

La calificación de seguridad del edificio se hace teniendo en cuenta los criterios de la Tabla II-25, después de haber evaluado el terreno y cimentación, asentamiento, inclinación y daños de miembros estructurales:

Tabla II-25. Criterios para la clasificación global, método mexicano

Nivel de riesgo	Descripción
Insegura	Si fueron asignadas dos o más calificaciones de daño C o cuatro o más de calificación de daño B.
Seguridad en Duda	Se asigno como máximo una clasificación de daño C o tres B. También los casos de estructuras de pórticos, que tienen al menos un pilar con grado de daño V.
Habitable	No corresponde a las anteriores.

3.5.5 Italia

Los elementos en los cuales se basa la evaluación de la habitabilidad son los siguientes:

- El sismo de referencia que deben soportar los edificios
- Los daños del edificio
- La vulnerabilidad del edificio

El sismo ocurrido normalmente se considera como el sismo de referencia que el edificio debe soportar nuevamente con excepción de las zonas no epicentrales donde se espera que puedan ocurrir réplicas, las cuales pueden ser superiores al sismo inicial en uno o dos grados de intensidad. La falta de conocimiento sobre las crisis sísmicas, hace que en la mayoría de los casos se considere que el edificio debe soportar otro sismo igual al ocurrido.

El daño del edificio es el principal elemento en la evaluación de habitabilidad. El análisis se extiende a los elementos estructurales, no estructurales, el suelo y la cimentación y los elementos externos. La definición del nivel de daño estructural está basada en la escala macrosísmica europea EMS98, como se puede apreciar en la Tabla II-26.

Tabla II-26. Niveles de daño estructural, método italiano

Nivel de Daño	Descripción
D1: Daño ligero	Es un daño que no cambia de manera significativa la resistencia de la estructura y no perjudica la seguridad de los ocupantes.
D2-D3: Daño moderado- grave	Es un daño que cambia de un modo significativo la resistencia de la estructura.
D4- D5: Daño gravísimo	Es un daño que modifica de un modo evidente la resistencia de la estructura, llevándola al límite del colapso total o parcial de los elementos estructurales principales, incluye el colapso.

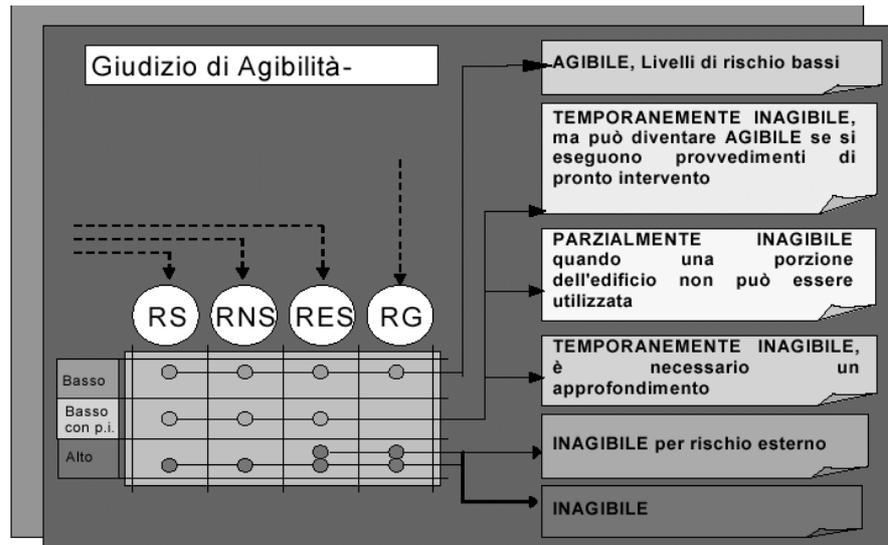
La estimación de la extensión del daño, se hace de manera porcentual para cada uno de los niveles de daño e individualmente para elemento de la lista. Por ejemplo, un edificio de muros de tres pisos en los cuales en el piso tres existe un 60% de los muros dañados con nivel D2-D3, la extensión del daño con relación a todo el edificio es $60\% \times 1/3 = 20$, por lo tanto se marca como $< 1/3$. La suma de la extensión del daño para una fila no puede ser superior a 1.

Para cada elemento no estructural se indica solamente si hay presencia o no de daños sin especificar el porcentaje, y señalando abajo la modalidad de selección múltiple las medidas de emergencia: Ninguna, Remoción, Apuntalamiento, Reparación, Prohibir entrada, Barrera de protección.

Para la evaluación de riesgos se tiene en cuenta si estos son dentro del edificio, en el acceso o en las vías laterales, adicionalmente se evalúan los efectos de sitio y los daños o problemas en taludes y cimentaciones.

Calificación global del edificio

La habitabilidad del edificio es una combinación de la evaluación del riesgo estructural, no estructural, el geotécnico y el riesgo externo como se muestra en la siguiente figura.



Una vez analizado el daño, los cambios en las condiciones estructurales y no estructurales y el comportamiento esperado del edificio (seguridad para la vida), se analiza la relación entre daño y habitabilidad, las cuales no están estrictamente definidas pero siguen unas sugerencias que se resumen de la siguiente manera en la Tabla II-27.

Tabla II-27. Relación entre daño y habitabilidad, método italiano

Daño elementos estructurales	Clasificación
D0, D1	Habitable
D2	Habitable, pero también habitable parcialmente, o no habitable dependiendo de la extensión del daño
D3 o mayor	No Habitable
Riesgo para la vida debido a daños no estructurales	Clasificación
Bajo	Habitable
Alto pero se puede reducir con medidas de protección	Habitable después de medidas
Alto	Parcialmente habitable, no habitable

El riesgo estructural está asociado a la capacidad de la construcción de soportar globalmente los esfuerzos. Viene determinado por el daño de los elementos estructurales, con relación a la tipología estructural y al mecanismo de daño, si el sismo de referencia es igual o inferior al registrado. La vulnerabilidad debe ser evaluada cuando se esperan sismos de referencia de intensidad mayor que la sentida y el edificio no está seriamente afectado. La información sobre la vulnerabilidad se recoge con el fin de evaluar el comportamiento futuro del edificio.

El riesgo externo está ligado a la posibilidad de colapso total o parcial del edificio vecino, sobre el edificio objeto de evaluación o sobre la vía de acceso. El riesgo geotécnico, está asociado a la reducción de la capacidad portante del terreno de la cimentación o a un posible movimiento del terreno, que represente peligro para los ocupantes. El riesgo bajo está relacionado con la posibilidad de que no exista daño y de que la vulnerabilidad no sea muy alta.

Si al menos una de las calificaciones de riesgo es alta, se orientará la clasificación hacia la no habitabilidad. La no habitabilidad podrá ser parcial cuando el riesgo elevado se localiza en una porción limitada del edificio, mientras que para la otra porción del edificio permanece bajo para los cuatro indicadores de riesgo. Cuando el riesgo elevado puede ser reducido con medidas de intervención que se pueden realizar rápidamente el edificio puede

considerarse habitable después de medidas. En este caso es indispensable que se indique exactamente cuales son las medidas que se deben aplicar y que son indispensables para mantener la habitabilidad. Cuando el riesgo estructural, o estructural y geotécnico son bajos pero el riesgo externo es alto y no se puede reducir con medidas de pronta intervención se clasifica como no habitable por riesgo externo.

3.5.6 Colombia

Aquí se hace especial referencia a la metodología de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica utilizada en Bogotá. También existe una versión ampliada para la ciudad de Manizales. En ambos casos es importante indicar que se han incorporado enfoques de las otras metodologías aquí mencionadas, pero que se han simplificado al máximo para hacer eficiente el proceso de inspección. En otras palabras estas metodologías recogen la mayoría de los aspectos de otras metodologías en forma consistente y se simplifica la calificación demostrando su equivalencia y pertinencia.

Los elementos estructurales y no estructurales que se evalúan dependen del tipo de sistema estructural del edificio. Para cada uno de los elementos estructurales y en cada nivel de daño (Ninguno / muy leve, leve, moderado, fuerte, severo) se asigna un porcentaje (equivalente a la cantidad o extensión) del daño dependiendo de lo observado por el evaluador. Para los elementos no estructurales se combina la extensión y la severidad de los daños en la clasificación. A partir de la información del daño (nivel y porcentaje) que se presenta en cada tipo de elemento y del tipo de elementos involucrados se obtiene la noción de la gravedad del daño en el piso o la planta de mayores daños.

Un ejemplo de las definiciones de niveles de daño para elementos estructurales en hormigón son:

- **Ninguno / muy leve:** Algunas fisuras de ancho menor a 0.2 mm, casi imperceptibles sobre la superficie del hormigón.
- **Leve:** Fisuración perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm sobre la superficie del hormigón.
- **Moderado:** Grietas con anchos entre 1.0 mm y 2.0 mm en la superficie del hormigón, pérdida incipiente del recubrimiento.
- **Fuerte:** Agrietamiento notable del hormigón, pérdida del recubrimiento y exposición de las barras de refuerzo longitudinal.
- **Severo:** Degradación y aplastamiento del hormigón, agrietamiento del núcleo y pandeo de las barras de refuerzo longitudinal. Deformaciones e inclinaciones excesivas.

Con base en la metodología propuesta por el ATC-13 (Applied Technology Council, 1985) basada en estados de daño, que han sido obtenidos de relaciones demanda contra capacidad en términos de rigidez, resistencia y disipación de energía, se proponen una guía con los porcentajes de daño. Ver Tabla II-28.

Tabla II-28. Porcentajes de daño

Caracterización de Daño	Rango de Daño %	Índice de Daño	Descripción
1. NINGUNO	0	0	Sin daño
2. LEVE	(0-10)	5	Daño menor localizado en algunos elementos que no requiere siempre reparación.
3. MODERADO	(10-30)	20	Daño menor localizado en muchos elementos que debe ser reparados.
4. FUERTE	(30-60)	45	Daño extensivo que requiere reparaciones mayores.
5. SEVERO	(60-100)	80	Daño grave generalizado que puede significar demolición de la estructura.
6. COLAPSO TOTAL	100	100	Dstrucción total o colapso.

3.6 CATEGORÍAS PARA LA CLASIFICACIÓN GLOBAL DEL EDIFICIO

3.6.1 Antigua República Yugoslava de Macedonia

La clasificación del uso del edificio depende del nivel de daño en los elementos estructurales y de la integridad del sistema estructural. Con base en el daño se define el nivel de funcionalidad del edificio con una clasificación de tres categorías de colores: *Verde, Amarillo, Rojo*, como se describe en la Tabla II-29.

Tabla II-29: Niveles de funcionalidad del edificio

Niveles y colores de clasificación	Descripción
Verde	Las construcciones clasificadas en las categorías de daño ligero y ninguno no presentan reducción de su capacidad sismorresistente y no son peligrosas para las personas. Pueden ser utilizadas inmediatamente o luego de la reparación.
Amarillo	Los edificios clasificados en los niveles moderado y fuerte tienen muy disminuida su capacidad sismorresistente. El acceso a los mismos debe ser controlado y no se pueden usar antes de ser reparados o reforzados. Hay que evaluar la necesidad de apuntalar la construcción y proteger los edificios vecinos.
Rojo	Los edificios clasificados en el nivel de daño severo no son seguros y presentan peligro de derrumbe. El acceso debe estar prohibido. Es necesario proteger la calle y los edificios vecinos, o demoler el edificio en forma urgente. En el caso de edificios aislados o con construcciones cercanas de la misma clasificación, la decisión de demolición debe tomarse luego de una evaluación desde el punto de vista económico del costo de su reparación y reforzamiento.

3.6.2 Estados Unidos – ATC-20

Como resultado de la evaluación se dan tres grados de seguridad: *Examinada, Entrada restringida e Insegura*. A continuación se encuentran las descripciones para esta clasificación.

Examinada (verde):

- a) El daño presente en el edificio no representa peligro para la seguridad de sus ocupantes.

- b) No significa que no sean necesarias algunas reparaciones.

Entrada restringida (amarillo):

- a) No existen claramente condiciones que hagan la ocupación del edificio insegura, pero el daño observado impide que se tenga una ocupación sin restricciones.
- b) Si el nivel de daño no es peligroso, pero es perjudicial para la salud o las condiciones de vida para una ocupación a largo termino.

Insegura (roja):

- a) Existe un riesgo inmediato asociado a la entrada, uso u ocupación del edificio.
- b) No indica que se requiera su demolición

3.6.3 Japonés

Peligro:

- a) Se prohíbe el acceso al edificio
- b) Para los edificios que fueron calificados con el nivel de peligro en lo referente a la condición de los elementos no-estructurales cercanos a las puertas de entrada, se prohíbe el acceso a los mismos.
- c) Para edificios calificados en este nivel respecto a las condiciones de los elementos no-estructurales en zonas diferentes a las entradas, se prohíbe el acceso a dichas zonas.

Precaución:

Para los edificios clasificados en este nivel, ya sea en la totalidad de la estructura o en forma parcial, se permite el acceso a los mismos, siempre y cuando se tomen las precauciones pertinentes.

Seguro:

Se permite el acceso a los edificios que hayan sido calificados en este nivel en cualquiera de los aspectos de la evaluación, ya sea para la totalidad de la estructura o en forma parcial.

El resultado final de la evaluación de un edificio es el mayor de los resultados parciales del nivel de daño, en el piso de mayor daño para cada uno de los tipos de daño (asentamiento, desplomo o daño en elementos estructurales).

La necesidad de rehabilitar un edificio que ha sido dañado sísmicamente se determina considerando la clasificación del tipo de daño del mismo, así como las características o intensidad del sismo de diseño en la zona donde se encuentra según la escala de la Agencia Meteorológica del Japón (AMJ) como lo indica la Tabla II-30.

Tabla II-30. Decisiones sobre la rehabilitación

Nivel de Daño Intensidad Sísmica	Daño ligero	Daño menor	Daño medio	Daño grave	Falla total
Menor que IV	O	△	X	X	X
V	O	O	△	X	X
Mayor que VI	O	O	O	△	X

O Rehabilitación por medio de reparación

△ Rehabilitación por medio de reparación y/o refuerzo (requiere de inspección e investigación detallada)

X Rehabilitación por medio de refuerzo o demolición (requiere inspección y investigación detallada)

3.6.4 México

En la Tabla II-31 se describen las categorías de *habitabile*, *seguridad en duda* e *insegura*.

Tabla II-31. Descripción de las categorías de clasificación global, método mexicano

Nivel de riesgo	Descripción
Habitable	<ul style="list-style-type: none"> No existen restricciones para el uso de la estructura. El sistema resistente a cargas verticales no presenta reducción significativa en su capacidad y no existe inestabilidad potencial. La capacidad para resistir cargas laterales no presenta una disminución significativa. No hay peligro de falla o caída de objetos. No existe evidencia de daños importantes de la subestructura o asentamiento del terreno. Las escaleras y salidas principales son accesibles y se encuentran en servicio. No existe condición aparente de inseguridad.
Seguridad en duda	<ul style="list-style-type: none"> Existen dudas serias acerca de la seguridad estructural que únicamente pueden ser resueltas con una evaluación de Oficina de Ingeniería. Hay incertidumbre acerca de la posibilidad de daños adicionales por peligros geotécnicos. Existe incertidumbre acerca de la presencia de otros peligros. Daños no estructurales notorios y extendidos en particular pero no limitando a la ruta de evacuación.
Insegura	<ul style="list-style-type: none"> Es obviamente insegura. Por la extensión de los daños es posible el derrumbe por la propia carga gravitacional o por réplicas del terremoto. Presencia de otra condición insegura como líneas de electricidad caídas.

3.6.5 Colombia

Tabla II-32. Clasificación del daño y habitabilidad del edificio, método Bogotá

CLASIFICACIÓN HABITABILIDAD (COLOR)	CLASIFICACIÓN DEL DAÑO	DESCRIPCIÓN
Habitable (Verde)	1. NINGUNO	Inmuebles que no sufrieron con el sismo y que no presentan evidencia de ningún tipo de daños.
Habitable (Verde)	2. LEVE	Inmuebles que sufrieron daños leves y muy puntuales en elementos arquitectónicos, los cuales pueden ser reparados fácilmente y que no ofrecen peligro para la integridad de las personas que la ocupan.
Uso restringido (Amarillo)	3. MODERADO	Inmuebles que sufrieron daños importantes en elementos arquitectónicos, su ocupación estaría condicionada al retiro o reparación de aquellos elementos que ofrezcan peligro de caerse.
No habitable (Naranja)	4. FUERTE	Inmuebles que sufrieron daños estructurales, grietas grandes en vigas, pilares o muros. Presenta disminución en su capacidad para resistir cargas. Hay que evaluar la necesidad de apuntalar el edificio.
Peligro de colapso (Rojo)	5. SEVERO	Inmuebles que sufrieron daños generalizados en su estructura, presentan peligro de colapso o derrumbe inminente. Es necesario evacuarlos totalmente y proteger calles y los edificios vecinos.
	6. COLAPSO TOTAL	El inmueble está totalmente en ruinas.

En la clasificación japonesa y en otras metodologías como el ATC- 20, el énfasis es en el alto o bajo riesgo de colapso inminente. Se puede observar que en algunas clasificaciones como la Italiana se hace más énfasis en la restricción del uso del edificio (parcialmente habitable, temporalmente habitable, riesgo externo). Esto se debe a que se considera muy importante incrementar al máximo el número de edificios que pueden ser ocupados.

Tabla II-33. Relación entre las diferentes metodologías evaluadas

YUGOSLAVIA (1984)	ATC-20-2 (1995)	JAPÓN (1985)	MÉXICO (1998)	ITALIA (2000)	COLOMBIA (2002)
Verde	Examinada	Segura	Habitable	Habitable	Habitable (Verde)
Amarillo	Entrada restringida (amarilla)	Precaución	Seguridad en duda	Habitable después de medidas	
	Insegura (Rojo)			Insegura	Parcialmente habitable
Rojo		Peligro	Insegura		Temporalmente no habitable
	No habitable			No habitable riesgo externo	Peligro de colapso (rojo)

Se debe destacar que es muy difícil incluir todas las posibles restricciones en la clasificación de la habitabilidad.

3.7 RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

Normalmente todas las evaluaciones consideran la posibilidad de que se requieran otros estudios más detallados o especializados, se establecen unas medidas de seguridad y se deja un espacio de comentarios para ampliar los criterios de clasificación o las recomendaciones.

Tabla II-34. Análisis de las recomendaciones y medidas de seguridad en los formularios de evaluación detallada

METODO	YUGOSLAVIA (1984)	ATC-20 (1989)	ATC-20-2 (1995)	JAPÓN (1985)	MÉXICO (1998)	ITALIA (2000)	COLOMBIA (2002)
OTRAS INVESTIGACIONES: Geotécnica, estructural, otra		X	X	X			X
MEDIDAS DE SEGURIDAD:							
Colocar barreras		X	X		X	X	
Remover elementos en peligro de caer	X				X	X	X
Apuntalar	X				X		X
Operaciones de rescate						X	X
Protección de las construcciones vecinas o de la calle							X
Demolición						X	
Evacuación							X
COMENTARIOS		X	X		X		X
COLOCACIÓN DE ROTULO		X			X		
NO SE REQUIERE NINGUNA ACCIÓN		X					

3.8 OTRAS METODOLOGÍAS

3.8.1 Grecia

Según Goretta (2001), la primera experiencia en Grecia en el campo de la evaluación de la habitabilidad de edificios se inicia en 1978 con el terremoto de Salonicco donde fueron inspeccionados aproximadamente 43.000 edificios. Los formatos y procedimientos fueron revisados y adaptados y nuevamente aplicados en el sismo de Kalamata en 1986, en esa ocasión fueron inspeccionados 13.000 edificios. El formato contenía más información sobre el estado de daño de los elementos individuales que sobre la habitabilidad de los edificios por lo cual se consideraron inadecuados para la administración de la emergencia y todo el procedimiento fue nuevamente revisado con el fin de alcanzar la metodología que se usa actualmente publicada en 1996, aplicada por primera vez en el terremoto de Konitsa donde se evaluaron aproximadamente 1.500 edificios y recientemente en el terremoto de Atenas en 1999 con aproximadamente 65.000 edificios.

El procedimiento adoptado se realiza en tres niveles similar al de Estados Unidos (Dandoulaki et al, 1998). Durante la inspección del primer nivel se caracteriza los edificios obviamente inhabitables y aparentemente seguros. Se identifican las intervenciones vigentes que son de carácter obligatorio para los propietarios del edificio. De esta primera evaluación los edificios se clasifican en: Apto para su uso, temporalmente no apto y no apto para su uso. Esta clasificación corresponde a los avisos verde, amarillo y rojo que se fijan en los edificios, los cuales contienen la fecha de inspección y los nombres de quienes llevaron a cabo el procedimiento. Algunas veces se marcan símbolos en el edificio con la clasificación adecuada, los cuales son realizados con pintura en aerosol. La clasificación se describe a continuación:

Tabla II-35. Clasificación de los edificios evaluados según el método griego

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Apto para el uso (habitable)	Edificio no dañado o cuyos daños no han reducido significativamente su resistencia sísmica
Temporalmente no apto para el uso (temporalmente no habitable)	El sismo ha provocado una significativa reducción de la resistencia del edificio, o ha causado una condición de peligro por daño no estructural. Se permite el ingreso por un corto periodo de tiempo bajo la responsabilidad de la persona que ingresa. Está sujeta a la responsabilidad de adoptar medidas de intervención urgentemente.
No apto para el uso (no habitable)	Existe riesgo inminente de colapso, está prohibido el ingreso y se deben tomar medidas para reducir el riesgo en los alrededores del área afectada.

La evaluación rápida se desarrolla por un grupo de personas, de las cuales una de ellas debe ser en lo posible ingeniero civil. El formato contiene información sobre la identificación del edificio, las dimensiones, el uso, la tipología del edificio, el resultado de la evaluación y las recomendaciones y medidas de seguridad a seguir.

La tipología estructural se clasifica en hormigón armado, mampostería, mixta, otro. Se evalúa la presencia de piso débil o de pisos enterrados (sótanos). Es interesante anotar que dentro de las medidas de rápida intervención de los daños está prevista la remoción o demolición de parte del edificio, el apuntalamiento inmediato de la construcción, la desconexión del gas, la energía o el agua. Adicionalmente pregunta si la evaluación fue hecha para un edificio completo o parte de él, solicitando que se haga una claridad al respecto en las observaciones.

Para que el edificio se considere habitable los daños deben limitarse a pequeñas fisuras en el revoque o estuco de las paredes y falsos techos, y fisuras capilares en las estructuras horizontales de hormigón armado.

Se consideran los edificios temporalmente fuera de uso cuando hay posible caída del revoque de las paredes y falsos techos, daños leves en cubierta, daños en muros de carga, grietas diagonales con expulsión de parte del material de la mampostería, daños en los elementos de hormigón armado pero de tal amplitud que no constituyen peligro de colapso, pequeña distorsión o desplome de los elementos estructurales.

Los edificios no aptos para el uso son aquellos en los que hay gran cantidad de daños y distorsión de los elementos estructurales, gran cantidad de elementos estructurales afectados, fallas en los muros de carga, aplastamiento del material, colapso parcial o total.

También en esta metodología, parece que la categoría de no apto para el uso está muy cercana al colapso ya que se caracteriza por tener un nivel de daño severo. Todos los edificios clasificados como temporalmente no aptos para el uso, o no aptos para su uso deben ser sometidos a una segunda evaluación. Las evaluaciones se realizan en un formato con dos copias, de las cuales una se le entrega al propietario y la otra al centro de coordinación de las inspecciones. El formato para la inspección detallada es el mismo que para la inspección del primer nivel y también es igual la clasificación de habitabilidad.

3.8.2 Turquía

La gestión de las inspecciones de edificios para la evaluación del daño y la habitabilidad se desarrollan de manera separada en dos fases.

En la primera fase, los grupos se componen de dos personas en los que al menos uno es ingeniero civil. Se lleva a acabo una evaluación de cada manzana y se compila la relación de los edificios dañados, de las vías y de las manzanas en una sola. En la primera fase los edificios se clasifican en cuatro clases:

- Sin Daños (habitable)
- Dañado pero reparable (no habitable)
- Dañado pero no reparable (no habitable y demoler)
- Colapsado

De acuerdo con la primera evaluación se determina la prioridad para realizar la segunda evaluación, en la cual se diligencia un formulario en el cual se clasifica el edificio en una escala de daño 0- 2- 4- 6- 8. El personal técnico que realiza la inspección pertenece al Ministerio de la Construcción.

En cada una de las 88 provincias de Turquía se maneja de manera independiente y se envían algunos de los resultados a la capital Ankara, para las decisiones políticas necesarias. Cada provincia una vez que termina su propia inspección ayuda a la provincia cercana que lo necesite.

Los formatos vienen estampados y firmados. Los campos para tramitar el formato van diligenciados con códigos alfanuméricos, correspondientes a situaciones típicas

catalogadas en la parte posterior del formato. Vale la pena destacar lo extremadamente sintético que es el formato, aunque según el Ministerio de la Construcción de ese país los costos de gestión de este formato son muy similares a los de otros países con formularios muy detallados como Japón.

Según Goretta (2001) la clasificación del daño define la contribución del estado a la reconstrucción, especialmente después del terremoto de Kocaeli y Bolú.

Tabla II-36. Contribución del estado según el nivel de daño en Turquía.

Daño	Contribución
D= 0	Ninguna contribución
D= 2	600.000 liras turcas (no reembolsables)
D= 4	6.000 ⁽¹⁾ millones de liras (para restituir en 15 años)
D= 6 ó D= 8	6.000 millones de liras (para restituir todo en 20 años)

⁽¹⁾: Equivalente aproximadamente a 6.000 dólares

El Ministerio de la Construcción después de un curso con examen final, certificó 600 interventores de 3.000 que se presentaron para participar en la reconstrucción. El contrato es firmado por el propietario, el interventor y la empresa que ejecuta los trabajos. El interventor se dedica a controlar los trabajos y a declarar al final de los mismos que la labor fue ejecutada y está conforme con la legislación.

4. CONCLUSIONES SOBRE LAS METODOLOGÍAS ANALIZADAS

El formulario yugoslavo y el colombiano en segunda instancia son los más completos en la descripción del edificio. Se evalúan todas las categorías (dirección, identificación del sector de la ciudad donde está localizado el edificio, posición del edificio en la manzana, información del propietario, clasificación del uso del edificio, tipo de estructura, tipo de cubierta, calidad de la construcción, número de niveles o pisos, número de apartamentos, información sobre el suelo o configuración del terreno, configuración en planta o en altura, período de construcción, reparaciones por sismos anteriores, área del edificio y esquema o fotografía), este aspecto es favorable en el sentido que proporciona muy buena información sobre los tipos de edificios afectados lo cual puede ser usado para fines de calibración de metodologías de vulnerabilidad. La calificación del daño está basada en las definiciones como ligero, moderado, fuerte y severo, que como se mencionó anteriormente pueden ser bastante subjetivas de acuerdo a la interpretación y experiencia de los evaluadores.

La metodología del ATC-20 al igual que en el método yugoslavo, se presta para interpretaciones del evaluador en la calificación del grado de severidad. Llama la atención el hecho de que esta metodología sea una de las pocas que no considera una descripción de la configuración del terreno, la poca relevancia que se le da a este tema podría explicarse por la topografía mayormente plana de las ciudades de California.

El método japonés es también muy completo y detallado en la descripción del edificio y la evaluación de los daños. Tiene varios niveles de evaluación y está basada principalmente en criterios cuantitativos, se miden los asentamientos, los grados de inclinación, el número de elementos afectados con relación al total de elementos existentes, el grado de severidad del daño está basado en criterios cuantificables y descripciones sobre el tamaño de las grietas lo que hace que este método se considera uno de los menos subjetivos, aunque del otro lado podría considerarse como uno de los más complejos y dispendiosos.

El método mexicano también se considera bastante completo en la evaluación de los daños, pareciéndose más en lo cuantificable de los criterios y las descripciones sobre tamaños de grietas, etc. al método Japonés que al ATC-20, sin ser tan complejo como el primero. Podría considerarse también como un método que no se presta a la subjetividad en la evaluación. Se destaca que tiene el formulario más extenso.

El método desarrollado en Colombia por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS, se considera el más completo y con un enfoque que trata de garantizar la objetividad de la evaluación, ya que cuentan con una propuesta para cuantificar los daños en términos de los tamaños de las grietas, tipos de falla y porcentaje de elementos afectados. La ventaja de esta metodología es que ha sido el resultado no sólo de un amplio número de métodos y experiencias locales sino de una revisión muy cuidadosa y crítica de las técnicas de otros países, extrayendo de las mismas sus mejores enfoques y combinando los mismos de acuerdo con sus necesidades y realidades. Esta metodología ha sido objeto del trabajo conjunto entre especialistas de ingeniería y las autoridades de prevención y atención de desastres, por lo que se logró proponer un formulario equilibrado, evitando sesgos académicos y técnicos innecesarios e interpretando las necesidades reales de quienes deben tomar las decisiones en caso de una situación tan crítica como lo es una emergencia causado por un terremoto.

ANEXO III – FORMULARIOS PARA EVALUACIÓN POST-SISMICA DE LAS METODOLOGÍAS EXISTENTES

PARA EVALUACIÓN RÁPIDA

Estados Unidos - Applied Technology Council, ATC-20.

ATC-20 Rapid Evaluation Safety Assessment Form

BUILDING DESCRIPTION: Name: _____ Address: _____ No. of stories: _____ Basement: Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Unknown <input type="checkbox"/> Primary Occupancy: Dwelling <input type="checkbox"/> Other Residential <input type="checkbox"/> Commercial <input type="checkbox"/> Office <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Public Assembly <input type="checkbox"/> School <input type="checkbox"/> Government <input type="checkbox"/> Emer. Serv. <input type="checkbox"/> Historic <input type="checkbox"/> Other _____	OVERALL RATING: (Check One) INSPECTED (Green) <input type="checkbox"/> Exterior only _____ Exterior and Interior _____ LIMITED ENTRY (Yellow) <input type="checkbox"/> UNSAFE (Red) <input type="checkbox"/>
INSPECTOR: Inspector ID _____ Affiliation _____	
INSPECTION DATE: Mo/day/year _____ Time _____ am pm	

Instructions: Review structure for the conditions listed below. A "yes" answer to 1, 2, 3, or 5 is grounds for posting entire structure UNSAFE. If more review is needed, post LIMITED ENTRY. A "yes" answer to 4 requires posting AREA UNSAFE and/or barricading around the hazard. Hazards such as a toxic spill or an asbestos release are covered by 6 and are to be posted and/or barricaded to indicate AREA UNSAFE.

Condition	Yes	No	<i>More Review Needed</i>
1. Collapse, partial collapse, or building off foundation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Building or story noticeably leaning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Severe racking of walls, obvious severe damage and distress	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Chimney, parapet or other falling hazard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Severe ground or slope movement present	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Other hazard present	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Recommendations:

- No further action required
- Detailed Evaluation required (circle one) Structural Geotechnical Other _____
- Barricades needed in the following areas: _____
- Other: _____

Posted at this Assessment: Yes No

Comments: _____

Estados Unidos - Applied Technology Council, ATC20-2.

ATC-20 Rapid Evaluation Safety Assessment Form

Inspection

Inspector ID: _____ Inspection date and time: _____ AM PM
 Affiliation: _____ Areas inspected: Exterior only Exterior and interior

Building Description

Building name: _____ Type of Construction
 Address: _____ Wood frame Concrete shear wall
 _____ Steel frame Unreinforced masonry
 _____ Tilt-up concrete Reinforced masonry
 _____ Concrete frame Other: _____

Building contact/phone: _____

Number of stories above ground: _____ below ground: _____ Primary Occupancy
 Approx. "Footprint area" (square feet): _____ Dwelling Commercial Government
 Number of residential units: _____ Other residential Offices Historic
 Number of residential units not habitable: _____ Public assembly Industrial School
 _____ Emergency services Other: _____

Evaluation

Investigate the building for the conditions below and check the appropriate column. Estimated Building Damage (excluding contents)

Observed Conditions:	Minor/None	Moderate	Severe	Estimated Building Damage (excluding contents)
Collapse, partial collapse, or building off foundation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> None
Building or story leaning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 0-1%
Racking damage to walls, other structural damage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1-10%
Chimney, parapet, or other falling hazard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 10-30%
Ground slope movement or cracking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 30-60%
Other (specify) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 60-100%
				<input type="checkbox"/> 100%

Comments: _____

Posting

Choose a posting based on the evaluation and team judgment. *Severe* conditions endangering the overall building are grounds for an Unsafe posting. Localized *Severe* and overall *Moderate* conditions may allow a Restricted Use posting. Post INSPECTED placard at main entrance. Post RESTRICTED USE and UNSAFE placards at all entrances.

INSPECTED (Green placard) **RESTRICTED USE** (Yellow placard) **UNSAFE** (Red placard)

Record any use and entry restrictions exactly as written on placard: _____

Further Actions Check the boxes below only if further actions are needed.

Barricades needed in the following areas: _____

Detailed Evaluation recommended: Structural Geotechnical Other: _____

Other recommendations: _____

Comments: _____

Japón

Formato para inspección y evaluación inmediata de emergencia del nivel de peligro y riesgo – Pag. 2

ASPECTOS DE INSPECCIÓN E INVESTIGACIÓN	MÉTODO DE INSPECCIÓN E INVESTIGACIÓN, OBJETO MODELO	NIVEL A DE DAÑO	NIVEL B DE DAÑO	NIVEL C DE DAÑO
DESPRENDIMIENTO Y CAÍDA DE OBJETOS	<input type="checkbox"/> DAÑOS EN ACABADO EXTERIOR <input type="checkbox"/> CONCRETO PREFABRICADO <input type="checkbox"/> PANELES DE CONCRETO LIGERO <input type="checkbox"/> BLOQUES	<input type="checkbox"/> OBSERVACIÓN VISUAL DE GRIETAS	<input type="checkbox"/> GRIETAS IMPORTANTES, SE OBSERVA EL OTRO LADO DEL PANEL	<input type="checkbox"/> MOVIMIENTO RELATIVO EN LA GRIETA, FALLA DEL PANEL
	<input type="checkbox"/> PASILLO Y BALCÓN <input type="checkbox"/> PARAPETO <input type="checkbox"/> PUBLICIDAD EN LAS AZOTEAS <input type="checkbox"/> TINACOS <input type="checkbox"/> CUARTOS DE MÁQUINAS E INSTALACIONES <input type="checkbox"/> SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO <input type="checkbox"/> TORRES DE ENFRIAMIENTO <input type="checkbox"/> PENTHOUSE <input type="checkbox"/> CHIMENEA DE AZOTEA <input type="checkbox"/> OTROS ()	<input type="checkbox"/> SIN DESPLOMO <input type="checkbox"/> SIN DESPLOMO	<input type="checkbox"/> DESPLOMO LEVE <input type="checkbox"/> DESPLOMO LEVE	<input type="checkbox"/> DESPLOMO NOTABLE <input type="checkbox"/> DESPLOMO NOTABLE
CONCLUSIÓN Y RESUMEN		NÚMERO DE CASOS CON NIVEL A ___	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL B ___	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL C ___
VOLCADURA DE OBJETOS	<input type="checkbox"/> ESCALERA EXTERIOR <input type="checkbox"/> TERRAZA DE BLOQUES <input type="checkbox"/> DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE <input type="checkbox"/> MÁQUINAS VENDEDORAS AUTOMÁTICAS <input type="checkbox"/> OTROS ()	<input type="checkbox"/> SIN DESPLOMO <input type="checkbox"/> SIN DESPLOMO <input type="checkbox"/> EXISTE FIJACIÓN <input type="checkbox"/> EXISTE FIJACIÓN <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> DESPLOMO LEVE <input type="checkbox"/> DESPLOMO LEVE <input type="checkbox"/> NO EXISTE FIJACIÓN <input type="checkbox"/> NO EXISTE FIJACIÓN <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> DESPLOMO NOTABLE <input type="checkbox"/> DESPLOMO NOTABLE <input type="checkbox"/> DESPLOMO NOTABLE <input type="checkbox"/> DESPLOMO NOTABLE <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____
CONCLUSIÓN Y RESUMEN		NÚMERO DE CASOS CON NIVEL A ___	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL B ___	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL C ___
FALLA EN COLUMNAS INTERIORES DE EDIFICIOS A BASE DE MARCOS RESISTENTES A MOMENTO (PORCENTAJE DE COLUMNAS INVESTIGADAS = %)	$\frac{\text{NÚMERO DE COLUMNAS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA IV}}{\text{NÚMERO DE COLUMNAS INTERIORES INVESTIGADAS}}$	<input type="checkbox"/> < 1 (%)	<input type="checkbox"/> 10 - 20 (%)	<input type="checkbox"/> ≥ 20 (%)
	$\frac{\text{NÚMERO DE COLUMNAS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA V}}{\text{NÚMERO DE COLUMNAS INTERIORES INVESTIGADAS}}$	<input type="checkbox"/> < 1 (%)	<input type="checkbox"/> 1 - 10 (%)	<input type="checkbox"/> ≥ 10 (%)
	CUANDO A SIMPLE VISTA SE PUEDE CATALOGAR CON NIVEL C	-----	-----	<input type="checkbox"/> _____
FALLA EN MUROS INTERIORES DE EDIFICIOS A BASE DE MUROS ESTRUCTURALES (PORCENTAJE DE MUROS INVESTIGADOS = %)	$\frac{\text{LONGITUD TOTAL DE MUROS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA IV}}{\text{LONGITUD TOTAL DE MUROS INTERIORES INVESTIGADOS}}$	<input type="checkbox"/> < 1 (%)	<input type="checkbox"/> 10 - 20 (%)	<input type="checkbox"/> ≥ 20 (%)
	$\frac{\text{LONGITUD TOTAL DE MUROS CON NIVEL DE DAÑO Y PÉRDIDA V}}{\text{LONGITUD TOTAL DE MUROS INTERIORES INVESTIGADOS}}$	<input type="checkbox"/> < 1 (%)	<input type="checkbox"/> 1 - 10 (%)	<input type="checkbox"/> ≥ 10 (%)
	CUANDO A SIMPLE VISTA SE PUEDE CATALOGAR CON NIVEL C	-----	-----	<input type="checkbox"/> _____
CONCLUSIÓN Y RESUMEN	EXISTENCIA DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON NIVEL DE DAÑO SUPERIOR A III: <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL A ___	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL B ___	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL C ___
PELIGRO Y RIESGO DE VOLCAMIENTO Y CAÍDA DE OBJETOS	<input type="checkbox"/> ACABADO DE TECHOS <input type="checkbox"/> EQUIPO DE ILUMINACIÓN EN TECHOS <input type="checkbox"/> PLAFÓN Y DOMOS EN TECHOS <input type="checkbox"/> INSTALACIONES DE GIMNASIO EN MUROS Y TECHOS <input type="checkbox"/> MUROS DIVISORIOS <input type="checkbox"/> ESCALERAS INTERIORES <input type="checkbox"/> OTROS ()	<input type="checkbox"/> COMPLETAMENTE SANO <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> INCIERTO <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> EXISTE PELIGRO DE CAÍDA DE OBJETOS <input type="checkbox"/> _____
	CONCLUSIÓN Y RESUMEN		NÚMERO DE CASOS CON NIVEL A ___	NÚMERO DE CASOS CON NIVEL B ___
EDIFICIOS COLINDANTES (INSPECCIÓN DE EDIFICIOS, INICIANDO CON EDIFICIOS PÚBLICOS)	RIESGO DEBIDO A COLISIÓN CON EDIFICIOS COLINDANTES	<input type="checkbox"/> SIN RIESGO	<input type="checkbox"/> INCIERTO	<input type="checkbox"/> RIESGOSO
	ESTRUCTURAS AJENAS AL EDIFICIO EN CUESTIÓN	<input type="checkbox"/> SIN RIESGO	<input type="checkbox"/> INCIERTO	<input type="checkbox"/> RIESGOSO
INSTALACIONES:	ELÉCTRICAS <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO	SUMINISTRO DE AGUA <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO	GAS <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO	SERVICIO SANITARIO <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO

México

Comité de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones
 Forma para inspección postsísmica. Evaluación rápida. Pag. 1

Forma para inspección postsísmica. Evaluación rápida.			
Identificación del edificio			
Zonificación propuesta de la ciudad para efectuar la evaluación _____			
Dirección: _____			
Colonia: _____			
Número de niveles sobre el terreno (incluyendo azoteas y mezanines) _____			
Sótanos	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	Núm _____ Desconocido <input type="radio"/>
Uso	Casa habitación <input type="radio"/> Departamentos <input type="radio"/> Comercios <input type="radio"/> Oficinas públicas <input type="radio"/> Oficinas privadas <input type="radio"/> Industrias <input type="radio"/> Estacionamientos <input type="radio"/> Bodegas <input type="radio"/> Educación <input type="radio"/> Recreativo <input type="radio"/> Otro: _____		
Información adicional _____			
Instrucciones			
Revisar la edificación para las condiciones señaladas abajo. Con un <i>Si</i> a cualesquiera de las preguntas 1,2,3,4,5, marcar la edificación como <i>Insegura</i> . Con un <i>Si</i> a las preguntas 6 o 7 marcar <i>Área Insegura</i> y colocar barreras alrededor de la zona en peligro. Si en esta evaluación existen dudas se debe marcar <i>Seguridad en duda</i> .			
Estado de la edificación			
	Si	No	Existen dudas
1.- Derrumbe total o parcial, edificación separada de su cimentación o falla de ésta. Hundimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.- Inclinación notoria de la edificación o de algún entrepiso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.- Daño en miembros estructurales (columnas, vigas, muros, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.- Daño severo en muros no estructurales, escaleras, etc.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.- Grietas, movimiento del suelo o deslizamiento de talud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.- Pretilos, balcones ú otros elementos en peligro de caer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7.- Otros peligros (derrames tóxicos, líneas rotas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

México

Comité de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones
Forma para inspección postsísmica. Evaluación rápida. Pag. 2

Clasificación global	
Habitable <input type="radio"/>	
Inspección exterior únicamente <input type="radio"/>	
Inspección interior y exterior <input type="radio"/>	
Seguridad en duda <input type="radio"/>	
Insegura <input type="radio"/>	
Inspectores (Indicar profesión)	
1.- _____	
2.- _____	
3.- _____	
Fecha de inspección _____	
Recomendaciones	
<input type="radio"/> No se requiere revisión futura	
<input type="radio"/> Es necesaria evaluación detallada (señalar) Estructural <input type="radio"/> Geotécnica <input type="radio"/> Otra _____	

<input type="radio"/> Área insegura (colocar barreras en las siguientes áreas) _____	

<input type="radio"/> Otros (remover elementos en peligro de caer, apuntalar, etc.) _____	

Comentarios	
Explicar los motivos principales de la clasificación _____	

Fig. 5.1 Forma para evaluación rápida (continuación)

PARA EVALUACIÓN DETALLADA

Yugoslavia

Formulario para la inspección de los daños y posibilidad de uso de las edificaciones

FORMULARIO PARA LA INSPECCION DE LOS DAÑOS Y POSIBILIDAD DE USO DE LAS EDIFICACIONES

1. Ciudad (nombre - código): 1 _____
2. Identificación de la construcción:
 - 2.1 Código de la sección de la ciudad o el asentamiento: 7 _____
 - 2.2 Código de la comisión de inspección: 9 _____
 - 2.3 Número de la construcción: 11 _____
3. Orientación principal de la construcción:
 1. NS, 2. EW, 3. N45E, 4. N45W 14 _____
4. Posición de la construcción en el bloque:
 1. Esquina, 2. En el medio, 3. Libre 15 _____
5. Area bruta de la construcción (m²): 16 _____
6. Número de pisos:
 - 6.1 Sótano: No/O/, Si/1/ 20 _____
 - 6.2 Pisos: 21 _____
 - 6.3 Mezanine: No/O/, Si/1/ 23 _____
 - 6.4 Adiciones: No/O/, Si/1/ 24 _____
7. Propósito (vea la descripción atrás):
 - 7.1 Edificio: 25 _____
 - 7.2 Planta baja: 27 _____
8. Número de apartamentos: 29 _____
9. Período de construcción (definir para cada país):
 1. 2. 3. 31 _____
10. Tipo de construcción (vea la descripción atrás): 32 _____
11. Estructura del piso:
 1. Concreto reforzado, 2. Acero, 3. Madera, 4. Otro 35 _____
12. Estructura del techo:
 1. Concreto reforzado, 2. Acero, 3. Madera, 4. Otro 36 _____
13. Material del techo:
 1. Teja, 2. Asbesto cemento, 3. Chapas metálicas, 4. Otro (especificar) 37 _____
14. Tipo de sistema estructural:

(vea la descripción atrás):

 1. Muros portantes, 2. Pórtico, 3. Pórtico con tabiques, 4. Entramado con tabiques, 5. Sistema mixto, 6. Otro (especificar) 38 _____
15. Calidad de la construcción:
 1. Buena, 2. Promedio, 3. Pobre 39 _____
16. Rigidez relativa del primer piso comparada con los demás:
 1. Mayor, 2. Casi igual, 3. Menor 40 _____
17. Reparación por terremotos anteriores:
 1. No, 2. Si, 3. No se sabe 41 _____
18. Daños en los elementos estructurales:
 1. Ninguno, 2. Ligero, 3. Moderado, 4. Fuerte, 5. Severo. (vea la descripción atrás):
 - 18.1 Muros portantes 42 _____
 - 18.2 Columnas: 43 _____
 - 18.3 Vigas: 44 _____
 - 18.4 Nudos de los pórticos: 45 _____
 - 18.5 Muros de cortante: 46 _____
 - 18.6 Escaleras: 47 _____
 - 18.7 Pisos: 48 _____
 - 18.8 Cubierta: 49 _____
19. Daño de los elementos no-estructurales e instalaciones:
 1. Ninguno, 2. Ligero, 3. Moderado, 4. Fuerte, 5. Severo. (vea la descripción en el Manual):
 - 19.1 Tabiques interiores: 50 _____
 - 19.2 Tabiques divisorios: 51 _____
 - 19.3 Tabiques de exteriores (fachada) 52 _____
 - 19.4 Instalaciones eléctricas: 53 _____
 - 19.5 Plomería, canalización, gas: 54 _____

Bosquejo de la construcción

Planta
Certe



Dirección:

Propietario:

20. Daño en toda la construcción:
 1. Ninguno, 2. Ligero, 3. Moderado, 4. Fuerte, 5. Severo 55 _____
21. Daños debido a fuego después del terremoto:
 - No/O/, Si/1/ 56 _____
22. Condiciones del suelo en el lugar:
 1. Roca, 2. Firme, 3. Medio, 4. Blando 57 _____
23. Inestabilidad del suelo:
 1. Ninguna, 2. Leve hundimiento, 3. Fuerte hundimiento, 4. Liquefacción, 5. Deslizamiento, 6. Derrumbamiento de rocas, 7. Falla, 8. Otro (especificar) 58 _____
24. Clasificación de uso y marcado:

Marcar: 1. Verde, 2. Amarillo, 3. Rojo

No marcar: 4. Marcar después de eliminación del peligro, 5. Problemas de suelo y problemas geológicos, reinspección, 6. Clasificación imposible, reinspección, 7. Edificio inaccesible 59 _____

Explicar las razones generales para su clasificación y la manera de marcar:

25. Recomendaciones para medidas urgentes:
 1. Ninguna, 2. Eliminación del peligro local, 3. Protección de la construcción del colapso, 4. Protección de las calles o las construcciones vecinas, 5. Demolición urgente 60 _____
26. Fotografías:
 - No/O/, Si/1/ 61 _____
27. Atrapados en el edificio:
 - No/O/, Si/1/ 62 _____
 - (Si hay, parar la inspección e informar a las autoridades)
28. Víctimas humanas:

No hay muertos y heridos/O/:

Posibles muertos y heridos/1/:

Si hay datos, escribir:

Número de muertos: 64 _____

Número de heridos: 65 _____
29. Fecha de la inspección: Mes/día: 68 _____
- Nombres de los ingenieros de inspección: Firmas:
 1. _____
 2. _____
 3. _____

Estados Unidos - Applied Technology Council, ATC-20
 Detailed evaluation safety assessment form
 Pág. 1

Block _____ Parcel No. _____

ATC-20 Detailed Evaluation Safety Assessment Form

<p>BUILDING DESCRIPTION: Name: _____ _____ Address: _____ _____ No. of Stories: _____ Basement: Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Unknown <input type="checkbox"/> Approximate Age: _____ Years Approximate Area: _____ Square feet</p> <p>Structural System: Wood Frame <input type="checkbox"/> Unreinforced Masonry <input type="checkbox"/> Reinforced Masonry <input type="checkbox"/> Tilt-up <input type="checkbox"/> Concrete Frame <input type="checkbox"/> Concrete Shear Wall <input type="checkbox"/> Steel Frame <input type="checkbox"/> Other _____</p> <p>Primary Occupancy: Dwelling <input type="checkbox"/> Other Residential <input type="checkbox"/> Commercial <input type="checkbox"/> Office <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Public Assembly <input type="checkbox"/> School <input type="checkbox"/> Government <input type="checkbox"/> Emer. Serv. <input type="checkbox"/> Historic <input type="checkbox"/> Other _____</p>	<p>OVERALL RATING: (Check One) INSPECTED (Green) <input type="checkbox"/> LIMITED ENTRY (Yellow) <input type="checkbox"/> UNSAFE (Red) <input type="checkbox"/></p> <hr/> <p>INSPECTOR: Inspector ID _____ Affiliation _____</p> <hr/> <p>INSPECTION DATE: Mo/day/year _____ Time _____ am pm</p>
---	---

Instructions: Complete building evaluation and checklist on next page and then summarize results below.

Posting:	Existing	Recommended	
None	<input type="checkbox"/>		Posted at this Assessment: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Existing posting by: _____
Inspected (Green)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Limited Entry (Yellow)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Unsafe (Red)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Recommendations:

No further action required

Engineering Evaluation required (circle one) Structural Geotechnical Other _____

Barricades needed in the following areas: _____

Other (falling hazard removal, shoring/bracing required, etc.): _____

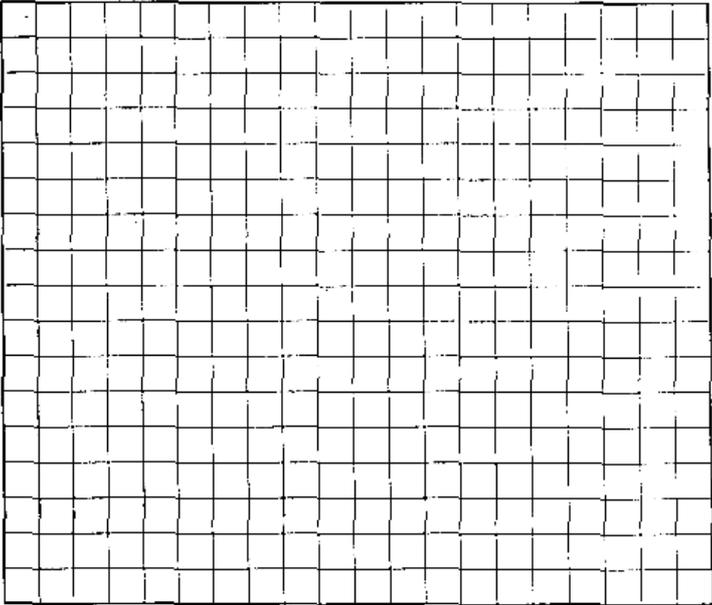
Comments (Why posted Unsafe, etc.): _____

Estados Unidos - Applied Technology Council, ATC20-2
Detailed evaluation safety assessment form. Pag. 1

ATC-20 Detailed Evaluation Safety Assessment Form				
<p>Inspection</p> <p>Inspector ID: _____</p> <p>Affiliation: _____</p> <p>Inspection date and time: _____ <input type="checkbox"/> AM <input type="checkbox"/> PM</p>	<p>Final Posting from page 2</p> <p><input type="checkbox"/> Inspected</p> <p><input type="checkbox"/> Restricted Use</p> <p><input type="checkbox"/> Unsafe</p>			
<p>Building Description</p> <p>Building name: _____</p> <p>Address: _____</p> <p>_____</p> <p>Building contact/phone: _____</p> <p>Number of stories above ground: ____ below ground: ____</p> <p>Approx. "Footprint area" (square feet): _____</p> <p>Number of residential units: _____</p> <p>Number of residential units not habitable: _____</p>	<p>Type of Construction</p> <p><input type="checkbox"/> Wood frame <input type="checkbox"/> Concrete shear wall</p> <p><input type="checkbox"/> Steel frame <input type="checkbox"/> Unreinforced masonry</p> <p><input type="checkbox"/> Tilt-up concrete <input type="checkbox"/> Reinforced masonry</p> <p><input type="checkbox"/> Concrete frame <input type="checkbox"/> Other: _____</p> <p>Primary Occupancy</p> <p><input type="checkbox"/> Dwelling <input type="checkbox"/> Commercial <input type="checkbox"/> Government</p> <p><input type="checkbox"/> Other residential <input type="checkbox"/> Offices <input type="checkbox"/> Historic</p> <p><input type="checkbox"/> Public assembly <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> School</p> <p><input type="checkbox"/> Emergency services <input type="checkbox"/> Other: _____</p>			
<p>Evaluation</p> <p>Investigate the building for the conditions below and check the appropriate column. There is room on the second page for a sketch.</p>				
	Minor/None	Moderate	Severe	Comments
Overall hazards:				
Collapse or partial collapse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Building or story leaning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Other _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Structural hazards:				
Foundations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Roofs, floors (vertical loads)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Columns, pilasters, corbels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Diaphragms, horizontal bracing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Walls, vertical bracing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Precast connections	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Other _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nonstructural hazards:				
Parapets, ornamentation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cladding, glazing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ceilings, light fixtures	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Interior walls, partitions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Elevators	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Stairs, exits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Electric, gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Other _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Geotechnical hazards:				
Slope failure, debris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ground movement, fissures	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Other _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
General Comments: _____				

Continue on page 2

Estados Unidos - Applied Technology Council, ATC20-2
Detailed evaluation safety assessment form. Pag. 2

ATC-20 Detailed Evaluation Safety Assessment Form		Page 2
Building name: _____	Inspector ID: _____	
<p>Sketch (optional) Provide a sketch of the building or damaged portions. Indicate damage points.</p>		
<p>Estimated Building Damage If requested by the jurisdiction, estimate building damage (repair cost + replacement cost, excluding contents).</p> <p> <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> 0-1% <input type="checkbox"/> 1-10% <input type="checkbox"/> 10-30% <input type="checkbox"/> 30-60% <input type="checkbox"/> 60-100% <input type="checkbox"/> 100% </p>		
<p>Posting If there is an existing posting from a previous evaluation, check the appropriate box.</p> <p>Previous posting: <input type="checkbox"/> INSPECTED <input type="checkbox"/> RESTRICTED USE <input type="checkbox"/> UNSAFE Inspector ID: _____ Date: _____</p> <p>If necessary, revise the posting based on the new evaluation and team judgment. Severe conditions endangering the overall building are grounds for an Unsafe posting. Local Severe and overall Moderate conditions may allow a Restricted Use posting. Indicate the current posting below and at the top of page one.</p> <p> <input type="checkbox"/> INSPECTED (Green placard) <input type="checkbox"/> RESTRICTED USE (Yellow placard) <input type="checkbox"/> UNSAFE (Red placard) </p> <p>Record any use and entry restrictions exactly as written on placard: _____</p> <p>_____</p>		
<p>Further Actions Check the boxes below only if further actions are needed.</p> <p><input type="checkbox"/> Barricades needed in the following areas: _____</p> <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> Engineering Evaluation recommended: <input type="checkbox"/> Structural <input type="checkbox"/> Geotechnical <input type="checkbox"/> Other: _____ </p> <p> <input type="checkbox"/> Other recommendations: _____ </p> <p>_____</p> <p>Comments: _____</p> <p>_____</p>		

Japón

Formato para inspección y evaluación de la clasificación y nivel de daño. Pag. 1

*Formato para inspección y evaluación de la clasificación y nivel de daño
(para estructuras de concreto reforzado)*

NÚMERO DE INMUEBLE: _____

INSPECTOR: AFILIACIÓN: NOMBRE:	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE NIVEL Y CLASIFICACIÓN DE DAÑO: <input type="checkbox"/> DAÑO LIGERO <input type="checkbox"/> DAÑO MENOR <input checked="" type="checkbox"/> DAÑO MEDIO <input type="checkbox"/> DAÑO SEVERO <input type="checkbox"/> COLAPSO
FECHA DE INSPECCIÓN: AÑO: MES: DÍA: HORA:	EVALUACIÓN DE REPARACIÓN, REFUERZO O DEMOLICIÓN (NIVEL DE INTENSIDAD SÍSMICA RESULTANTE: <i>1</i>) <input checked="" type="checkbox"/> REPARACIÓN <input checked="" type="checkbox"/> REFUERZO <input type="checkbox"/> DEMOLICIÓN
	NECESIDAD E IMPORTANCIA DE UNA INSPECCIÓN DETALLADA <input checked="" type="checkbox"/> NECESARIA <input type="checkbox"/> NO NECESARIA <input type="checkbox"/> SUPERESTRUCTURA <input checked="" type="checkbox"/> ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN

INFORMACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	NOMBRE DEL EDIFICIO	NOMBRE: EDIFICIO ESPECIAL PARA AULAS, PREPARATORIA SEITOU DE LA PREFECTURA DE CHIBA DIRECCION: SEITOU, SEITOU-CHO, SANBU-GUN, PREFECTURA DE CHIBA		
	DUEÑO O USUARIO DEL EDIFICIO	NOMBRE: GOBIERNO PREFECTURAL DE CHIBA DIRECCION: COMITÉ DE EDUCACIÓN, GOBIERNO PREFECTURAL DE CHIBA		
	USO DEL EDIFICIO	<input type="checkbox"/> GENERAL	<input type="checkbox"/> OFICINAS <input type="checkbox"/> RESIDENCIAS <input type="checkbox"/> DEPARTAMENTOS <input type="checkbox"/> TIENDAS <input type="checkbox"/> FÁBRICAS <input type="checkbox"/> BODEGAS <input type="checkbox"/> OTROS ()	
		<input checked="" type="checkbox"/> PÚBLICO	<input type="checkbox"/> JARDÍN DE NIÑOS <input checked="" type="checkbox"/> ESCUELAS <input type="checkbox"/> EDIFICIOS GUBERNAMENTALES <input type="checkbox"/> CENTRO COMUNITARIO <input type="checkbox"/> GIMNASIO <input type="checkbox"/> HOSPITALES <input type="checkbox"/> OTROS ()	
	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> CONCRETO REFORZADO <input type="checkbox"/> CONCRETO PRECOLADO <input type="checkbox"/> MAMPOSTERÍA <input type="checkbox"/> COMPUESTA ACERO-CONCRETO		
	SISTEMA ESTRUCTURAL	<input checked="" type="checkbox"/> MARCOS RESISTENTES A MOMENTO <input type="checkbox"/> MUROS ESTRUCTURALES <input type="checkbox"/> OTROS ()		
	ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN	<input type="checkbox"/> SUPERFICIAL O DE CONTACTO <input type="checkbox"/> PROFUNDA O DE PILOTES (TIPO Y CARACTERÍSTICAS _____)		
	DIMENSIONES DE EDIFICIO	NÚMERO DE NIVELES	SUPERESTRUCTURA: <u>4</u> PISOS, PENTHOUSE: <u>2</u> PISOS, SÓTANOS: <u> </u> PISOS	
		PLANTA	UN PISO APROXIMADAMENTE: LONGITUD MAYOR: <u>11</u> m, LONGITUD MENOR: <u>81</u> m.	
	CONFIGURACIÓN DEL SUELO Y TERRENO	<input type="checkbox"/> TERRENO PLANO <input type="checkbox"/> TERRENO INCLINADO <input checked="" type="checkbox"/> ALTIPLANO <input type="checkbox"/> HONDONADA <input type="checkbox"/> OTROS ()		
TOPOGRAFÍA DEL TERRENO	<input type="checkbox"/> CAÑÓN A(<u> </u> m) <input type="checkbox"/> RÍO/MAR/LAGO/PANTANO A(<u> </u> m)			
MATERIALES DE ACABADOS EXTERIORES	<input type="checkbox"/> CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/> MORTERO <input type="checkbox"/> AZULEJO <input type="checkbox"/> PIEDRA <input type="checkbox"/> MUROS PRECOLADOS <input type="checkbox"/> PANEL DE CONCRETO PREFABRICADO <input type="checkbox"/> BLOQUES <input type="checkbox"/> PLACAS DE CONCRETO LIGERO <input type="checkbox"/> OTROS ()			

EXISTENCIA DE DOCUMENTACIÓN DE DISEÑO: MEMORIAS DE CÁLCULO: (<input type="checkbox"/> EXISTE <input checked="" type="checkbox"/> NO EXISTE) PLANOS DE DISEÑO: (<input type="checkbox"/> EXISTE <input type="checkbox"/> NO EXISTE) BITÁCORA DE OBRA: (<input type="checkbox"/> EXISTE <input checked="" type="checkbox"/> NO EXISTE)

[EVALUACIÓN CONSIDERANDO EL ASENTAMIENTO TOTAL DEL EDIFICIO] (ASENTAMIENTO MÁXIMO S(m)) <input checked="" type="checkbox"/> SIN DAÑOS (S=0) <input type="checkbox"/> DAÑO MENOR (0<S≤0.2 m) <input type="checkbox"/> DAÑO MEDIO (0.2<S≤1.0 m) <input type="checkbox"/> DAÑO SEVERO (S>1.0 m)
--

[EVALUACIÓN CONSIDERANDO EL DESPLOMO DEL EDIFICIO] (EL ÁNGULO MÁXIMO DE INCLINACIÓN θ (rad)) <input checked="" type="checkbox"/> SIN DAÑO (θ=0) <input type="checkbox"/> DAÑO MENOR (0<θ ≤1/100 rad) <input type="checkbox"/> DAÑO MEDIO (1/100 rad<θ ≤3/100 rad) <input type="checkbox"/> DAÑO SEVERO (3/100 rad<θ ≤6/100 rad) <input type="checkbox"/> COLAPSO (θ > 6/100 rad)
--

Japón

Formato para inspección y evaluación de la clasificación y nivel de daño. Pag. 2

[EVALUACIÓN CONSIDERANDO EL PORCENTAJE DE DAÑO Y PÉRDIDA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES]
 (SE REALIZA PARA CADA ENTREPISO TAMBIÉN, PARA ESTRUCTURAS DE MUROS SE REALIZARÁ PARA CADA DIRECCIÓN; SE ESCRIBIRÁN LOS RESULTADOS DEL ENTREPISO CON LOS RESULTADOS MÁS CRÍTICOS DESPUÉS DE LA EVALUACIÓN DE CLASIFICACIÓN Y NIVEL DE DAÑO).

(1) NÚMERO DE NIVEL INSPECCIONADO DONDE SE PRESENTA LA MAYOR CONCENTRACIÓN DE DAÑO [/ PISO] EN EL CASO DE MUROS SE INDICARÁ LA DIRECCIÓN [] CORTA [] LARGA

(2) NÚMERO TOTAL DE COLUMNAS: $A_0 = 49$ (Ó LONGITUD DE MURO) [$A_0 = 49$, ó $A_0 =$ m]

(3) NÚMERO DE COLUMNAS INSPECCIONADAS: $A=49$ (Ó LONGITUD DE MURO) [$A=49$, ó $A=$ m]

(4) PORCENTAJE DE COLUMNAS INSPECCIONADAS: [$A/A_0 = 100\%$]

(5) NUMERO DE COLUMNAS EN CADA NIVEL DE DAÑO, B_i (O BIEN LONGITUD DE MURO):

(MARCOS)	DAÑO NIVEL V	[$B_5 = 0$]	(MUROS)	DAÑO NIVEL V	[$B_5 =$ m]
	DAÑO NIVEL IV	[$B_4 = 1$]		DAÑO NIVEL IV	[$B_4 =$ m]
	DAÑO NIVEL III	[$B_3 = 8$]		DAÑO NIVEL III	[$B_3 =$ m]
	DAÑO NIVEL II	[$B_2 = 1$]		DAÑO NIVEL II	[$B_2 =$ m]
	DAÑO NIVEL I	[$B_1 = 2$]		DAÑO NIVEL I	[$B_1 =$ m]
	DAÑO NIVEL 0	[$B_0 = 37$]		DAÑO NIVEL 0	[$B_0 =$ m]

(6) CALCULO DEL INDICE DE DAÑO D_i , CORRESPONDIENTE A CADA NIVEL DE DAÑO

NIVEL V	[$D_5 = 1000 B_5 / 7A = 0$]	(PARA $B_5 / A > 0.35$, $D_5 = 50$)
NIVEL IV	[$D_4 = 100 B_4 / A = 16.7$]	(PARA $B_4 / A > 0.50$, $D_4 = 50$)
NIVEL III	[$D_3 = 60 B_3 / A = 12.5$]	(PARA $B_3 / A > 0.50$, $D_3 = 30$)
NIVEL II	[$D_2 = 26 B_2 / A = 11.9$]	(PARA $B_2 / A > 0.50$, $D_2 = 13$)
NIVEL I	[$D_1 = 10 B_1 / A = 0.8$]	(PARA $B_1 / A > 0.50$, $D_1 = 5$)

$D = \sum(D_i \cdot A \cdot D_i) = 12.7$

(7) CLASIFICACIÓN DEL PORCENTAJE DE DAÑO Y PÉRDIDA SEGÚN EL VALOR DE D

[] SIN DAÑO ($D = 0$)	[] DAÑO LIGERO ($D \leq 5$)	[] DAÑO MENOR ($5 < D \leq 10$)
[X] DAÑO MEDIO ($10 < D \leq 50$)	[] DAÑO SEVERO ($D > 50$)	[] COLAPSO ($D_5 = 50$)

DAÑOS EN ELEMENTOS O SISTEMAS ESTRUCTURALES ADYACENTES

[X] PENTHOUSE	[X] SIN DAÑO	[] LIGERO	[] MENOR	[] MEDIO	[] SEVERO	[] COLAPSO
[X] ESCALERA EXTERIOR	[] SIN DAÑO	[] LIGERO	[] MENOR	[] MEDIO	[X] SEVERO	[] COLAPSO
[] CHIMENEA	[] SIN DAÑO	[] LIGERO	[] MENOR	[] MEDIO	[] SEVERO	[] COLAPSO
[] PASILLOS COMUNICANTES	[] SIN DAÑO	[] LIGERO	[] MENOR	[] MEDIO	[] SEVERO	[] COLAPSO
[X] JUNTA DE CONSTRUCCIÓN O EXPANSIÓN	[] SIN DAÑO	[X] CHOQUE EN LA JUNTA	[] SEVERO			
[] OTROS ()	[] _____					

[DAÑOS EN ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN]
 EXISTENCIA DE DAÑOS EN CIMENTACIÓN PROFUNDA (PILOTES): [] SI [] NO [] INCIERTO
 EXISTENCIA DE LICUACIÓN DE SUELO: [] SI [X] NO [] INCIERTO

[OTROS (ESQUEMA DE UBICACIÓN Y COMENTARIOS SOBRE LA CONDICIÓN DE DAÑO)]

LOS NIVELES DE DAÑO EN LAS COLUMNAS DEL PRIMER NIVEL DEL EDIFICIO ESPECIAL PARA AULAS DE LA PREPARATORIA SEITOU
 PERSONA ENCARGADA : HIROSAWA

1. El daño es mediano en general, pero parcialmente es grave.
2. No se observa daño notable en los marcos sur e intermedio de la dirección larga.
3. En el marco norte, se observan agrietamientos notables por cortante en las columnas cortas de los niveles 1 y 2, y agrietamientos menores por flexión o por cortante en la mayoría de las columnas de los niveles 3 y 4.
4. Se está usando el edificio sin refuerzos. Hay que reforzar pronto, por lo menos, por la inyección de mortero y resina epóxica.

México

Comité de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones
 Forma para inspección postsísmica. Evaluación detallada. Pag. 1

FORMA PARA INSPECCIÓN POSTSÍSMICA. EVALUACIÓN DETALLADA.															
1. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN															
Dirección _____															
Colonia _____															
Zonificación propuesta de la ciudad para efectuar la evaluación _____															
• Posición del edificio en la manzana															
Esquina	<input type="radio"/>	Medio	<input type="radio"/> Libre <input type="radio"/>												
• Época de construcción															
Antes de 1957	<input type="radio"/>	1957-1985	<input type="radio"/> 1985- <input type="radio"/>												
• Área total del edificio (m ²), todos los niveles _____															
• Número de niveles sobre el terreno (incluyendo azotea y mezanines) _____															
Sótanos	_____	Mezanines	_____ Apéndices _____												
• Tipo de terreno															
Zona de lago	<input type="radio"/>	Transición	<input type="radio"/> Lomas <input type="radio"/>												
• Uso principal															
Casa habitación	<input type="radio"/>	Departamentos	<input type="radio"/> Comercios <input type="radio"/> Oficinas públicas <input type="radio"/>												
Oficinas privadas	<input type="radio"/>	Industrias	<input type="radio"/> Estacionamientos <input type="radio"/> Bodegas <input type="radio"/>												
Educación	<input type="radio"/>	Recreativo	<input type="radio"/> Salud y protección social <input type="radio"/>												
Otro	_____														
• Información adicional _____ (En la hoja final dibujar planta con grados de daño y algún otro croquis de interés.)															
2. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA															
• Tipo de cimentación															
Zapatas															
Corridas	<input type="radio"/>	Aisladas	<input type="radio"/>												
Pilotes															
De punta con control	<input type="radio"/>	De punta sin control	<input type="radio"/> De fricción <input type="radio"/>												
Material de fabricación															
Madera	<input type="radio"/>	Concreto	<input type="radio"/> Acero <input type="radio"/>												
Pila de cimentación															
Con campana	<input type="radio"/>	Sin campana	<input type="radio"/>												
• Condiciones de la cimentación															
Cajón inundado (tirante de agua) _____															
Daños en pilotes de control, desplazamiento entre cabeza y marco de carga _____															
<table border="0"> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Nivel de riesgo</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">ACEPTABLE</td> <td style="text-align: center;">INTERMEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> </table>					Nivel de riesgo				A	B	C		ACEPTABLE	INTERMEDIO	ALTO
	Nivel de riesgo														
	A	B	C												
	ACEPTABLE	INTERMEDIO	ALTO												
- Inclinación notoria de la edificación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>												
- Grietas en el suelo o desplazamientos en muros de contención	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>												
- Emersión del edificio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>												
- Hundimiento del edificio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>												
3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA															
• Material de la estructura															
• Concreto reforzado															
Colado en el lugar	<input type="radio"/>	• Mampostería													
Prefabricado	<input type="radio"/>	Ladrillo hueco	<input type="radio"/> Ladrillo sólido <input type="radio"/>												
• Acero	<input type="radio"/>	Concreto	<input type="radio"/> Otro _____												
		• Madera	<input type="radio"/> Otro _____												

México

Comité de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones
Forma para inspección postsísmica. Evaluación detallada. Pag. 2

• **Sistema estructural**
 Marcos Marcos con muros de concreto Marcos contraventeados
 Marcos con muros de relleno de tabique Marcos de concreto
 Losa plana reticular, columnas Mampostería reforzada
 Muros de tabique sin reforzar, con castillos y dalas Otro _____

• **Sistemas de piso**
 Losa maciza con trabes Losa plana Prefabricado Otro _____
 Losa plana reticular No se sabe Tipo _____

• **Estructura de techo (En caso de estructura especial)**
 Acero Concreto reforzado Madera Otro _____

• **Regularidad en planta** Buena Intermedia Mala
 • **Regularidad vertical** Buena Intermedia Mala

En casos de clasificación "mala", indicar en los comentarios (hoja final) las características asociadas a esta clasificación (tablas 6.1 y 6.2)

• **Daños previos por sismos** Si Año _____ No No se sabe
 • **Reparaciones anteriores** Si Año _____ No No se sabe
 Tipo de reparación _____

• **Pérdidas humanas (Muertos/heridos)** Si No No se sabe
 Si existen datos Número de muertos _____ Número de heridos _____

4. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO O MAMPOSTERÍA

• **Daño de miembros estructurales en el entrepiso** Núm _____ (En el entrepiso y en la dirección más dañada)

• **Daño exterior**

a) Estructuras a base de marcos, losa plana reticular o muro-marco
 Número total de columnas exteriores _____
 Relación en el número de columnas (o vigas) con grado de daño entre el número de columnas exteriores.
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

Daños en muros en estructuras muro-marco
 Longitud total de muros exteriores (m) _____
 Relación de la longitud de muros exteriores con grado de daño entre la longitud total
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

b) Estructura a base de muros
 Longitud total de muros exteriores (m) _____
 Espesor típico de muros (cm) _____
 Relación de la longitud de muros exteriores con grado de daño entre la longitud total
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

• **Daño interior**

c) Estructuras a base de marcos, losa plana reticular o muro-marco
 Número total de columnas interiores _____
 Relación del número de columnas (o vigas) con grado de daño entre el número de columnas interiores
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

Daños en muros en estructuras muro-marco
 Longitud total de muros interiores (m) _____
 Relación de la longitud de muros interiores con grado de daño entre la longitud total
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

México

Comité de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones
Forma para inspección postsísmica. Evaluación detallada. Pag. 3

d) Estructura a base de muros
 Longitud total de muros interiores (m) _____
 Espesor típico de muros (cm) _____
 Relación de la longitud de muros interiores con grados de daño entre la longitud total
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

5.- EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA DE ACERO

- Daño de miembros estructurales en el entrepiso Núm _____ (En el entrepiso y en la dirección más dañada)
- Daño exterior
 - a) Estructuras a base de marcos
 Número total de columnas exteriores _____
 Relación en el número de columnas o vigas o conexiones con grado de daño entre el número de columnas exteriores.
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%
 - Daño interior
 - c) Estructuras a base de marcos
 Número total de columnas interiores _____
 Relación del número de columnas o vigas o conexiones con grado de daño entre el número de columnas interiores
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

A B C
 Aceptable Intermedio Alto

Corrosión y/o oxidación de elementos estructurales

CLASIFICACIÓN

	Evaluación Rápida	Evaluación Detallada	INSPECTORES
	Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>		
Habitable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1.- _____
Cuidado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2.- _____
Insegura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3.- _____
(Ver manual para esta clasificación)			FECHA DE INSPECCIÓN _____

6. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

	Nivel de riesgo		
	A	B	C
	Aceptable	Intermedio	Alto
Exterior			
Vidrios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Torres de anuncios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabados de fachadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balcones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pretilos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tanques elevados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

México

Comité de evaluación postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones
 Forma para inspección postsísmica. Evaluación detallada. Pag. 4

	Nivel de riesgo		
	A Acceptable	B Intermedio	C Alto
Interior			
Muros divisorios o particiones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cielos rasos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lámparas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escaleras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elevadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Instalaciones (gas, eléctrica, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Derrames tóxicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Recomendaciones

Area insegura. Colocar barreras en las siguientes áreas _____

Otros (remover los elementos en peligro de caer, apuntalar, etc.) _____

Fotografías Si No

Comentarios
 Explicar los motivos principales de la clasificación y posibles causas del daño. Indicar si los daños fueron más importantes en columnas, vigas o losas planas.

ESQUEMA

