

# INFORME TÉCNICO

---

INFORME DE LOS DAÑOS POR EL SISMO M 6.9 DEL 7 DE JULIO DE 2014  
OCURRIDO EN LA COSTA DE CHIAPAS

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

MIGUEL ÁNGEL OSORIO CHONG  
SECRETARIO DE GOBERNACIÓN

LUIS FELIPE PUENTE ESPINOSA  
COORDINADOR NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL

DR. CARLOS M. VALDÉS GONZÁLEZ  
DIRECTOR GENERAL DEL  
CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES

VERSIÓN ELECTRÓNICA 2015

©SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN  
ABRAHAM GONZÁLEZ NÚM. 48,  
COL. JUÁREZ, DELEG. CUAUHTÉMOC,  
C.P. 06699, MÉXICO, D.F.

©CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES  
AV. DELFÍN MADRIGAL NÚM. 665,  
COL. PEDREGAL DE SANTO DOMINGO,  
DELEG. COYOACÁN, C.P.04360, MÉXICO, D.F.  
TELÉFONOS:  
54 24 61 00  
56 06 98 37  
FAX: 56 06 16 08  
E-MAIL: EDITOR@CENAPRED.UNAM.MX  
WWW.CENAPRED.GOB.MX

©AUTORES: ALFREDO SÁNCHEZ ALEJANDRE  
LEONARDO E. FLORES CORONA  
CARLOS ALBERTO MARTÍNEZ CELIS SÁNCHEZ  
JOEL ARAGÓN CÁRDENAS  
ALEJANDRO CASTAÑEDA JIMÉNEZ  
ÓSCAR LÓPEZ BÁTIZ  
THALÍA ALFONSINA REYES PIMENTEL  
SERGIO ALBERTO GALAVIZ ALONSO  
JUAN CARLOS JIMÉNEZ VELÁZQUEZ  
MOISÉS G. CONTRERAS RUIZ ESPARZA  
EDICIÓN: ABIGAIL ARACELI CERVANTES CANTERO  
PORTADA: MARICELA ROJAS VÁZQUEZ

DERECHOS RESERVADOS CONFORME A LA LEY

DISTRIBUCIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL: CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES  
EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

INFORME DE LOS DAÑOS POR EL SISMO M 6.9 DEL 7 DE JULIO DE 2014  
OCURRIDO EN LA COSTA DE CHIAPAS

ALFREDO SÁNCHEZ ALEJANDRE <sup>1</sup>  
LEONARDO E. FLORES CORONA <sup>1</sup>  
CARLOS ALBERTO MARTÍNEZ CELIS SÁNCHEZ <sup>1</sup>  
JOEL ARAGÓN CÁRDENAS <sup>2</sup>  
ALEJANDRO CASTAÑEDA JIMÉNEZ <sup>2</sup>  
ÓSCAR LÓPEZ BÁTIZ <sup>2</sup>  
THALÍA ALFONSINA REYES PIMENTEL <sup>3</sup>  
SERGIO ALBERTO GALAVIZ ALONSO <sup>3</sup>  
JUAN CARLOS JIMÉNEZ VELÁZQUEZ <sup>3</sup>  
MOISÉS G. CONTRERAS RUIZ ESPARZA <sup>3</sup>

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN  
<sup>1</sup> SUBDIRECCIÓN DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL  
<sup>2</sup> SUBDIRECCIÓN DE RIESGOS ESTRUCTURALES  
<sup>3</sup> SUBDIRECCIÓN DE RIESGOS SÍSMICOS

ENERO DE 2015

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	I
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	III
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 ALCANCE Y OBJETIVOS.....	1
<b>CAPÍTULO 2 ASPECTOS SISMOLÓGICOS .....</b>	<b>2</b>
2.1 EVENTO PRINCIPAL Y RÉPLICAS.....	2
2.2 MAPAS DE ACELERACIONES ESTIMADAS.....	3
2.3 ESPECTROS DE ACELERACIONES.....	6
<b>CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL DAÑO EN ESTRUCTURAS.....</b>	<b>7</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.....	7
3.2 VIVIENDA.....	7
3.2.1 MUNICIPIO DE HUIXTLA.....	10
3.2.2 MUNICIPIO DE CACAHOATÁN .....	20
3.2.3 MUNICIPIO DE TAPACHULA .....	24
3.3 INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA.....	26
3.3.1 MUNICIPIO UNIÓN DE JUÁREZ .....	26
3.3.2 MUNICIPIO DE HUIXTLA .....	27
3.4 EDIFICIOS DE USO COMERCIAL .....	28
3.4.1 MUNICIPIO DE HUIXTLA.....	28
<b>CAPÍTULO 4 MEDIDAS DE RECUPERACIÓN DE LAS EDIFICACIONES.....</b>	<b>35</b>
4.1 APUNTALAMIENTO PROVISIONAL.....	35
4.2 REPARACIÓN DE VIVIENDA.....	37
4.3 CARTILLA DE REFUERZO DE VIVIENDA RURAL DE AUTOCONSTRUCCIÓN .....	38
<b>CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	41
5.2 RECOMENDACIONES .....	41
5.2.1 VIVIENDA DE ADOBE.....	42
5.2.2 EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA DE TABIQUE.....	42
5.2.3 EDIFICIOS DE CONCRETO REFORZADO.....	42
5.2.4 RECOMENDACIONES GENERALES.....	43
<b>APÉNDICE A LOGÍSTICA Y PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA MISIÓN ...</b>	<b>45</b>
<b>APÉNDICE B RESUMEN DE DAÑOS REPORTADOS POR PROTECCIÓN</b>	
<b>CIVIL ESTATAL .....</b>	<b>47</b>
B.1 LISTADO DE MUNICIPIOS AFECTADOS.....	47
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>49</b>

## RESUMEN

---

El 7 de julio de 2014, a las 06:24 am hora local (11:24 UTC) ocurrió un evento sísmico de magnitud 6.9 con epicentro frente a las costas del estado de Chiapas. En este informe se presentan, de manera resumida, las características sismológicas del evento y las observaciones hechas durante una visita a la zona afectada, como el comportamiento de viviendas y edificios de uso comercial con la que se concluyó que el daño se concentró en las edificaciones de municipios donde no hay reglamento de construcciones, por lo que fueron construidas sin criterio sismorresistente. En particular, en el municipio de Huixtla se observó daño en edificaciones vulnerables por su sistema y detallado estructural. Finalmente, se señalan algunos aspectos que deben atenderse en las labores de reconstrucción de las estructuras como en el caso de vivienda de un nivel donde pueden usarse metodologías descritas en cartillas, pero con la supervisión de algún experto en la materia.

## ABSTRACT

---

On July 7, 2014 at 06:24 h local time (11:24 UTC), occurred a magnitude 6.9 earthquake with its epicenter located in front of Chiapas State coasts. This report summarizes some seismological characteristics of the event and observations on the behavior of housing and commercial buildings are described during a visit to the affected region. It is concluded that the damage was concentrated in the municipalities where there is no building code and where the buildings were constructed without earthquake-resistant criteria. Particularly, damage in Huixtla was observed in structures with vulnerability in the structural system and constructive details. Finally, some aspects regarding measures for reconstruction of the structures are appointed, for example in the one-story traditional construction where recommendations on simple dissemination formats may be used.

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

---

## 1.1 ANTECEDENTES

Derivado de la ocurrencia de un sismo de 6.9 grados de magnitud con epicentro ubicado a 47 kilómetros al suroeste de la ciudad de Tapachula, en el estado de Chiapas, un grupo de investigadores de las subdirecciones de Vulnerabilidad Estructural y Riesgos Estructurales de la Dirección de Investigación del Centro Nacional de Prevención de Desastres, realizó una misión de inspección del 8 al 22 de julio de 2014 en la zona epicentral para asesorar a las brigadas de Protección Civil encargadas de la evaluación de las estructuras, así como observar las condiciones de las edificaciones más comunes en las región y hacer un análisis de las tipologías estructurales con mayor afectación.

En este informe se presenta la información más relevante de lo observado en las visitas de campo, haciendo una descripción breve y general de los inmuebles inspeccionados. El presente documento no es un dictamen técnico y sólo refleja los resultados de las observaciones realizadas durante las visitas de inspección, así como las conclusiones y recomendaciones derivadas de la información recopilada en campo.

En la planeación de la misión se decidió visitar únicamente la zona más afectada por el sismo, que resultó ser el poblado de Huixtla, así como llevar a cabo la revisión de cabeceras municipales declaradas en situación de desastre, como son Mapastepec y Tapachula, donde se estableció el centro de operaciones del Comité Permanente de Evaluación de Daños. En el caso de la población de Mapastepec, la visita también tuvo la finalidad de verificar posibles daños y realizar un levantamiento de la tipología de la vivienda representativa de la región con fines de estudios posteriores de vulnerabilidad y riesgo.

## 1.2 ALCANCE Y OBJETIVOS

El presente estudio no pretende ser exhaustivo en la presentación y análisis de los daños o los mecanismos que los generaron, más bien se centra en algunas edificaciones que presentaron comportamientos anómalos ante niveles de aceleraciones del terreno relativamente menores que las máximas probables, tomando en cuenta los niveles de peligro reportados en el Manual de Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2008), así como las aceleraciones máximas esperadas según los escenarios sísmicos mostrados en el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2014).

Los objetivos principales fueron:

- Inspección de estructuras dañadas en el municipio de Huixtla.
- Asesoría técnica a Protección Civil (PC) del estado de Chiapas y de los municipios, para dar recomendaciones en la evaluación y clasificación del daño, así como posibles técnicas de rehabilitación en su caso.
- Identificación de la tipología de vivienda representativa de Chiapas como información para estudios de vulnerabilidad y riesgo.

## CAPÍTULO 2 ASPECTOS SISMOLÓGICOS

### 2.1 EVENTO PRINCIPAL Y RÉPLICAS

Con base en la información del Servicio Sismológico Nacional (SSN), dependiente del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el pasado 7 de julio, a las 06:23:58 h, tiempo local, ocurrió un evento sísmico con magnitud 6.9. Su foco fue localizado en 14.75° latitud norte y 92.63° longitud oeste, quedando aproximadamente a 47 km al suroeste de Tapachula, Chiapas, con una profundidad de 60 km. La identificación del mecanismo focal, así como la ubicación aproximada del epicentro y las réplicas, se muestran en la Figura 2.1.

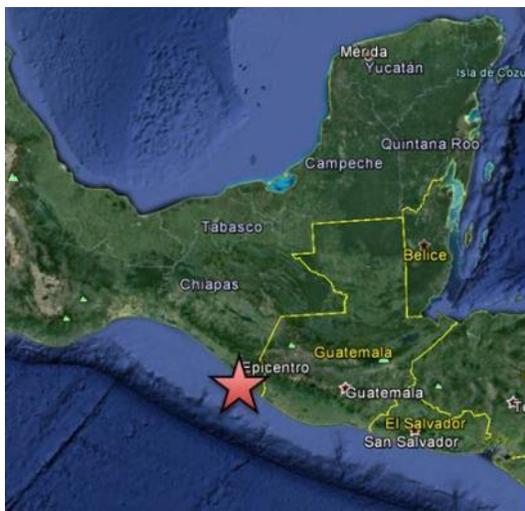
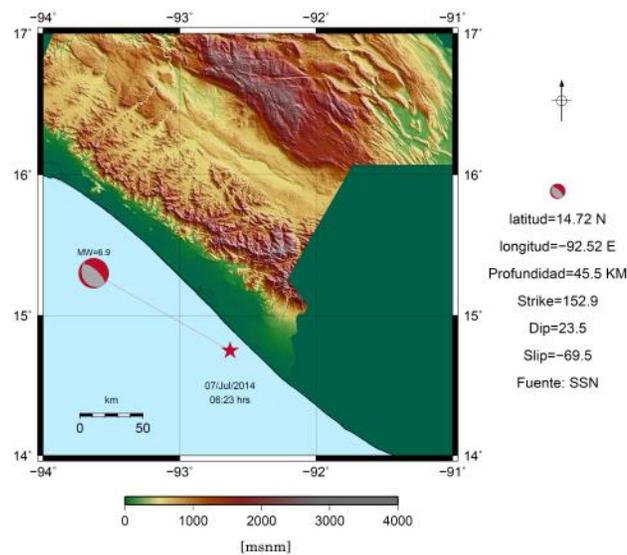


Figura 2.1 Ubicación del epicentro y principales réplicas

## 2.2 MAPAS DE ACELERACIONES ESTIMADAS

En la Figura 2.2, se muestra el mapa de intensidades (*shake map*) elaborado por el Instituto de Ingeniería (I de I) de la UNAM, a partir de la magnitud y del epicentro, en el que se muestran las aceleraciones máximas calculadas y la distribución de la intensidad de daño posible.

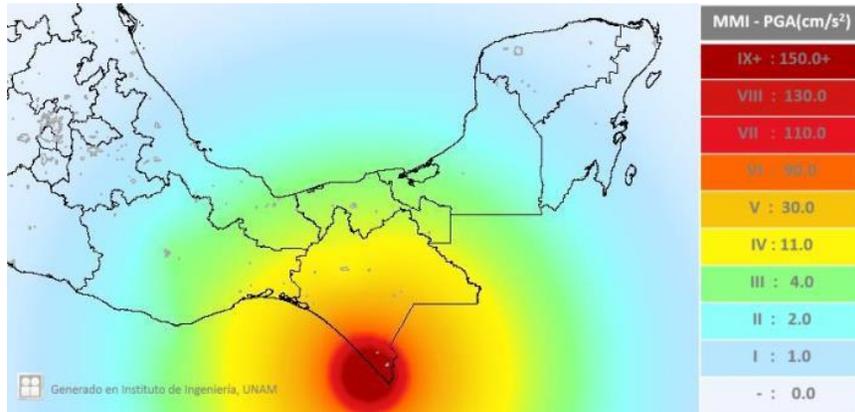


Figura 2.2 Mapa de intensidades (I de I, UNAM, 2014)

En la Figura 2.3 se muestra el mapa de intensidades (*shake map*) elaborado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (United States Geological Survey, USGS).

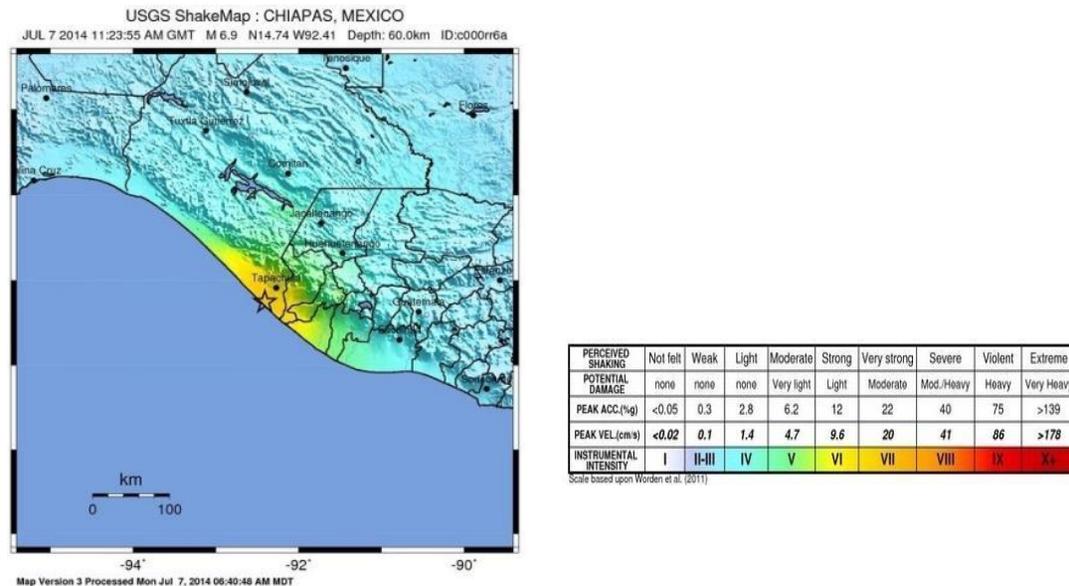


Figura 2.3 Mapa de intensidades (USGS, 2014)

Se calcularon las aceleraciones medias para 30 municipios, utilizando una ecuación de atenuación (García y otros, 2005) que depende de la distancia y la magnitud. De acuerdo con los daños típicos observados como consecuencia de sismos de gran magnitud, los daños leves generalmente están asociados al grado VI en la escala de Mercalli Modificada.

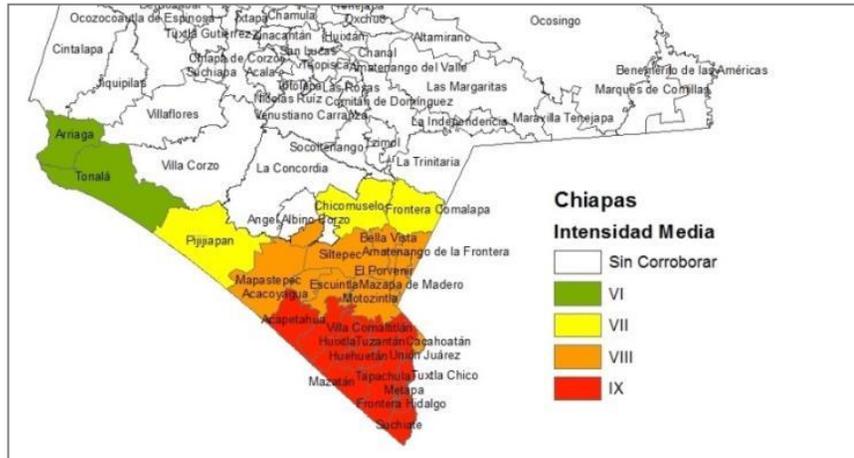


Figura 2.4 Municipios en Chiapas y daños posibles según el cálculo de intensidades (I de I, UNAM, 2014)

De igual manera, se determinaron las aceleraciones e intensidades calculadas para los 30 municipios del estado de Chiapas que se presentan en la Tabla 2.1., con base en el procedimiento para estimar las aceleraciones del terreno y, a partir de ellas, determinar la distribución de intensidades esperadas y presentadas en la Figura 2.4

Tabla 2.1 Aceleraciones e intensidades calculadas para 30 municipios en el estado de Chiapas

No.	Municipio	Aceleración media (gal)	Aceleración máxima (gal)	Intensidad
1	Acacoyagua	177	194	VIII
2	Acapetahua	229	270	VIII
3	Amatenango de la Frontera	114	130	VII
4	Arriaga	25	28	V
5	Bejucal de Ocampo	128	132	VII
6	Bella Vista	114	120	VII
7	Cacahoatán	209	228	VIII
8	Chicomuselo	94	115	VII
9	El Porvenir	151	154	VIII
10	Escuintla	189	211	VIII
11	Frontera Comalapa	83	102	VII
12	Frontera Hidalgo	270	271	VIII
13	Huehuetán	295	321	VIII
14	Huixtla	287	323	VIII
15	La Grandeza	130	130	VII
16	Mapastepec	156	209	VIII
17	Mazapa de Madero	158	169	VIII
18	Mazatán	340	354	IX
19	Metapa	256	256	VIII
20	Montecristo de Guerrero	119	123	VII
21	Motozintla	187	217	VIII
22	Pijijiapan	94	135	VII
23	Siltepec	140	161	VII
24	Suchiate	267	287	VIII



### 2.3 ESPECTROS DE ACELERACIONES

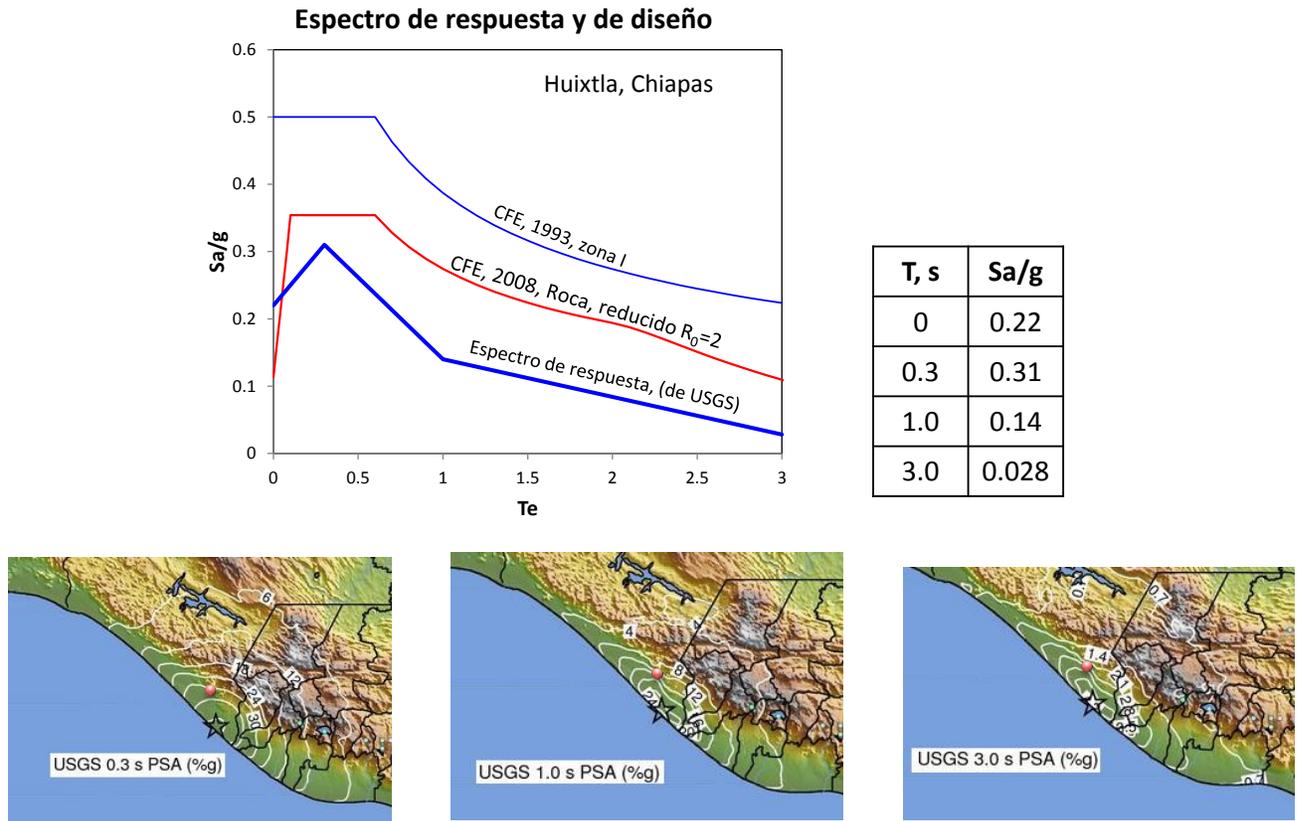


Figura 2.6 Espectros de diseño según CFE, 1993 y 2008 y espectro de respuesta en Tapachula (construido con datos del USGS, 2014).

A partir de la información presentada en los manuales de diseño de obras civiles de la CFE, para el caso de Diseño por Sismo, en la Figura 2.6 se muestran comparativamente los espectros de diseño para roca (suelo tipo I) de los manuales en sus ediciones de 1993 y 2008. Adicionalmente, en la misma figura se incluye el espectro de respuesta obtenido con la información del USGS.

## CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL DAÑO EN ESTRUCTURAS

### 3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen los daños en distintos tipos de edificación de las ciudades de Huixtla, Tapachula, Cacahoatán y Mapastepec, todas incluidas en la región del estado presentada inicialmente en la declaratoria de desastre producto del sismo en estudio.

En la 3.1 se muestra la distribución porcentual de la antigüedad de las edificaciones dañadas según los datos recabados por Protección Civil de Chiapas.

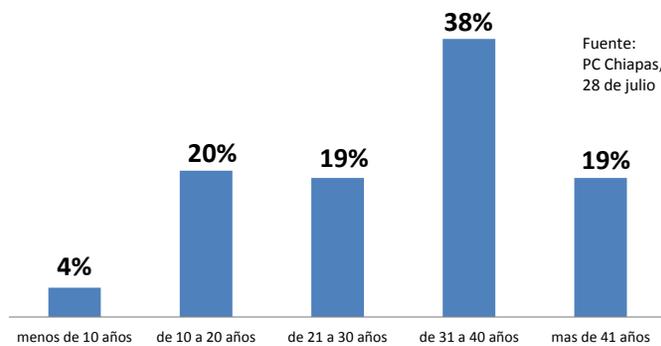


Figura 3.1 Antigüedad de las edificaciones dañadas por el sismo del 7 de julio de 2014

### 3.2 VIVIENDA

En esta sección se enlista una serie de estructuras para uso habitacional, con objeto no de describir exhaustivamente todos los casos, sino para mostrar casos notables y algunos daños representativos, poniendo énfasis en las características de vulnerabilidad que pudieron haber sido factor fundamental para los daños observados. En la Figura 3.2 se muestra la ubicación de edificaciones revisadas en Huixtla.



Figura 3.2 Ubicación en Huixtla de las estructuras revisadas con daños

En la Tabla 3.1 se enlistan los inmuebles revisados en la población de Huixtla durante las labores de identificación de daños, en las que personal de CENAPRED acompañó a las brigadas de PC.

Tabla 3.1 Base de datos de estructuras dañadas revisadas por CENAPRED en Huixtla, Chis.

ID	Nombre	Dirección	Niveles	Edad (años)	Marcos	Material en muros	Cubierta de techo	Confiado	Daño en muros	Daño en columnas	Daño en vigas	Daño en techos
1301	Palacio Municipal	Av. Central y Francisco I. Madero oriente	2	34	si	ladrillo	losa de concreto	si	medio	no	no	no
1302	Boutique "Y@dy"	Benito Juárez norte No. 109	2	50	no	ladrillo	losa de concreto	si	medio	no	no	no
1303	Parroquia de San Francisco de Asís	Av. Galeana sur y Calle Morelos poniente	1	69	si	ladrillo	mampostería	-	medio	no	no	ligero
1304	Vivienda Galeana	Calle Galeana sur No. 4	3	34	no	ladrillo	losa de concreto	-	ligero (n2 y n3)	no	no	no
1305	Vivienda Madero	Calle Francisco I. Madero poniente No.11	1	64	no	ladrillo	tejado	no	medio	no	no	no
1306	Vivienda desocupada	Allende oriente entre Independencia sur y Central sur	1	70	no	ladrillo	tejado	no	no	no	colapso	colapso
1307	Monte Moneda	Francisco I. Madero oriente y Ferrocarril	2	-	no	ladrillo	losa de concreto	malo	medio	no	no	no
1308	Panadería Ayala	Iturbide oriente y Ferrocarril Ignacio	2	35	no	ladrillo	losa de concreto	malo	severo	no	no	no
1309	Carnicería	Zaragoza oriente y Ferrocarril	2	60	no	ladrillo	losa de concreto	no	severo	no	no	no
1310	Tienda Milano	Av. Central norte entre Zaragoza oriente y Morelos oriente	3	-	si	bloque de concreto	losa de concreto	no	medio	no	no	no
1311	Vidrios y aluminios del Sureste	Porfirio Díaz oriente y Av. Central norte	1	70	no	bahareque	vigas y enladrillado	no	ligero	no	no	no
1401	Frutas y Legumbres "La bodeguita"	Francisco I. Madero oriente y Rayón norte	2	70	no	ladrillo	losa de concreto	malo	severo	no	no	ligero
1402	Vivienda av. central	Av. Central sur y Allende poniente	1	160	no	adobe	tejado	no	severo	no	no	no
1403	Vivienda Allende 1	Allende poniente entre Av. central e Independencia sur	1	160	no	adobe	tejado	no	medio	no	no	no

ID	Nombre	Dirección	Niveles	Edad (años)	Marcos	Material en muros	Cubierta de techo	Confiado	Daño en muros	Daño en columnas	Daño en vigas	Daño en techos
1404	"La casa del ángel"	Allende poniente entre Av. central e Independencia sur	1	60	no	ladrillo	tejado	no	medio	no	no	no
1405	Vivienda Allende 2	Allende poniente entre Av. central e Independencia sur	1	60	no	ladrillo	tejado / lámina	no	severo	no	no	moderado
1406	Vivienda Belisario Domínguez. Casa	Av. Central y Belisario Domínguez Francisco	1	160	no	adobe	tejado	no	severo	no	no	ligero
1407	Alcohólicos Anónimos	Zarco oriente No. 8	1	45	no	ladrillo	lámina	no	severo	no	no	no
1408	Instituto Nacional Electoral	Av. González Ortega norte No. 65 esquina Corregidora oriente	2	18	si	ladrillo	losa de concreto	no	severo	severo	no	no
1409	Abarrotes Hernández Ramírez	Francisco I. Madero oriente No. 28	2	2	no	ladrillo	losa de concreto	si	severo (fach. n2)	no	no	no
1501	Farmacia de similares	Ignacio Zaragoza oriente y Rayón norte	4	36	Si	ladrillo	losa de concreto	malo	medio	medio	no	no
1502	Vivienda Rayón 1	Rayón sur No. 3 entre Madero oriente e Iturbide oriente	2	25	n1	ladrillo	losa de concreto	malo	medio	forradas	no	no
1503	Vivienda Rayón 2	Calle Rayón sur No. 7 entre Madero oriente e Iturbide oriente	2	3	no	ladrillo	losa de concreto	malo	medio	no	no	no
1601	Vivienda Rayón 3	Calle Rayón sur No.19 entre Allende oriente y Belisario Domínguez Iturbide oriente	1	52	No	ladrillo	tejado	no	ligero	no	ligero maderas	no
1602	Edificio video club "Yamile"	No. 39 entre Abasolo sur y Rayón sur	4	12	Si	ladrillo	losa de concreto	malo	ligero	ligero	no	no
1603	Escuela primaria "Adolfo López Mateos"	Abasolo sur e Iturbide oriente	1	52	Si	ladrillo	losa de concreto	no	ligero	no	no	no
1701	Vivienda González	Calle González Ortega sur entre Iturbide oriente y Madero	3	-	no	ladrillo	losa de concreto	-	medio	no	no	no

ID	Nombre	Dirección	Niveles	Edad (años)	Marcos	Material en muros	Cubierta de techo	Confinado	Daño en muros	Daño en columnas	Daño en vigas	Daño en techos
1702	Cerrajería "Yaveh"	orientes Ferrocarril oriente No. 13	2	55	N1	ladrillo	losa de concreto	malo	medio	no	no	ligero
1703	Vivienda Iturbide 1	Iturbide oriente No. 13	2	40	N1	ladrillo	losa de concreto	no	severo	no	no	no
1704	Vivienda Iturbide 2	Iturbide oriente No. 32	2	50	No	ladrillo	losa de concreto	malo	medio	medio	no	no
1705	Vivienda Abasolo sur	Abasolo sur casi esquina Iturbide oriente	2	-	No	ladrillo	losa de concreto	no	severo	no	no	no
1706	Vivienda Iturbide 3	Iturbide oriente No. 38	2	12	N1	ladrillo	losa de concreto	malo	severo	ligero	no	no

*Material en muros* implica material predominante en muros de mampostería; *confinado* se refiere al confinamiento de los muros, y la descripción de marco, techo, y los daños en elementos (*muros, columnas, vigas, techos*) describen brevemente las características correspondientes. El identificador (ID) tiene en sus dos primeros dígitos el día del mes de julio en que se revisó, y dos dígitos para un número consecutivo.

### 3.2.1 MUNICIPIO DE HUIXTLA

#### *Vivienda ubicada en la calle Rayón Sur*

Un ejemplo de edificación de interés medio, pero que por los usos y costumbres de la región se erigió sin considerar la existencia del reglamento de construcción y las normas que de él emanan, es la vivienda ubicada en la calle Rayón Sur, entre las calles Agustín de Iturbide Oriente y Francisco y Madero Oriente, en el municipio de Huixtla. La estructura es de dos niveles, construida con muros de mampostería de tabique rojo recocido, además de algunos elementos de concreto reforzado con una distribución irregular y aparentemente aleatoria. También se observó que la distribución de la rigidez en la estructura no es igual en las dos direcciones ortogonales. En la dirección perpendicular a la calle, los muros son continuos y de gran longitud, no así para la dirección paralela a la calle, donde no se contaba con los elementos estructurales necesarios para dar rigidez en esta dirección, ya que los muros eran de menor longitud y sin el confinamiento adecuado en las aberturas de puertas y ventanas, razón por la cual se presentaron agrietamientos en los elementos estructurales en esta dirección. El sistema de piso es de losa maciza con una abertura que excede del 20 por ciento del área en planta.

Los daños observados en la vivienda fueron grietas inclinadas a 45° por tensión diagonal en muros, caída de recubrimiento, agrietamientos en dadas y castillos, y efectos de columna corta en los elementos de concreto reforzado, como se observa en la figura 3.3.

#### *Edificio ubicado en avenida Independencia norte*

El inmueble se ubica en la avenida Independencia Norte, entre las calles Porfirio Díaz Poniente y Rodolfo Figueroa Poniente. El edificio es de tres niveles más un apéndice, está destinado para uso comercial en el primer nivel, y para vivienda en el segundo y tercer nivel. Está construido por muros de mampostería de tabique rojo recocido, sin confinamiento

adecuado en aberturas de ventanas y puertas. El edificio es irregular, el sistema de piso es a base de losa maciza, los elementos estructurales verticales muros y castillos no son continuos en toda la altura del edificio.



Figura 3.3 Daños en elementos estructurales: a) y b) Muro transversal a la mitad del inmueble, c) muros de la planta alta tipo mezzanine, d) falla por cortante de columna corta

Se presentó daño estructural severo, concentrado principalmente en los elementos estructurales del tercer nivel, muros, castillos y en la escalera. Los daños observados fueron grietas inclinadas a  $45^\circ$  por tensión diagonal en muros y castillos de esquina, caída de recubrimiento en muro y agrietamiento en la conexión entre la losa y la escalera, como se muestran en las siguientes figuras.



Figura 3.4 a) Vista general de la edificación, b) agrietamiento inclinado de muro y castillo, c) y d) agrietamiento inclinado en los muros

**Edificaciones con muros de mampostería mal confinada en planta baja y sin confinar en planta alta**

Durante los recorridos en la comunidad de Huixtla se identificó de manera recurrente un tipo estructural combinado en viviendas de dos niveles, en el cual se mezclan marcos de concreto en la planta baja con muros de mampostería mal confinados en las plantas superiores, como se observa en las dos viviendas mostradas en la Figura 3.5, de las cuales a continuación se hará una breve descripción.



a) Vivienda ubicada en Abasolo e Iturbide



b) Vivienda ubicada en calle Iturbide no. 38

Figura 3.5 Vivienda típica de la comunidad de Huixtla

### ***Vivienda en Abasolo norte***

La vivienda ubicada en la calle Abasolo casi esquina con Iturbide consiste en una vivienda de más de 30 años, cuyo sistema estructural principal está sustentado en muros de carga (Figura 3.5 a); aunque se observan columnas en la fachada, no se pudo verificar la existencia de estos elementos en todos los muros de la planta baja. En la planta alta el sistema estructural está resuelto con base en muros de mampostería sin confinar.

Este tipo estructural mostró un mal comportamiento durante el pasado evento sísmico; se pudo observar que, contrariamente a lo reportado en estudios experimentales en este tipo de edificaciones y en evaluaciones de daños por sismos en zonas urbanas, los daños se concentraron en la planta alta, en las zonas donde el refuerzo es prácticamente inexistente, ver Figura 3.6 y figura 3.7.



*Figura 3.6 Daño en planta baja de la vivienda ubicada en calle Abasolo norte casi esquina Iturbide oriente*

Como se muestra en la figura 3.7 el daño severo se concentró en aquellos muros con grandes huecos y sin ningún tipo de refuerzo. El mecanismo de falla fue por cortante, como lo demuestran las grietas inclinadas presentes en los segmentos de muro con daño severo.



*Figura 3.7 Daños en planta alta en viviendas de dos niveles*

### **Edificio en Benito Juárez norte no. 109**

El edificio ubicado en calle Benito Juárez norte No. 109 es una estructura de dos niveles que data de mediados de la década de 1960, su estructura está resuelta con muros de mampostería con confinamiento deficiente, ver la figura 3.8.



*Figura 3.8 Edificio ubicado en Benito Juárez norte no. 105 (Google Maps, 2014)*

Los daños observados en este inmueble se concentraron en la planta alta, consistentes en grietas y desprendimiento de aplanados en paredes, así como daños severos en algunos castillos. En uno de éstos se observó el desarrollo del fenómeno de columna corta, debido a que es costumbre local dejar en la parte superior de las estructuras un pequeño segmento vertical libre para ventilación, como se muestra en la Figura 3.9 y Figura 3.10.



*Figura 3.9 Daños en columna corta en la planta alta del edificio ubicado en Benito Juárez norte no. 105*



*Figura 3.10 Daño en muros en la planta alta del edificio de Benito Juárez norte no. 105*

### **Vivienda en Iturbide oriente no. 38**

En el caso de la vivienda ubicada en la calle Iturbide oriente no. 38, la construcción tiene 12 años y el sistema estructural está resuelto con base en marcos de concreto reforzado y presentó un funcionamiento adecuado en planta baja donde no hubo daños, como se muestra en la Figura 3.11.



Figura 3.11 Marcos en la planta baja de la vivienda ubicada en Iturbide oriente no. 38

Sin embargo, en la planta alta se observó daño severo en algunos muros interiores, así como en muros de fachada sin ningún refuerzo en los huecos de ventanas. También se observó daño en la columna central del segundo nivel (ver Figura 3.12).



Figura 3.12 Daño en segundo nivel vivienda ubicada en Iturbide oriente no. 38

### **Vivienda en Rayón norte no. 3**

La vivienda ubicada en la calle Rayón no. 3, casi esquina Madero, cuenta con 30 años de antigüedad, es una estructura de dos niveles más un apéndice de azotea que funciona como cuarto de servicio. Su sistema estructural está resuelto con muros de mampostería confinada, aunque no se pudo verificar que existieran castillos en todos los huecos de muros y en la confluencia de los mismos, sin embargo existe una columna en el centro de la planta. El apéndice de azotea es un cuarto de mampostería sin ningún tipo de refuerzo. La edificación ocupa una superficie equivalente al de dos predios en el bloque donde se localiza, y en la revisión del interior de la misma, se pudo constatar que en realidad se trata de dos

edificaciones unificadas: una básicamente de mampostería y otra, principalmente de elementos de concreto. Probablemente por un fenómeno combinado de diferentes pesos de las edificaciones y características disímbolas de capacidad de carga del suelo se ha generado un proceso de asentamiento diferencial en la edificación.



Figura 3.13 Vivienda ubicada en la calle de Rayón Norte no. 3

Esta estructura presenta un problema de hundimiento diferencial que se ha ido agravando con los años y ha llegado a afectar a los edificios vecinos. Este hundimiento, a pesar de no ser producto del sismo del 7 de julio, sí puede ser un factor determinante en el comportamiento de la estructura en futuros eventos sísmicos. En la Figura 3.14 se muestran algunas grietas en el suelo de la planta baja, producto del hundimiento presente en la edificación.



a) Interior de la vivienda



b) Exterior, bajo la fachada principal

Figura 3.14 Grietas en el suelo por el hundimiento de la fachada

Al igual que muchas de las edificaciones afectadas en esta ciudad, producto del sismo del 7 de julio, se presentaron grietas en algunos muros de la planta alta concentrándose el daño más severo en los muros de fachada, los cuales tienen ventanas y lo que hace suponer que no cuentan con el adecuado confinamiento (Figura 3.15).



Figura 3.15 Daños en planta alta de la vivienda ubicada en Rayón norte no. 3

### **Vivienda en Porfirio Díaz Oriente**

La vivienda se ubica en la calle Porfirio Díaz oriente, esquina con Rayón norte. El sistema estructural es de muros de adobe con un sistema de techo a base de teja de barro sobre vigas de madera.



a) Antes del sismo (Google Maps, 2014)

b) Después del sismo

Figura 3.16 Vistas de la vivienda de adobe en Porfirio Díaz oriente

Este tipo de edificación con muros de adobe y sin castillos ni dalas, elementos que permiten el acoplamiento de los muros y, por lo tanto, el trabajo conjunto de los mismos, provoca en la mayoría de los casos que se presenten fenómenos de inestabilidad de los muros por demanda de fuerzas laterales perpendiculares al plano. La manifestación de este tipo de daño son las grietas verticales en las esquinas, o uniones entre los muros ortogonales. Estos daños no resultan visibles en la parte externa de la edificación (Figura 3.16 a); sin embargo, esta manifestación de daño es clara en el interior de la edificación, como se observa en la

Figura 3.17. De manera resumida, se puede decir que los daños visibles fueron fallas en dos de los muros perimetrales, separación de algunas esquinas de la vivienda por falta de confinamiento y pérdida de recubrimiento.



Figura 3.17 Daño en muros de adobe

### **Comentarios de viviendas sin daños**

Es muy común, al ver reportes de daños en zonas de desastre, tener la impresión de que todas las edificaciones sufrieron daños y que las localidades quedaron devastadas. La realidad es que aunque las viviendas con daño se cuenten por cientos o miles, esto es sólo un pequeño porcentaje del total de las estructuras que existen en las zonas urbanas, quedando la mayoría de ellas sin daño alguno.

En la Figura 3.18 se muestran algunos ejemplos de viviendas que no tuvieron daños en el municipio de Huixtla. Si bien las características estructurales de dichos ejemplos no son las óptimas para un buen desempeño estructural, al menos la conceptualización y la geometría general ayudaron a no sufrir daños como en los otros casos que han sido presentados en este documento.



Figura 3.18 Edificaciones adecuadamente diseñadas, construidas y/o conceptualizadas que no presentaron daños aún en zona de aceleraciones altas ( $323 \text{ cm/s}^2$ , según Tabla 2.1).

En la Figura 3.18 a) se observa una vivienda de dos niveles, con entrepiso de losa de concreto y con castillos de concreto (funcionando algunos como columna en la planta alta), pero con una distribución razonablemente simétrica y con cantidades adecuadas de muros.

La Figura 3.18 b) y d) muestra edificaciones con techo flexible y muros de mampostería con castillos y dalas de concreto reforzado, aunque no cumplen con los requisitos de confinar los bordes de las puertas ni ventanas. Se puede señalar que las cantidades de muros para estas edificaciones de un nivel fueron suficientes para no tener problemas, además de contar con una dala de cerramiento en la parte superior de los muros de la periferia, aspecto que permite que el sistema trabaje de manera conjunta y los muros contribuyan con su resistencia en el plano ante la demanda de fuerza por sismo.

Finalmente, la Figura 3.18 d) muestra un detallado de refuerzo poco común para la región, y que debiera ser el obligatorio para toda edificación con refuerzo de castillos y dalas alrededor de las aberturas como en el caso de la ventana de la planta alta.

### 3.2.2 MUNICIPIO DE CACAHOATÁN

El municipio de Cacahoatán se localiza aproximadamente a 17 km al noreste de Tapachula, en las faldas del volcán Tacaná. La distancia aproximada al epicentro es de 56 km. En la Figura 3.19 se presenta la localización de la cabecera municipal de Cacahoatán. En la figura se observa que la distancia desde el epicentro hasta el municipio de Cacahoatán, es similar a la distancia del epicentro al municipio de Huixtla. Dentro del municipio de Cacahoatán se encuentra la localidad de Guatimoc, en donde se registraron daños severos en edificaciones. En la Figura 3.20 se presenta la ubicación de la localidad de Guatimoc entre la cabecera municipal de Cacahoatán y el volcán Tacaná. En términos generales, el terreno tiene una pendiente del orden de 10%.



Figura 3.19 Localización del municipio de Cacahoatán



Figura 3.20 Localización de la localidad de Guatimoc

La vivienda típica de la localidad de Guatimoc es de un nivel, construida con base en muros de mampostería (ya sea bloque, ladrillo o adobe), con detalles constructivos deficientes. Además, es común observar viviendas construidas con muros de madera. A diferencia de las características físicas de las viviendas construidas en las cabeceras municipales de Tapachula y Huixtla, las viviendas de la localidad de Guatimoc se distinguen por tener techos ligeros. En la Figura 3.21 se presenta la vivienda típica de la localidad de Guatimoc. De las inspecciones visuales realizadas durante los recorridos en los municipios que fueron afectados, se observó que los techos ligeros construidos a base de teja o lámina son frecuentes en las localidades ubicadas fuera de las cabeceras municipales.



Figura 3.21 Viviendas típicas de la localidad de Guatimoc, municipio de Cacahoatán (Google Maps, 2014)

### ***Vivienda de dos niveles con daño***

En la Figura 3.22 se presenta un caso especial de vivienda de dos niveles dañada en la localidad de Guatimoc. Se incluyen fotografías antes y después del sismo. En la Figura 3.22 a), se observa la losa maciza en la planta baja y el techo ligero en la planta alta. La vivienda se localiza en una esquina, lo que puede representar un aspecto de vulnerabilidad adicional. En la fachada principal, en la parte de la vivienda que incluye dos niveles no existen muros en la planta baja y existía una distribución irregular de los pocos muros en la planta baja; por lo anterior, es probable que la cantidad y calidad de los elementos verticales hayan sido insuficientes para soportar la demanda de fuerzas laterales, además de presentarse efectos de torsión significativos. También se detectó que no existe una separación entre los cuerpos de un nivel y dos. Como es conocido, la capacidad por cortante de muros de mampostería se incrementa sistemáticamente al aumentar la carga vertical que soporta el muro, la techumbre del cuerpo de un nivel está compuesta por materiales ligeros a base de láminas, por lo anterior, al no tener carga vertical los muros del cuerpo de un nivel tienen una resistencia por cortante menor en comparación con los muros de planta baja del cuerpo de dos niveles.

En la Figura 3.22, incisos b) a e) se observa el daño en la totalidad de la fachada y muros interiores. El daño en los muros paralelos a la fachada, fue similar al que se presentó en los muros perpendiculares a la fachada, por lo anterior, es de esperarse que las amplitudes del movimiento en las dos direcciones ortogonales hayan sido del mismo orden. En términos generales, los agrietamientos en los muros fueron diagonales que indican la falla por cortante de la mampostería. En la figura b) se observa que, como consecuencia del daño, el techo ligero del segundo piso ha sido removido; además en los muros de la fachada, el daño se extendió al muro divisorio de la vivienda colindante, lo anterior debido a que no existe una separación adecuada entre las viviendas, la capacidad lateral insuficiente de los muros y el efecto de torsión de la vivienda de dos niveles descrito en el párrafo anterior. En las figuras también se aprecian tabiques de barro recocido en combinación con tabicones de concreto, lo anterior podría ser un indicativo de que la vivienda se construyó en distintas etapas utilizando diferentes materiales (probable autoconstrucción). Las aberturas de las puertas y ventanas no se encuentran debidamente confinadas, lo que fomentó una baja capacidad de deformación de la estructura una vez que se formó el puntal de compresión en los muros de mampostería. También, se resaltan las deficiencias en el detallado del refuerzo de los castillos y las dalas. En la figura e) se resalta la deficiencia en las conexiones trabe-columna de los elementos del segundo piso. Se destaca que las trabes se encuentran, para efectos prácticos, simplemente apoyadas en las columnas. Es probable que las cuantías de refuerzo longitudinal

y transversal sean insuficientes para garantizar el trabajo de los elementos como un marco rígido resistente a momento. La deficiencia anterior también fue detectada en las conexiones de las dalas a los castillos en la planta baja. Esta mala práctica constructiva originó una zona de falla horizontal en la interface entre las dalas y el muro que se puede observar en c) y d) de la Figura 3.22.



a) Vista antes del sismo (Google Maps, 2014)



b) Vista general de la vivienda tras el sismo



c) Detalle del daño en fachada y muro interno



d) Detalle de daño en fachada



e) Detalle del daño en la estructura de concreto de la planta alta

Figura 3.22 Vivienda de dos niveles dañada en Guatimoc, municipio de Cacahoatán

### ***Vivienda de un nivel de muros de bloque y techo ligero***

En la Figura 3.23 se presenta una vivienda de un nivel construida con techo ligero a base de lámina. Los muros fueron construidos a base de mampostería de tabicón macizo de concreto. En las imágenes se observa que, como consecuencia del daño, el techo ligero ha sido removido. La dala de cerramiento dispuesta en todo el perímetro de la edificación, contribuyó parcialmente a generar un comportamiento acoplado de los muros, lo cual evitó el colapso de los mismos bajo cargas fuera de su plano. En las imágenes se observan las deficiencias en el anclaje de los elementos principales del techo ligero y la ausencia de un buen confinamiento en las aberturas de puertas y ventanas. La falta de continuidad de la dala de cerramiento en los pretilos utilizados para dar pendiente al techo ligero y el pobre comportamiento fuera del plano, originó la caída de los mismos.



Figura 3.23 Vivienda de un nivel con techo ligero dañada en Guatimoc, municipio de Cacahoatán

### **Vivienda de un nivel con muro de mampostería de tabique y techo ligero**

En la Figura 3.24 se presenta una vivienda de un nivel construida con techo ligero a base de lámina. Los muros fueron construidos a base de mampostería de tabique de barro recocido. De las imágenes de la figura se observa la caída de la dala de cerramiento en la zona de la ventana. La caída del cerramiento y, en términos generales, el agrietamiento en las zonas de los cerramientos en la puerta y ventanas, aspecto que tiene origen en la limitada extensión de la dala más allá de la zona de la abertura, en el detallado deficiente de las conexiones dala-castillo y en la falta de confinamiento de las aberturas de las ventanas. Además de lo anterior, se observa una grieta sensiblemente horizontal entre la puerta y la ventana.



Figura 3.24 Vivienda de un nivel con techo ligero dañada en Guatimoc, municipio de Cacahoatán

En términos generales, la mayoría de los daños observados en la localidad de Guatimoc fueron consecuencia de un mal detallado en las uniones de las dalas con los castillos, la ausencia de confinamiento en las aberturas de puertas y ventanas, así como un deficiente anclaje entre el sistema de techo y los muros. La mayoría de las viviendas de la localidad han sido concebidas bajo la modalidad de autoconstrucción, en donde la mayoría de los requisitos reglamentarios no fueron respetados. Ante las deficiencias constructivas detectadas en edificaciones del sector informal, se considera que la vulnerabilidad de las viviendas se puede reducir significativamente cuando se sustituyen los techos ligeros por losas construidas con materiales sólidos, por ejemplo concreto reforzado. El caso mostrado en la Figura 3.22 es un ejemplo de lo anterior.

### **3.2.3 MUNICIPIO DE TAPACHULA**

#### **Edificio en 12° Norte**

El edificio está ubicado en la calle 12ª Norte, entre las calles 1ª Poniente y 3ª Poniente. Se realizó un recorrido por las calles de Tapachula para tratar de localizar edificaciones aparentemente vulnerables ante un evento sísmico. En la dirección mencionada se encontró un edificio de cuatro niveles más una techumbre en azotea que se considera como un apéndice, al cual se le detectaron irregularidades en planta y elevación, aspectos que permiten suponer que, a la luz de la información empleada para la evaluación de la vulnerabilidad de estructuras, el edificio tiene características de alta vulnerabilidad (ver Figura 3.25). La

edificación está construida con muros de mampostería y sistema de piso con losa maciza y está destinada al uso de vivienda.



*Figura 3.25 Edificación sin daño aparente, pero que destaca por su esbeltez e irregularidad, lo que le da condiciones de vulnerabilidad*

#### **Edificio ubicado en calle 9ª poniente y 4ª norte**

El edificio es una estructura de mampostería de un solo nivel, construida con el método tradicional de la región; su sistema estructural es a base de mampostería con confinamiento deficiente, cuya techumbre está conformada por viguería de madera y tejas de arcilla. A pesar de ser una estructura vulnerable, destinada a uso comercial y de vivienda, no sufrió daños con el sismo ocurrido el 7 de julio. En la Figura 3.26 se muestra el estado que guarda la estructura.



*Figura 3.26 Edificación construida con técnicas tradicionales de la región, sin daño aparente*

#### **Edificio Scotia Bank**

El edificio está ubicado a un costado del parque Hidalgo en la zona centro de Tapachula, en la esquina de las calles 5ª poniente y 6ª norte. Se trata de una estructura resuelta con base en marcos de concreto, de planta rectangular con irregularidades en

elevación. La estructura tiene siete niveles, la planta se reduce de manera abrupta en los dos niveles superiores, como se muestra en la Figura 3.29, característica que le proporciona vulnerabilidad al inmueble. Se observa que el sexto nivel de la estructura está libre en su totalidad de muros, lo que indica la existencia probable de un piso intermedio flexible, lo que aumenta la vulnerabilidad de la estructura; sin embargo, no se observaron daños debidos al sismo del 7 de julio pasado.

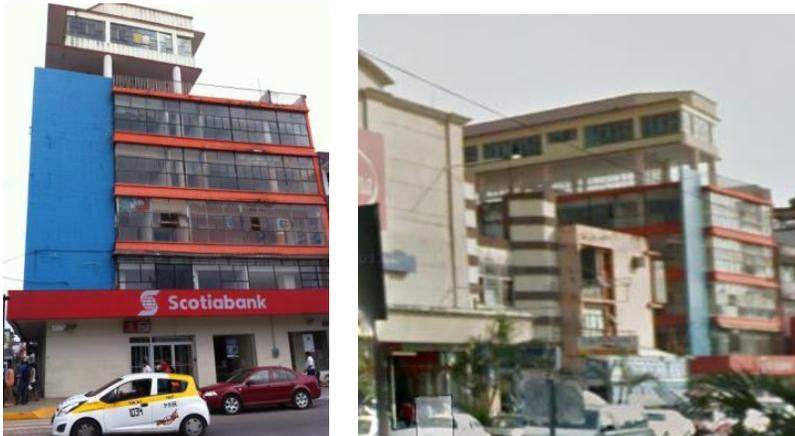


Figura 3.27 Edificación vulnerable sin daño en la zona centro de Tapachula

### 3.3 INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

#### 3.3.1 MUNICIPIO UNIÓN DE JUÁREZ

##### *Escuela primaria Lic. Benito Juárez García*

Para el caso de la infraestructura educativa, como sucede en la mayoría de los casos de impacto de un fenómeno natural potencialmente destructivo, se pone de manifiesto la ausencia de programas adecuados de mantenimiento de las unidades que conforman los planteles educativos. En un porcentaje importante de los casos en que se reportan planteles escolares con daño, este es más bien un problema de corrosión, como lo que se muestra en las fotografías de las losas de techo de la figura 3.28, correspondiente a un centro escolar ubicado en la cabecera municipal de Unión de Juárez.

Sin embargo, en la misma figura 3.28 se puede identificar que algunos muros presentan desprendimiento de repellado, o incluso manifestación leve de agrietamiento diagonal. No obstante lo anterior, el nivel de daño por sismo es ligero resultando de mayor importancia el problema de corrosión en las losas de techo producto de la falta de mantenimiento preventivo en la infraestructura.



Figura 3.28 Estado de daño en edificación escolar reportada en el municipio de Unión Juárez (es notable el problema de falta de mantenimiento)

### 3.3.2 MUNICIPIO DE HUIXTLA

#### *Escuela primaria Adolfo López Mateos*

La escuela se encuentra en la esquina de la calle Abasolo sur y Agustín de Iturbide oriente, en Huixtla. Consta de cuerpos alargados de un nivel que albergan una serie de salones, unos más antiguos que otros. La estructuración consiste en marcos de concreto reforzado en el sentido largo de la edificación, y muros diafragma que rellenan los marcos transversales a modo de divisiones de salones, así como los marcos de la fachada longitudinal trasera. El sistema de techo es de losa maciza de concreto reforzado con inclinación a dos aguas. Como se aprecia en la Figura 3.27 b), los marcos del cuerpo más antiguo cuentan con un pretil de mampostería en la parte inferior, dejando la abertura para ventana; esto propiciaría el efecto de columna corta en esta zona. La ausencia de agrietamiento de tensión diagonal por cortante en estas columnas acortadas, es indicativo de que los niveles de aceleración del terreno fueron considerablemente menores que los de diseño.



Figura 3.29 Escuela primaria Adolfo López Mateos, en Huixtla

El daño reportado en este inmueble fue en los salones más antiguos y se identificó que se originó por el agrietamiento en la interfaz entre muros de mampostería y las losas, así

como en la interface entre los muros de mampostería y un relleno en la zona de ventanales superiores de los muros, que probablemente se colocó después de la construcción de la edificación para aislarla de la periferia. Los dos tipos de manifestación de daño reportados no ponen en riesgo la estabilidad de la estructura. Sin embargo, se pudo identificar que hubo daños no estructurales, como la caída de recubrimientos en los muros y el volteo de un panel de muro, que se puso para rellenar una ventana de celosía y que no contaba con medios de anclaje a la estructura.

### 3.4 EDIFICIOS DE USO COMERCIAL

La mayoría de las edificaciones empleadas para uso comercial en la región afectada por el sismo tienen al menos dos niveles y son de uso mixto: en la planta baja se tiene el local comercial, y los niveles superiores se usan como vivienda de los dueños del local. Esta característica de uso generó, en la mayoría de los casos, condiciones desfavorables desde el punto de vista de la vulnerabilidad; lo anterior debido a que se tienen densidades altas de elementos estructurales verticales (muros y columnas) en los niveles superiores, reduciéndose significativamente en el nivel superior para lograr mayor funcionalidad del establecimiento comercial.

A continuación se describen algunos de los casos de mayor relevancia identificados durante la visita a la cabecera municipal de Huixtla.

#### 3.4.1 MUNICIPIO DE HUIXTLA

##### ***Edificio usado para carnicería en Ignacio Zaragoza***

El edificio es de dos niveles y se ubica en la esquina de Ignacio Zaragoza oriente, haciendo esquina con la vía de ferrocarril. Se trata de un edificio en forma triangular debido al ángulo en que se cortan las vialidades. Data de más de 60 años y está estructurado con muros de carga de mampostería simple (sin refuerzo) de piezas macizas de arcilla recocida de fabricación artesanal. Los muros de mampostería cuentan con las piezas colocadas a tizón, es decir, con su longitud formando el espesor del muro de aproximadamente 28 cm. Se observaron algunos elementos de concreto secundarios como cerramientos sobre las puertas o algunos castillos en muros pero manteniendo una distribución aleatoria y careciendo de castillos en algunas puertas.

El sistema de piso está resuelto con losas macizas de concreto reforzado apoyadas sobre traveses en una dirección, elementos que a su vez se apoyan sobre los muros.

En la Figura 3.28 a) se muestra la esquina del edificio en la unión de las calles. Se nota que el inmueble cuenta con una losa volada como balcón corrido alrededor de las dos fachadas, así como la losa volada al nivel de la azotea. La balaustrada (barandal del pasillo) era de elementos de concreto prefabricado. Como se observa en b) se tuvieron colapsos parciales en los muros de la fachada sur-poniente. El daño en los muros se debe a la formación de grietas inclinadas alrededor de los huecos de puertas y ventanas, principalmente producto de la falta de refuerzo.



Figura 3.30 a) Vista general; b) Colapso de muros de mampostería en fachada sur-poniente

En la Figura 3.31 a) se muestran los muros agrietados de la fachada norte en la planta baja, de la misma manera que para el problema de la planta baja, el agrietamiento en los muros de planta alta se debió a la falta de refuerzo en la periferia de los huecos de puertas y ventanas. Cabe señalar que la fachada de este inmueble está sobre la calle Zaragoza, donde se montan puestos de un mercado sobre ruedas o tianguis permanente a pocos centímetros del inmueble, situación que se considera de alto riesgo debido al estado de daño de la estructura.

En la planta alta se observaron también agrietamientos inclinados en los segmentos de muro entre ventanas y puertas. Adicionalmente, se presentaron daños severos con colapso parcial de muros divisorios (no estructurales) de mampostería de piezas macizas de arcilla colocadas de canto (muro *capuchino*) con 10 cm de espesor y con cerramientos horizontal y vertical (tipo castillo pero con pobre refuerzo) en la abertura de la puerta (ver Figura 3.31 b).



Figura 3.31 Daño en muros de mampostería de la carnicería:  
a) Muros de fachada norte en planta baja; b) Muro divisorio no estructural en planta alta

A pesar de lo aparatoso del daño, el estado de seguridad del mismo permite considerar la posibilidad de reparar el inmueble; otra posibilidad planteada fue demoler la planta alta, previo apuntalamiento. La decisión inicial del dueño fue en el sentido de demoler la planta alta, sin descartar la demolición total. El ofrecimiento de Protección Civil y de la SEDENA era de

prestar personal para la demolición y retiro de escombros; aun así era necesario un apuntalamiento provisional, el cual se describe en el Capítulo 4.

### **Edificio en avenida Central Norte**

El edificio es de uso comercial y aloja la tienda Telas y Novedades Central de Precios. Se ubica en la Av. Central Norte esquina con Morelos Poniente. Una vista general del inmueble se presenta en la Figura 3.30. El edificio es de tres niveles, destinado a comercio en planta baja y en los demás niveles a vivienda. La planta baja consta de marcos de concreto y muros de mampostería sin confinamiento (perimetrales e interiores) de tabique de barro recocido. Los demás niveles están constituidos con muros de carga de mampostería sin confinamiento de tabique de barro recocido. El sistema de piso es a base de losa maciza de concreto.



Figura 3.32 Edificio de Telas y Novedades:  
a) Vista antes del sismo (Google Earth, 2014) b) Vista de daños después del sismo

Se puede identificar en la Figura 3.32 que la estructura resulta irregular, tanto en planta, como en elevación. El edificio no es simétrico con respecto a dos ejes ortogonales, presentando distribución asimétrica de masas, así como de muros y otros elementos resistentes. En la azotea existe una techumbre o cobertizo, mismo que se comporta como apéndice.

Los daños visibles fueron grietas inclinadas de tensión diagonal en muros perimetrales e interiores y pérdida de recubrimiento en algunos casos. Algunos detalles de los daños en los muros se presentan en la Figura 3.33.



Figura 3.33 vista del daño en el interior, edificio de Telas y Novedades

### **Edificio en Ignacio Zaragoza Oriente**

El edificio se ubica en la esquina de la calle Ignacio Zaragoza Oriente y la calle Rayón Norte; consta de cuatro niveles y unos cuartos en azotea que ocupan la mitad del área en planta por lo que podría considerarse como un quinto nivel (Figura 3.34). Su uso es de comercio en planta baja (farmacia) con oficinas en primer nivel y vivienda en los niveles superiores. La planta baja está conformada por marcos de concreto y muros diafragma de mampostería a base de tabique de piezas de arcilla recocida. El resto de la construcción está conformada por muros de carga mal confinados de mampostería de tabique de arcilla recocida. El sistema de piso y techo es a base de losa maciza de concreto reforzado apoyada en vigas o en muros.

Al igual que los edificios mencionados anteriormente, éste presenta una planta sumamente irregular, siendo asimétrica con respecto a dos ejes ortogonales. El primer nivel presenta una abertura en su sistema de piso que excede el 20% del área de la planta, quedando la losa del primer piso a modo de mezzanine. Además de que esto, ocasiona una asimetría significativa con respecto a los demás niveles, genera doble altura y esbeltez en algunos de los elementos estructurales de la planta baja. La edificación cuenta con volados de más de 1.5 m., mismos que forman parte del sistema de piso.



Figura 3.34 Vista antes del sismo a) Esquina surponiente, b) Fachada posterior (Google Maps, 2014)

Los daños visibles en algunos muros fueron grietas inclinadas de tensión diagonal y/o pérdida de recubrimiento y grietas verticales; daños en algunas columnas y colapso de celosía de la fachada (Figura 3.35 a). Un caso particular fue el daño en una “columna” en la zona de celosías, que al examinarla se identificó que no contaba con acero de refuerzo. La interpretación con la inspección visual fue que se trataba quizá de un castillo al que se le coló más concreto alrededor para dar el tamaño de otras columnas cercadas, quedando como una especie de “columna falsa” o elemento decorativo no estructural (Figura 3.35b).

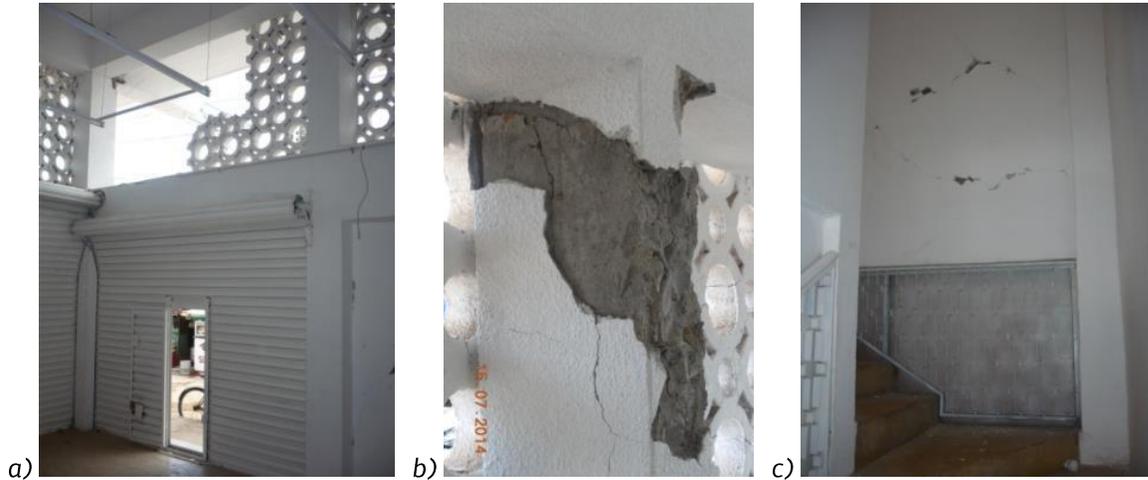


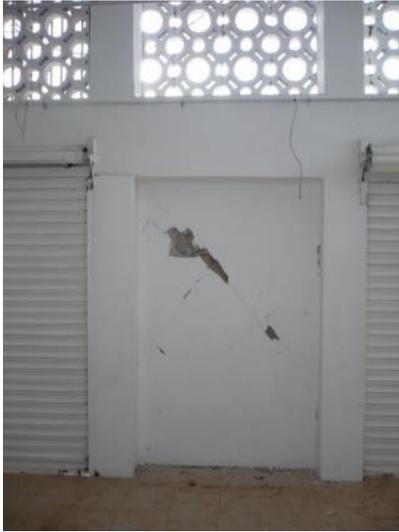
Figura 3.35 a) Colapso de la celosía b) Daño en “columna falsa”, c) Agrietamiento en muros de carga

En la Figura 3.36 se muestra el agrietamiento inclinado en un muro de mampostería de piezas macizas de arcilla, donde dicho muro resultó ser un cerramiento en el borde de la losa en volado como se aprecia en la imagen a) de dicha figura. Este y otros volados fueron cerrados con muros generando ya no balcones sino áreas habitables que aumentaron la irregularidad en planta y elevación del edificio.



Figura 3.36 Agrietamiento inclinado en muro de mampostería ubicado en el borde de la losa en volado  
a) Vista externa, b) Vista interna

A pesar de las condiciones de irregularidad y gran número de niveles, la estructura de marcos de los primeros niveles sólo presentaba daños menores por flexión en sus extremos (descartando el caso de la “columna falsa”, explicado anteriormente), por lo que se consideró que no corría riesgo inmediato de colapso y que sería factible repararla.



*Figura 3.37 Agrietamiento en muro diafragma entre columnas de la fachada principal*

### 4.1 APUNTALAMIENTO PROVISIONAL

A pesar del daño severo y de algunos colapsos parciales de muros, bardas y pretilos, en general en las áreas urbanas no se reportaron colapsos totales de estructuras. Sin embargo, algunas de las estructuras más severamente dañadas debían estabilizarse mientras se decidía la acción a tomar, ya sea reparar o incluso demoler el inmueble. En este sentido muchos particulares procedieron a apuntalar sus estructuras, es decir, a soportarlas con elementos estructurales provisionales, para evitar un posible colapso debido a alguna réplica de sismo o a un proceso de inestabilidad que pudiera producir un colapso en pocas horas o días.

Un caso en particular revisado por el personal del CENAPRED fue el de la carnicería de la calle Ignacio Zaragoza, en Huixtla, la cual fue descrita en el capítulo anterior. En este caso se tenía una estructura vieja de dos niveles, estructurada con muros de tabique rojo sin refuerzo y que tuvo colapsos parciales de muro en la planta baja como se observa en la Figura 4.1



Figura 4.1 Apuntalamiento provisional en el edificio de la carnicería; se identifica que todavía les faltan las diagonales de arriostramiento (recomendaciones del CENAPRED)

Dado que Protección Civil estatal no contaba con ingenieros especializados en el tema, solicitó asesoría al grupo de investigadores del CENAPRED. El trabajo lo iba a realizar personal de la policía municipal (no albañiles) quienes requerían de la orientación con el mayor detalle posible. Se consiguieron polines de madera (postes de sección cuadrada) de 9×9 cm, clavos, martillos y sierras de mano para el apuntalamiento.

Se sugirió el esquema de apuntalamiento provisional con la geometría y los detalles mostrados en la Figura 4.2. Se estimó simplifícadamente una cantidad de polines (postes verticales de madera) y el esquema de apuntalamiento y detallado. Aunque no se contaba con material suficiente, se consideró que los tramos de muros que permanecieron en pie todavía contaban con una capacidad de carga vertical residual considerable. Se sugirió colocar bastidores de polines bajo las traveses de la losa de la planta baja. Adicionalmente, los trabajadores apuntalaron el pasillo tipo balcón o marquesina, afuera de la fachada suroriente.

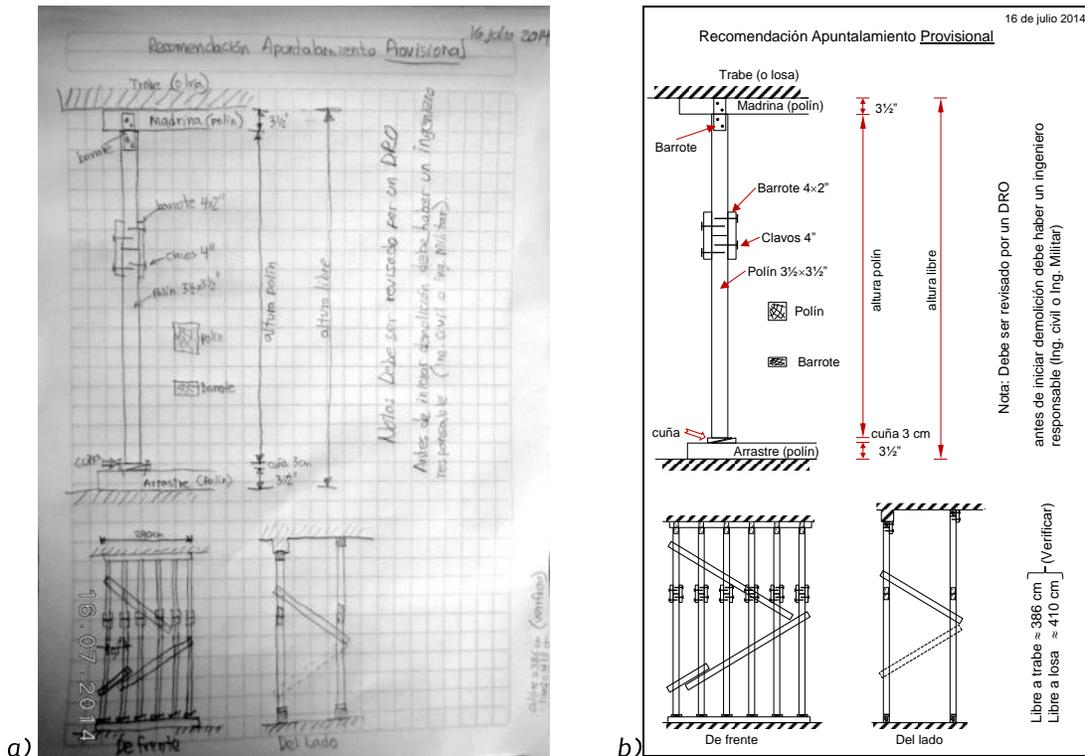


Figura 4.2 Recomendaciones del CENAPRED para el apuntalamiento  
 a) Croquis hecho en el lugar b) Esquema

En la Figura 4.3 se muestran otros casos de apuntalamiento en la misma ciudad de Huixtla: a) corresponde al banco Banamex en el cual no se pudo inspeccionar el nivel de daño, pero que tuvo un esquema de apuntalamiento adecuado; b) se observa un apuntalamiento deficiente con tramos de polín amarrados con alambre recocado. También se recurrió a perfiles tubulares cuadrados de acero de pared delgada, unidos con puntos de soldadura (c, en la figura).



Figura 4.3 Ejemplo de apuntalamientos:  
 a) Apuntalamiento adecuadamente concebido y ejecutado (banco Banamex)  
 b) Puntales que no cumple con características deseables para su función  
 c) Puntales tubulares de acero unidos con soldadura

## 4.2 REPARACIÓN DE VIVIENDA

Desde el primer día del evento algunos dueños decidieron comenzar con reparaciones, ya sea en negocios o en algunos casos en viviendas. Una de las técnicas usadas fue la colocación de un recubrimiento de mortero para el cual se colocó malla hexagonal adherida al muro, quizá sin intención de que tuviera trabajo estructural. En la Figura 4.4 y la Figura 4.5 se observan inmuebles en proceso de reparación con aplanado de mortero.



Figura 4.4 Reparación de muros con aplanado de mortero



Figura 4.5 Colocación de malla hexagonal triple torsión (de gallinero) para aplanado de mortero

Otra de las medidas adoptadas fue la incorporación de castillos en extremos de muros o bordes de aberturas como puertas, algunos de sección relativamente grande (20×20 o 30×30 cm), tanto que podrían considerarse columnas (Figura 4.6). De lo que se alcanzó a observar en varios casos, estos elementos no se anclan a la cimentación y quedó en duda su adecuada conexión a otros elementos como trabes, losas o cerramientos.



Figura 4.6 Aplanados y construcción de castillos adicionales

Otro tipo de reparaciones fueron aquéllas de elementos no estructurales, como aplanados, pretilas bardas o techumbres ligeras. En la Figura 4.7 se muestran los trabajos de reacondicionamiento de tejas para un techo rústico. En algunos casos, cuando un elemento de soporte sufrió daños, fue necesario desmontar toda la techumbre.



Figura 4.7 Reacomodo de tejas de arcilla para reparar techos

De la revisión de los procedimientos de reparación que se estaban llevando a cabo inmediatamente después de la ocurrencia del sismo, se observa la costumbre de emplear propuestas tradicionalmente usadas en la región, como por ejemplo el reacondicionamiento de las tejas que fueron alteradas a pesar de la vulnerabilidad ya demostrada. En otros casos se reemplazaron las láminas acanaladas por nuevas.

### 4.3 CARTILLA DE REFUERZO DE VIVIENDA RURAL DE AUTOCONSTRUCCIÓN

En los trabajos de identificación de los daños y en las consideraciones de las técnicas de reforzamiento factibles, las brigadas de PC de Chiapas contaban con un material gráfico elaborado para el caso de vivienda rural de autoconstrucción. Este material es una cartilla elaborada en el CENAPRED (Pacheco y otros, 2010) y que fue reimpressa por el gobierno de Chiapas (Figura 4.8).

En la Figura 4.9 se muestra un formato de captura de datos de daños que es parte de la cartilla antes mencionada y que fue diseñada para el caso de vivienda de adobe o de mampostería simple (sin refuerzo), aunque se observó que las brigadas de PC la usaban en diferentes tipos de estructuras.



Figura 4.8 Cartilla de refuerzo de vivienda rural (Pacheco y otros, 2010), reimpressa por el gobierno de Chiapas

Formato para recabar datos de los daños		Se debe usar una copia para cada vivienda. Si no puedes sacar copias recaba estos datos en una hoja	
Nombre del dueño _____ Dirección _____ Ciudad _____ Municipio _____ Estado _____ Num. personas _____			
Uso _____ No. de pisos _____ Año de construcción (aprox.) _____ Dimensiones globales : (Ancho x largo) = _____ x _____ m Espesor de muros = _____ cm Altura del muro _____ m			
<b>Tipo de material en los muros</b> <input type="checkbox"/> Piedra natural <input type="checkbox"/> Tabicón de concreto (cemento-arena) <input type="checkbox"/> Adobe <input type="checkbox"/> Bloque hueco de concreto <input type="checkbox"/> Tabique de barro macizo <input type="checkbox"/> Otro _____ <input type="checkbox"/> Tabique hueco de barro			
<b>Tipo de refuerzo</b> <input type="checkbox"/> Sin refuerzo <input type="checkbox"/> Refuerzo en el interior del muro <input type="checkbox"/> Castillos y dalas en algunos muros <input type="checkbox"/> Otro _____ <input type="checkbox"/> Castillos y dalas en todos los muros			
<b>Sistema de techo</b> <input type="checkbox"/> Vigas y tejas <input type="checkbox"/> Losa de concreto <input type="checkbox"/> Vigas y lámina (cartón, metal, asbesto, otro) <input type="checkbox"/> Otro _____		<b>Guía para identificar los principales daños</b> 1) Esquina zafada 2) Colapso de muro 3) Caída de techo 4) Grieta vertical en esquina 5) Pérdida del recubrimiento 6) Grietas inclinadas 7) Muros inclinados	
<b>DAÑOS</b> <input type="checkbox"/> Colapso TOTAL de la vivienda <input type="checkbox"/> Cimentación <input type="checkbox"/> Colapso de algunos muros                      Otros _____ <input type="checkbox"/> Caída parcial o total del techo <input type="checkbox"/> Esquinas zafadas <input type="checkbox"/> Grietas inclinadas en muros <input type="checkbox"/> Grietas verticales en muros <input type="checkbox"/> Daño sobre puertas y ventanas <input type="checkbox"/> Caída de recubrimientos <input type="checkbox"/> Inclinación de muros		<b>Dibujo de daño</b> (usa también la parte de atrás de la hoja)  Si es posible haz un dibujo para explicar mejor el daño (no es obligatorio)	
Grietas en muros _____ mm  Nivel de daño General <input type="checkbox"/> Copalso <input type="checkbox"/> Grave <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Ligero			

Figura 4.9 Formato para recabar datos de daños en vivienda rural, usada por PC de Chiapas (Pacheco y otros, 2010)

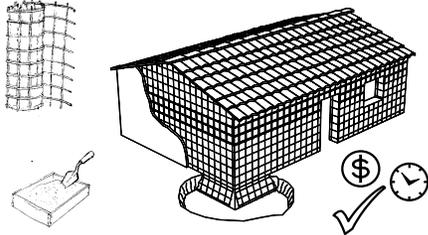
Entre las medidas que incluye dicha cartilla está la descripción de varias técnicas de rehabilitación, que pueden ser aplicadas para la reparación de la edificación de la zona afectada por el sismo de Tapachula (Figura 4.10).

## OPCIONES PARA REFORZAR TU VIVIENDA

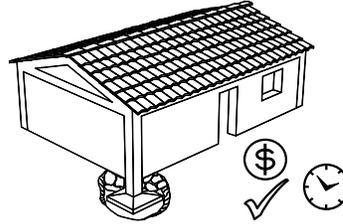
Se recomienda cuatro técnicas diferentes para reforzar una vivienda :

SÍMBOLOS:	
💰	Costo
✓	Resistencia a sismo
🕒	Tiempo y esfuerzo

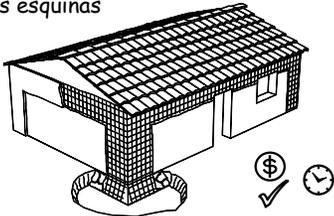
A. Malla y mortero en todos los muros



B. Castillos y dalas



C. Bandas de malla y mortero en las esquinas



D. Dalas y dentellones

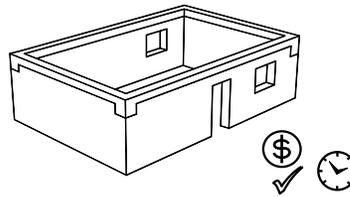


Figura 4.10 Imagen de la cartilla sugiriendo métodos de reforzamiento de vivienda rural (Pacheco y otros, 2010)

## CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

### 5.1 CONCLUSIONES

Considerando que las aceleraciones registradas en la región durante el sismo de Tapachula del 7 de julio fueron menores que las de diseño, y con base en las características generales de las edificaciones visitadas y el daño observado, se puede concluir que el desconocimiento de la existencia del reglamento y normatividad para construcción en la región, o bien el ignorar la misma sabiendo su existencia genera edificación altamente vulnerable. Esta conclusión coincide con los resultados de los estudios realizados por el personal del CENAPRED a partir de parámetros como porcentaje de vivienda con material precario, nivel de completéz del reglamento de construcción local y niveles de peligro para los fenómenos de sismo y viento (Díaz y otros, 2002).

Las características de los daños observados en la edificación para vivienda se resumen en los siguientes párrafos:

- Se observó daño ligero o nulo en municipios donde existe reglamento de construcción vigente (Tapachula), independientemente que se presentaron aceleraciones del terreno altas (es necesaria la implementación y/o actualización de estos documentos).
- El daño se concentró en edificaciones en municipios donde no hay reglamento de construcciones y en edificaciones construidas sin criterio sismorresistente.
- Edificaciones del sector informal, o en municipios sin reglamento de construcción, pero que fueron concebidas con criterios sismorresistente no presentaron daño (recomendable considerar el uso de cartillas, temporalmente en sustitución de reglamentos).
- Se observó daño por falta de mantenimiento, no así por efectos del sismo (específicamente en el sector educativo).

### 5.2 RECOMENDACIONES

En forma genérica los tipos de sistema estructural empleados en la región afectada por el sismo se pueden englobar en tres casos:

- 1) Edificaciones con muros de mampostería no confinada de tabique de arcilla macizo de fabricación artesanal con algunas adiciones de castillos y dalas, pero que no se constituyen en elementos confinantes adecuadamente ubicados,
- 2) Viviendas de adobe generalmente con techo de teja sobre viguería de madera, y
- 3) Estructuras con marcos de concreto reforzado (columnas y trabes) con inclusión, en algunos casos, de muros diafragma de mampostería simple.

En la mayoría de los casos se observaron características de vulnerabilidad en las estructuras dañadas, ya sea por la debilidad del material como por las construcciones de

adobe, la escasez de confinamiento en muros de mampostería, una posible insuficiencia de densidad de muros o por irregularidades en planta y elevación de las estructuras. Los puntos anteriores se originan por ausencia de normatividad y/o desconocimiento de la existente.

### 5.2.1 VIVIENDA DE ADOBE

En los casos visitados se observa agrietamiento vertical en intercepción de muros, grietas inclinadas en muros, así como desprendimiento de recubrimientos. Se reportaron caídas parciales de muros de adobe. El sistema de techo sufrió colapsos en varios casos o el desacomodo y caída de tejas. En muchos de estos casos las vigas y largueros tenían deterioro severo previo.

Considerando que la zona es de alto peligro sísmico, la recomendación sería sustituir las casas de adobe por material menos vulnerable, como muros de mampostería confinada. En caso en que se considerara el reparar, se recomienda seguir las técnicas de la cartilla breve para vivienda rural elaborada por SEGOB-CENAPRED y reimpressa en el estado.

### 5.2.2 EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA DE TABIQUE

Este tipo de edificación presentó daños por agrietamiento inclinado debido a cortante, ya sea atravesando piezas y juntas o cuando la adherencia del mortero fue pobre, siguiendo la trayectoria escalonada de las juntas quedando enteras las piezas. Los inmuebles más afectados fueron estructuras con varias décadas de antigüedad, de mampostería simple (sin castillos) a pesar de tener muros de doble espesor mediante el aparejo a tizón. Los daños más severos fueron en muros de fachada debido a los huecos de puertas y ventanas no confinados con castillos.

Cada caso debe ser estudiado por un ingeniero civil, aunque en la generalidad de los casos es posible rehabilitar las construcciones mediante la inserción de los castillos faltantes, junto con el uso de malla de alambre soldado recubiertas de mortero de calidad estructural. Es recomendable que el diseño y ejecución de la reparación sea supervisada por un ingeniero o constructor con experiencia (en Huixtla hay un Colegio de Ingenieros Civiles), mismo caso de la consideración y estudio de la cimentación y el seguimiento de las técnicas y procedimiento constructivo. La decisión de reparar o demoler deberá tomarla el dueño de la edificación, basándose en su factibilidad económica y técnica, salvo los casos cubiertos por el reglamento de construcciones local (en caso de existir), en que la edificación presente un peligro inminente de colapso.

### 5.2.3 EDIFICIOS DE CONCRETO REFORZADO

Se observaron daños de diversa índole en edificios con marcos de concreto. La mayoría de los daños no se encontraron en la estructura de soporte (columnas y trabes), sino en los muros de mampostería adicionales que trabajaron como diafragma, así como muros divisorios no estructurales pero que fueron deformados por el movimiento relativo de los pisos. Al identificar la gravedad del daño en estos elementos de mampostería se puede proceder a su reparación o demolición, pero siempre dentro de un plan integral de rehabilitación del edificio.

Si los muros de mampostería trabajan como parte del sistema resistente a modo de muro diafragma, se pueden reforzar con la técnica de malla estructural y recubrimiento de mortero.

En algunos casos se observaron daños en los elementos estructurales como vigas y columnas, así como en su conexión. De los edificios visitados no se observaron daños que pongan en riesgo inmediato su estabilidad, por lo que se puede proceder a elaborar un estudio y diseño de soluciones de reforzamiento.

Varios de los casos observados incluían condiciones de vulnerabilidad como irregularidades en planta y elevación, excentricidades en planta que produjeron efecto de torsión, como es el caso de muros diafragma distribuidos en forma no simétrica en planta, así como efectos de columna corta.

También se identificó, en la generalidad de los casos observados, defecto en los componentes del concreto, en particular las gravas de piedra redondeada de río, así como una dudosa calidad de la arena. En pocos casos, pero notables principalmente en las edificaciones del sector educativo, se identificó el problema de corrosión del acero de refuerzo.

La recomendación es que dichas edificaciones sean revisadas por especialistas en estructuras, y analizadas según lo estipulado en el reglamento de construcciones local vigente para definir el sistema de reforzamiento. Se puede considerar entre las técnicas el encamisado de columnas y la adición de muros de concreto con las debidas consideraciones.

#### 5.2.4 RECOMENDACIONES GENERALES

Todas las construcciones que se vayan a rehabilitar deben contar con la intervención de un profesionalista. En particular los edificios de concreto de varios niveles deben considerar las condiciones de cimentación y llevar un seguimiento durante el proceso constructivo. Se recomienda ampliamente que en la modelación de edificios se consideren los parámetros de diseño más actualizados, en particular del peligro sísmico de la región. Es factible usar los coeficientes sísmicos y espectros de diseño del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, versión 2008, ya que los daños medios o graves sufridos con el pasado sismo se multiplicarían en extensión y gravedad en caso de ocurrir un sismo de magnitud superior.

Para edificaciones de vivienda de un nivel pueden usarse metodologías descritas en cartillas, pero con la supervisión de algún profesionalista.

Asimismo, se recomienda actualizar el reglamento de construcciones de los municipios afectados con las consideraciones del párrafo anterior y trabajar en un estudio de riesgo sísmico de las poblaciones.

## APÉNDICE A LOGÍSTICA Y PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA MISIÓN

### Resumen de actividades desarrollada por personal del CENAPRED

- 8 de julio Acompañamiento a la comitiva de evaluación del gobierno estatal y federal, Huixtla y Unión Juárez. Participación en establecimiento del Comité de Evaluación de Daños.
- 9 de julio Acompañamiento a la comitiva de evaluación del gobierno estatal y federal, a la zona serrana en el municipio de Tapachula. Impartición de curso para uniformización en la definición de daños en edificación
- 10 al 19 de julio Colaboración con PC municipal y asesoramiento a las brigadas de PC estatal y de SEDATU en el municipio de Huixtla, en los rubros:
  - Definición de daño en vivienda
  - Difusión de criterios de estabilización y refuerzo estructural
  - Participación en las reuniones del Comité de Evaluación de Daños
- 21 y 21 de julio Se mantiene la comunicación y colaboración con PC municipal y asesoramiento a las brigadas de PC estatal y de SEDATU.

Se inician trabajos de recopilación de información en los municipios de:

- Tapachula
- Mapastepec



a) Reunión del Comité Permanente de Evaluación de Daños



b) Reunión de trabajo con personal de PC local y estatal en Huixtla



Figura A.1 Participación del CENAPRED en reuniones de los comités de evaluación de daños y grupos de inspección



a) Reunión preparatoria en el Municipio de Huixtla



b) Evaluación y emisión de comentarios en el Municipio de Huixtla



c) Cartilla difundida para refuerzo



d) Vivienda en proceso de refuerzo, comentarios del CENAPRED

Figura A.2 Participación del CENAPRED en reuniones de los comités de evaluación de daños y grupos de inspección

## APÉNDICE B RESUMEN DE DAÑOS REPORTADOS POR PROTECCIÓN CIVIL ESTATAL

Tabla B.1 Resumen de daños en infraestructura reportados por PC estatal

Sector	Julio 8	Julio 9	Julio 10	Julio 12	Julio 13	Julio 15
Vivienda	4192	7598	10900	12987	14810	15267
Salud	0	5	5	0	0	0
Educativo	93	159	466	482	482	481
Carretero	97	99	99	115	115	115
Deportivo	-	-	-	2	2	2
Edificios públicos	-	-	30	59	59	59
Monumentos arqueológicos	-	-	1	1	1	1
Sistemas productivos	-	-	1	1	1	1
Comercial	-	-	200	200	200	200

Información adicional de daños reportados por PC estatal en las reuniones del Comité de Evaluación de Daños:

Población total afectada: 45550 personas

22,320 Hombres

23,230 Mujeres

9,436 Niños

9,821 Niñas

13 Refugios temporales al 13 de julio

485 Familias en refugios

1,470 Personas en refugios

Del total de viviendas reportado:

2,738 se catalogaron con daños menores

10,955 con daños parciales

1,574 con daño total

A partir del 15 de julio las sesiones del Comité fueron canceladas

### B.1 LISTADO DE MUNICIPIOS AFECTADOS

El listado de los municipios afectados fue publicado en el Diario Oficial de la Federación y permitirá a estas demarcaciones acceder a los recursos del Fondo de Desastres Naturales.

Los municipios declarados zona de desastre natural son (ver Figura B.1): Acacoyagua, Acapetahua, Amatenango de la Frontera, Arriaga, Bejucal de Ocampo, Bella Vista, Cacahoatán, Chicomuselo, El Porvenir, Escuintla, Frontera Comalapa, Frontera Hidalgo, Huehuetán, Huixtla, La Grandeza, Mapastepec, Mazapa de Madero y Mazatán.

También: Metapa, Montecristo de Guerrero, Motozintla, Pijijiapan, Siltepec, Suchiate, Tapachula, Tonalá, Tuxtla Chico, Tuzantán, Unión Juárez, Villa Comaltitlán, Altamirano, Ángel Albino Corzo, Comitán de Domínguez, El Parral, La Concordia, Tuxtla Gutiérrez, Villa Corzo y Villaflores.

El sismo ocurrido el pasado lunes en Chiapas dejó un saldo de tres personas muertas, 37 lesionadas y 45 mil personas afectadas.

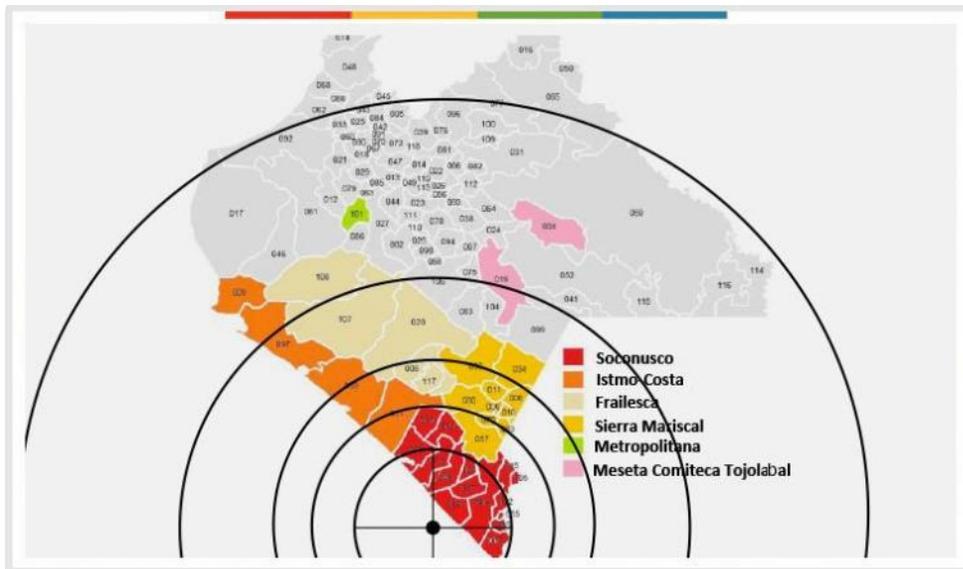


Figura B.1 Mapa con la ubicación de los 38 municipios con declaratoria de desastre

## REFERENCIAS

---

Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2008), “Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo”.

Díaz M.I., López O.A y Sánchez T.A. (2002), “Estudio sobre el capítulo de seguridad estructural de algunos reglamentos de construcción en la República Mexicana”, Memoria del XIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural, Puebla, Pue., México, octubre-noviembre. No.132, 12 pp.

Pacheco M.A., Flores L.E., López O.A. y Reyes C.J. (2010) “Cartilla Breve para refuerzo de la vivienda rural de autoconstrucción”, Centro Nacional de Prevención de Desastres, reimpresso por el Gobierno del Estado de Chiapas.

United States Geological Survey (2014), consulta de la página de internet: <http://earthquake.usgs.gov/>

## AGRADECIMIENTOS

---

Un reconocimiento especial al personal de Protección Civil del estado de Chiapas, en particular a los ingenieros Romeo Palacios, Aldo Guzmán, José Grey José y Jorge Castañón, quienes colaboraron y proporcionaron las facilidades necesarias para que el personal del CENAPRED pudiera recorrer las zonas afectadas por el sismo de Tapachula. Al Lic. Néstor del Pino se le agradece la coordinación con el CENAPRED.

**SEGOB**  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN



**SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN**  
**COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL**  
**CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES**  
Av. Delfín Madrigal No.665,  
Col. Pedregal de Sto. Domingo,  
Del. Coyoacán,  
México D.F., C.P. 04360  
[www.cenapred.gob.mx](http://www.cenapred.gob.mx)