Efectos del terremoto de Lorca del 11-05-2011

M. Feriche; F. Vidal; C. Aranda

Universidad de Granada

INSTITUTO ANDALUZ DE GEOFÍSICA

I.A.G.P.D.S.

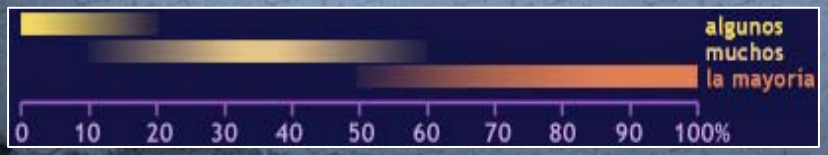
ESCALA DE INTENSIDAD EMS-98:
Clases de Vulnerabilidad

	Tipo de estructura	Clase de vulnerabilidad A	B	C	D	E	F
Fábrica	piedra suelta o canto rodado						
	adobe (ladrillos de tierra)						
	mampostería						
	sillería						
	sin armar, de ladrillos o bloques						
	sin armar, con forjados de HA						
	armada o confinada						
Hormigón Armado (HA)	estructura sin diseño sismorresistente (DSR)						
	estructura con nivel medio de DSR						
	estructura con nivel alto de DSR						
	muros sin DSR						
	muros con nivel medio de DSR						
	muros con nivel alto de DSR						
Acero	estructuras de acero						
Madera	estructuras de madera						

clase de vulnerabilidad más probable — rango probable

rango de casos menos probables, excepcionales

Definiciones de cantidad



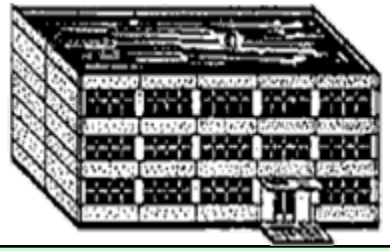
I.A.G.E.D.S.

Grado 1: ***Daños de despreciables a ligeros (ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros)***

Fisuras en muy pocos muros.
Caída sólo de pequeños trozos de revestimiento.
Caída de piedras sueltas de las partes altas de los edificios en muy pocos casos.

Grado 1: **Daños de despreciables a ligeros** ***(ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros)***

Fisuras en el revestimiento de pórticos o en la base de los muros.
Fisuras en tabiques y particiones.



Grado 2: **Daños moderados** ***(daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados)***

Grietas en muchos muros.
Caída de trozos bastante grandes de revesti-miento. Colapso parcial de chimeneas.

Grado 2: **Daños moderados** ***(daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados)***

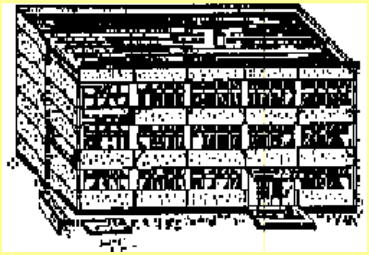
Grietas en vigas y pilares de pórticos y en muros estructurales.
Grietas en tabiques y particiones; caída de enlucidos y revestimientos frágiles. Caída de mortero de las juntas de paneles prefabricados.

Grado 3: **Daños de importantes a graves** ***(daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves)***

Grietas grandes y generalizadas en la mayoría de los muros.
Se sueltan tejas del tejado.
Rotura de chimeneas por la línea del tejado.
Se dañan elementos individuales no-estructurales (tabiques, hastiales y tejados).

Grado 3: **Daños de importantes a graves** ***(daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves)***

Grietas en pilares y en juntas viga/pilar en la base de los pórticos y en las juntas de los muros acoplados. Desprendimiento del la capa de recubrimientoen elementos estructurales, pandeo de la armadura de refuerzo.
Grandes grietas en tabiques y particiones; se dañan paneles de particiones aislados.



Grado 4: **Daños muy graves** ***(daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves)***

Se dañan seriamente los muros.
Se dañan parcialmente los tejados y forjados.

Grado 4: **Daños muy graves** ***(daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves)***

grandes grietas en elementos estructurales con daños en el hormigón por compresión y rotura de armaduras; fallos en la trabazón de la armadura de las vigas; ladeo de pilares.
Colapso de algunos pilares o de una planta alta.

Grado 5: **Destrucción**

(daños estructurales muy graves)
Colapso total o casi total.

Grado 5: **Destrucción** ***(daños estructurales muy graves)***

Colapso de la planta baja o de partes (por ejemplo alas) del edificio.

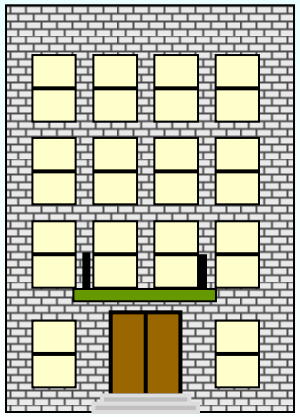
GRADOS DE DAÑO DE LA EMS-98

Inspección y clasificación de edificios

1. *Valoración del daño*
2. *Clasificación del nivel de funcionalidad*
3. *Medidas de intervención*

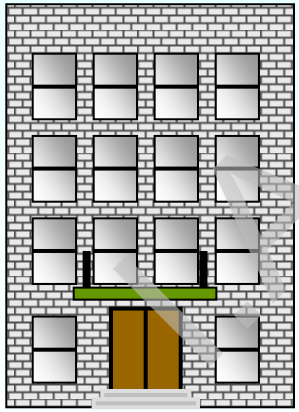
M.O.P.D.S.

Grado 1



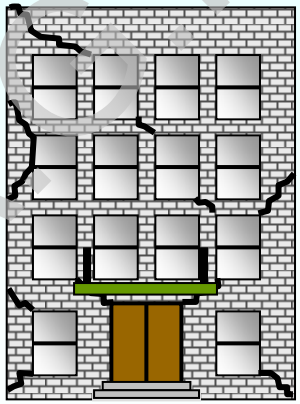
Funcional

Grado 2



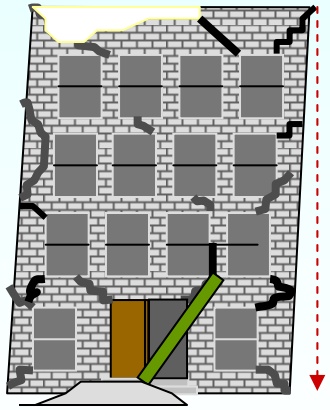
Ocupación inmediata

Grado 3



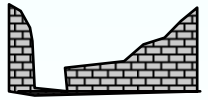
Sin peligro para la vida

Grado 4



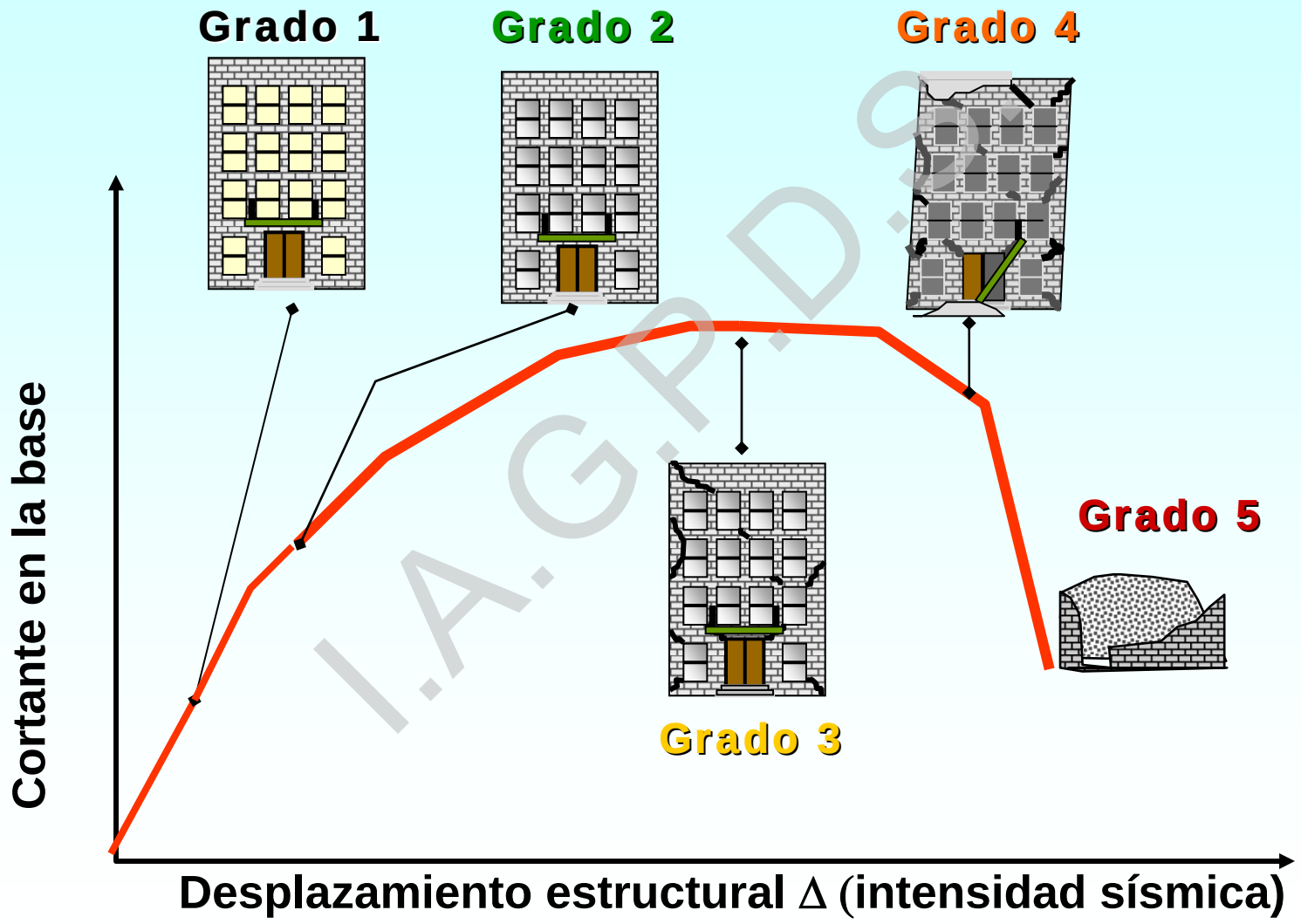
Prevención Colapso

Grado 5



Colapso

Incremento de los daños con la intensidad



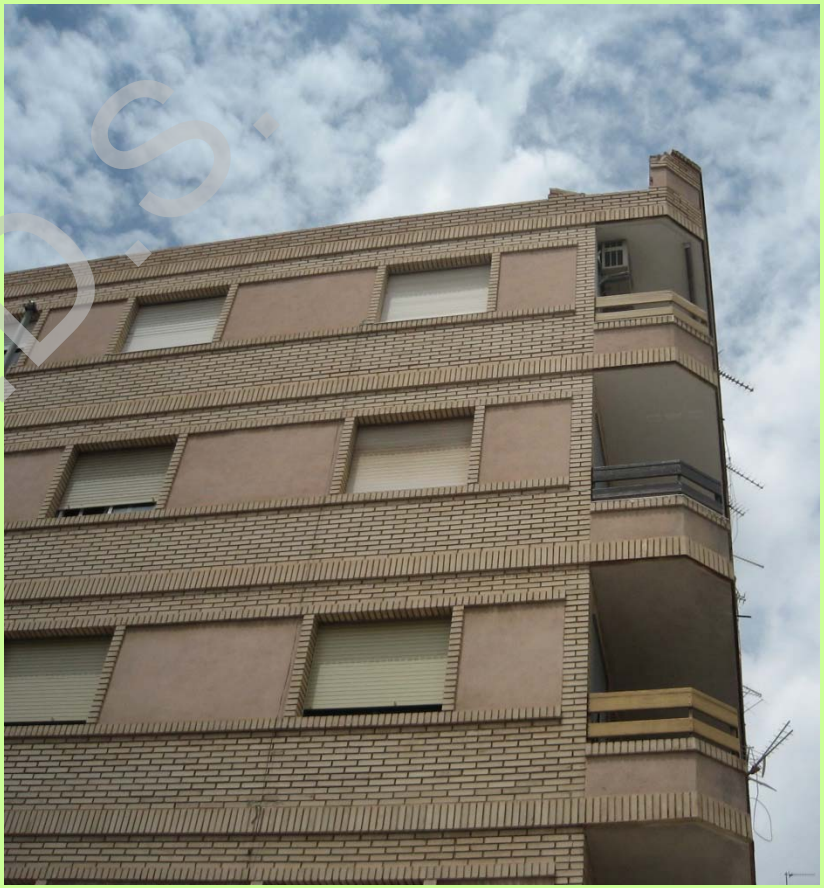
I.A.G.P.D.

Daños en elementos no estructurales

Grados 1 y 2 en la EMS98

- Caída de cerramientos, antepechos → Víctimas
- Rotura de tabiquería y desprendimiento de falsos techos.
- Caída de letreros y elementos colgados en las fachadas

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de hormigón armado Clase C / D	11-5-2011 Lorca (Murcia)		X			



Comentario:

No se aprecia daño estructural. Grietas en el exterior y en el interior. Caída de trozos aislados de revestimiento en muros exteriores e interiores. El daño es de grado 2.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de Hormigón Clase C	Lorca (Murcia) 2011		X			

I.A.G.R.D.S.

Comentario:

Caída de cerramientos, provocada, probablemente por la irregularidad en planta y altura. Aparentemente no tiene daños estructurales. El daño es de grado 2.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de Hormigón Clase C	Lorca (Murcia) 2011		X			

I.A.G.P.D.S.

Comentario:

Caída de un gran paño de la parte exterior de un cerramiento. El daño es de grado 2.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de Hormigón Clase C	Lorca (Murcia) 2011		X			

Comentario:

Caída de aplacados de mármol y grietas en cerramientos provocadas, probablemente, por la irregularidad en planta y altura. El daño es de grado 2.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de Hormigón Clase D→C	Lorca (Murcia) 2011		X			

I.G.P.D.S.

Comentario:

Caída de cerramientos en planta baja provocada, probablemente, por la irregularidad en altura. Aparentemente no tiene daños estructurales.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
Pórticos de Hormigón Clase D→C	Lorca (Murcia) 2011	1	2	3	4	5
			X			

I.A.P.D.S.

Comentario:

Edificio de 3 plantas con daños en planta baja. Se aprecian irregularidades en altura. Grado 2.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
Pórticos de Hormigón Clase C/D	Lorca (Murcia) 2011	1	2	3	4	5
			X			

I.G.P.D.S.

Comentario:

Edificio de 3 plantas con daños en planta baja. No se aprecian irregularidades en altura. Grado 2.

TIPO DE ESTRUCTURA	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de Hormigón Clase D	Lorca (Murcia) 2011		X			

I.A.G.P.D.S.

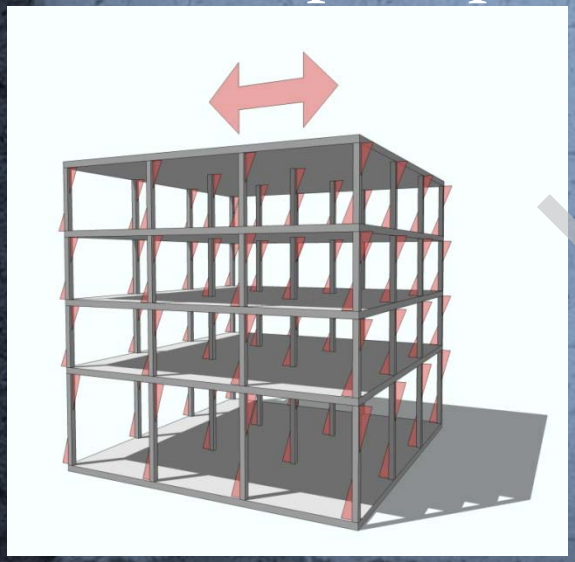
Comentario:

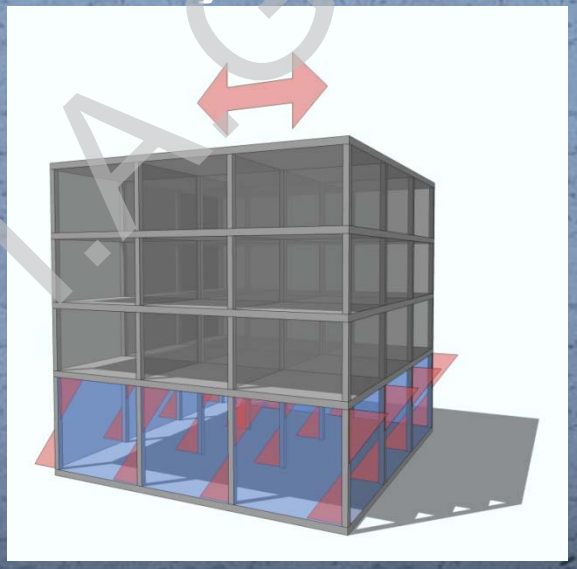
Edificio de 10 plantas con grietas en cerramientos y particiones, provocadas, probablemente por la irregularidad en planta y altura. Los daños afectan a las 5 primeras plantas. El daño es de grado 2.

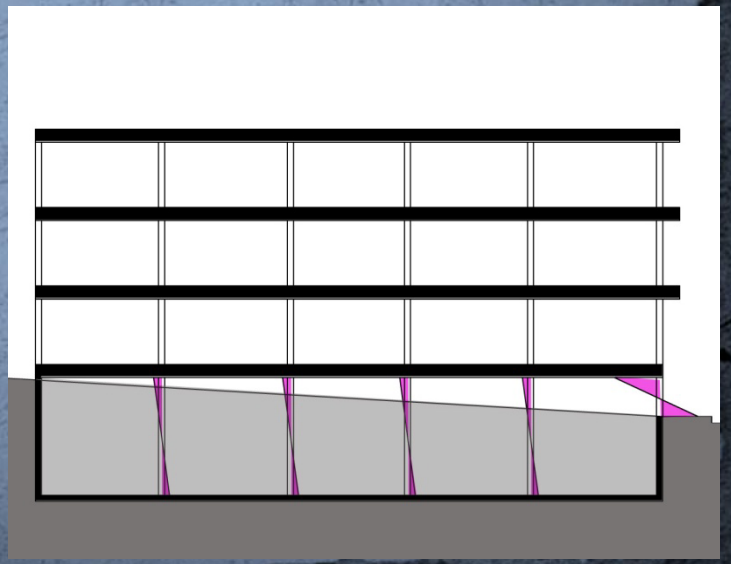
Daños en elementos estructurales

Grados 3 a 5 en la EMS98

- Fisuras, grietas y rotura en elementos estructurales
- Problemas relacionados con el pilar corto y el piso débil.
- Colapsos parciales y totales







I.A.G.P.D.S.

Gráficos de Patrick Murphy Corella (2011)

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Muros de fábrica de ladrillo Clase A/B	11-5-2011 Lorca (Murcia)			X		

NW ⟷ SE

A.C.P.D.S.

Comentario:

Desprendimiento parcial del muro de la fachada. Tiene muros de carga transversales. El daño es de grado 3.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Muros de fábrica de ladrillo Clase A/B	11-5-2011 Lorca (Murcia)			X		

I.A.G.P.D.S.

Comentario:

Desprendimiento parcial del muro piñón, daños en esquina y caída de de aleros y tejas. El daño es de grado 3.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
Pórticos de HA Clase D→C	11-5-2011 Lorca (Murcia)	1	2	3	4	5
				X		

I.A.G.P.D.S.

Comentario:

Edificio de 5 plantas con irregularidad en planta y altura. Posibles daños en pilares. Grado 3.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de HA Clase D→C	11-5-2011 Lorca (Murcia)			X		

I.A.E.R.S.

Comentario:

Edificio irregular en planta y altura, aislado y situado en pendiente, lo que incrementa su vulnerabilidad, debido a la cual, el edificio ha sufrido daños de grado 3.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de HA Clase D→C	11-5-2011 Lorca (Murcia)			X		

I.G.R.D.S.

Comentario:

Edificio irregular en planta y altura, situado en pendiente, lo que incrementa su vulnerabilidad, debido a la cual, el edificio ha sufrido daños de grado 3.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de HA Clase C/D	11-5-2011 Lorca (Murcia)			X		

I.G.P.S.

Comentario:

Instituto de ensañanza: edificio irregular en planta con daños estructurales en planta baja. Daños de grado 3.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de Hormigón Armado / Clase C	11-5-2011 Lorca (Murcia)			X		

I.G.P.D.S.

Comentario:

Edificio de uso industrial con irregularidad en planta y altura. Los pilares cortos de las dos primeras plantas incrementaron su vulnerabilidad, debido a la cual, el edificio ha sufrido daños de grado 3.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos Hormigón Armado Clase C	11-5-2011 Lorca (Murcia)				X	

I.A.G.P.D.S.

Comentario:

Este edificio ha sufrido colapso parcial en el segmento superior, por lo que el daño es de grado 4. La irregularidad en planta puede haber incrementado su vulnerabilidad.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de HA Clase D→C	11-5-2011 Lorca (Murcia)				X	

I.A.G.P.D.S.

Comentario:

Edificio de 4 alturas y semisótano del año 2002 con irregularidad en planta y altura. Se aprecian daños en planta baja por pilares cortos (a cortante) con pérdida de sección. Estribos de Ø < 8. Existe un fuerte cambio de rigidez de planta baja a 1ª.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de HA Clase D→C	11-5-2011 Lorca (Murcia)				X	

I.A.G.P.D.S.

Comentario:

Edificio de 5 alturas del año 1982 con irregularidad en planta y en altura. Se aprecian daños en planta baja por pilares cortos. Se pueden apreciar deformaciones permanentes por desplazamiento del eje de los pilares. Existe un fuerte cambio de rigidez de planta baja a 1ª-2ª.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos de HA Clase D→C	11-5-2011 Lorca (Murcia)			X		

I.G.P.D.S.

Comentario:

Edificio irregular en planta y altura (piso blando) con algunos de los pilares de planta baja rotos a cortante. Daño grado 3.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos Hormigón Armado Clase C	11-5-2011 Lorca (Murcia)				X	

I.A.G.P.D.S.

Comentario

Edificio de 5 alturas del año 2002 con irregularidad en altura. Se aprecian daños en planta baja por pilares cortos. Se pueden apreciar deformaciones permanentes, quizás por asentamiento diferencial. También se observa falta de densidad de estribos en las proximidades de los nudos. Existe un fuerte cambio de rigidez de planta baja a 1ª

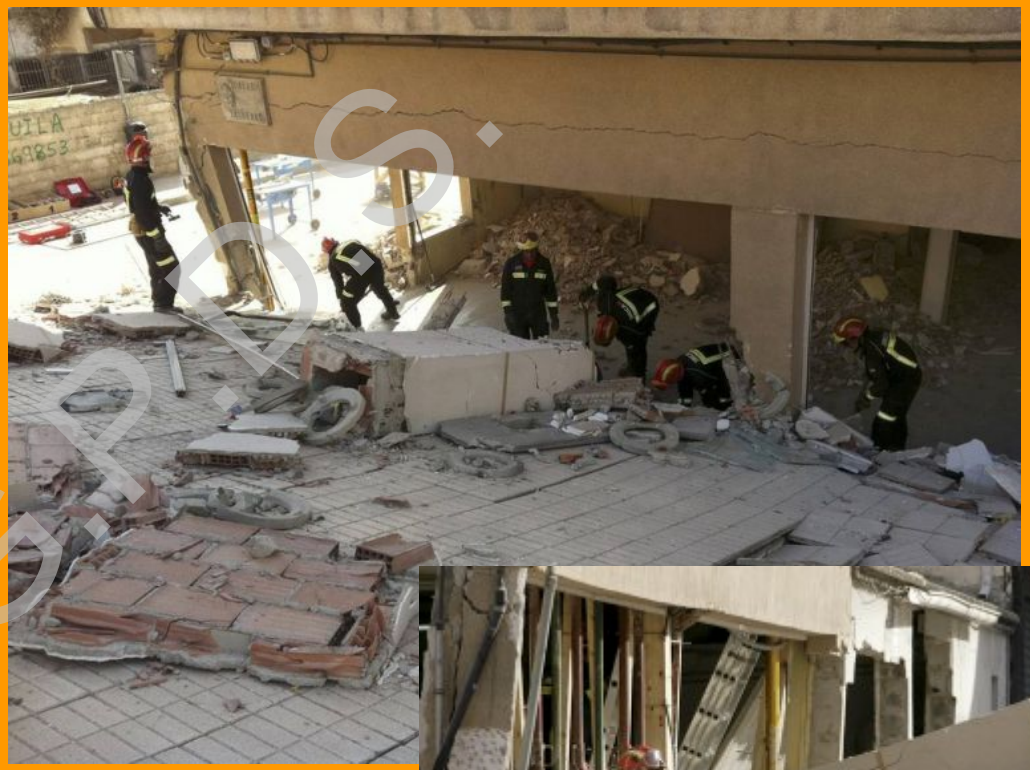
TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos Hormigón Armado Clase C	11-5-2011 Lorca (Murcia)				X	

A.G.P.

Comentario:

Este edificio, situado en pendiente y con piso débil en planta, baja ha sufrido hundimientos y grietas en pilares, por lo que el daño es de grado 4. Colapsó cuando empezaron a demolerlo.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑO				
		1	2	3	4	5
Hormigón armado Clase C	11-5-2011 Lorca (Murcia)				X	



A.G.R.D.S.

Comentario:

Edificio de 3 alturas en calle Infante Juan Manuel (1975). La estructura de este edificio se vió gravemente afectada por el colapso del edificio colindante. Ha de ser demolido. Grado 4.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑO				
		1	2	3	4	5
Hormigón armado Clase D→C	11-5-2011 Lorca (Murcia)				X	

I.G.R.D.S.

Fotografías de Patrick Murphy

Comentario:
Edificio en calle Talleres de 3 alturas, semisótano y sótano del año 2001. Se pueden apreciar los daños en la planta semisótano por pilares cortos. Falta de estribos y de diámetro de éstos en nudos. Daño de grado 4. Ha de ser demolido.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑO				
		1	2	3	4	5
Hormigón armado Clase D→C	11-5-2011 Lorca (Murcia)					X

I.A.G.R.D.

Comentario:
Colapso de edificio en calle Infante Juan Manuel (3 alturas y semisótano del año 2001) tipo "pancake" debido, probablemente, a un mal diseño o mala ejecución del mismo (grietas previas). En las fotos anteriores al sismo, se puede apreciar que estaba situado en pendiente, con pilares cortos que aumentaban de longitud conforme descendían la calle. Falta de estribos y de diámetro de éstos en nudos. Daño de grado 5.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Mampostería de piedra Clase A	11-5-2011 Lorca (Murcia)					X

Comentario:

Este edificio ha sufrido colapso parcial en la planta alta.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Mampostería de piedra Clase A	11-5-2011 Lorca (Murcia)					X

I.A.G.R.D.S.

Comentario:

Este edificio ha sufrido colapso parcial en la planta alta.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Mampostería de sillares y fábrica de ladrillo Clase A	11-5-2011 Lorca (Murcia)				X	X

I.A.G.F.I.S.

Comentario:

Daños en patrimonio: La Iglesia de Santiago ha sufrido el colapso de la nave central y de la cúpula.

TIPO DE ESTRUCTURA / CLASE VULNERABILIDAD	TERREMOTO / LUGAR	GRADO DE DAÑOS				
		1	2	3	4	5
Pórticos fábrica de ladrillo Clase A/B	11-5-2011 Lorca (Murcia)					X

I.A.G.P.S.

Comentario:

Colegio de La Salle. Edificio regular en planta y altura, pero vulnerable por su tipología constructiva.

Conclusiones

- No se han anclado a la estructura los elementos no estructurales externos tales como antepechos, pretiles, cerramientos…..lo que ha provocado víctimas.
- Se han repetido los daños estructurales que se repiten en la mayoría de los terremotos:
  - Fallos de la estructura por pilar corto.
  - Fallo de la estructura por piso débil ó planta diáfana
- No existe mentalidad de construcción sismorresistente
- No hay educación en autoprotección en caso de sismos.

I.A.G.R.D.S.

Gracias por su atención

I.A.G.P.D.S.