



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

## A Missão do LNEC

Alfredo Campos Costa,  
Ema Coelho, Luís Mendes  
Luísa Sousa e Paulo Candeias

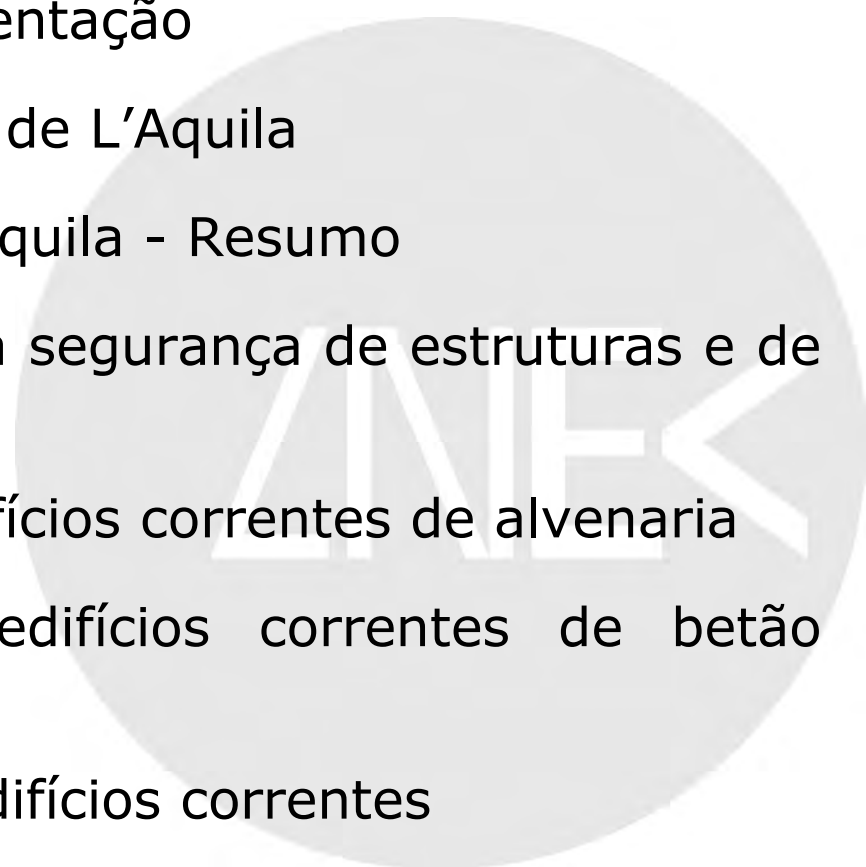
## Workshop Sismo de L'Aquila

Abruzzo, Itália, 6 de Abril de 2009

ENSINAMENTOS PARA PORTUGAL



# Organização

1. A Missão do LNEC - Apresentação
  2. Informação sobre o sismo de L'Aquila
  3. Os efeitos do sismo de L'Aquila - Resumo
  4. A logística da avaliação da segurança de estruturas e de danos pós-sismo
  5. O comportamento dos edifícios correntes de alvenaria
  6. O comportamento dos edifícios correntes de betão armado
  7. Inspeções pós-sismo a edifícios correntes
- 
- A large, semi-transparent watermark of the LNEC logo is visible in the background. The logo consists of the letters 'LNEC' in a bold, sans-serif font, with a stylized triangle to the left of the 'N'.



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# A missão do LNEC

**Apresentação**

# O sismo de L'Aquila de 2009

## Missões do LNEC - Objectivos:

- > Colaboração com a ANPC para apoio à Protecção Civil Europeia
- > Colaboração com o JRC-Ispra
- > Observação e compreensão de:
  - O comportamento de diferentes tipos de estruturas
  - A gestão da emergência, em particular, a logística e procedimentos de avaliação de segurança, danos e habitabilidade dos edifícios

# O sismo de L'Aquila de 2009

## Missões do LNEC

- > **MIC Assessment Mission - Abril**  
Perito do LNEC: Alfredo Campos Costa  
(MIC - Monitoring and Information Centre of DG- ENV, Brussels)
- > **Projecto Europeu STEP – Abril**  
Técnicos do LNEC: Maria Luisa Sousa e Luis Mendes  
(Colaboração com Protecção Civil Italiana)
- > **Missão conjunta JRC/LNEC - Maio**  
Técnicos do LNEC: Ema Coelho e Paulo Candeias  
(JRC . Joint Research Centre of the European Commission, Ispra)

# Missões do LNEC

- Alfredo Campos Costa - MIC  
Assessment Mission  
Abril



# Missões do LNEC

- Alfredo Campos Costa - MIC Assessment Mission  
Abril
- Luísa Sousa e Luís Mendes  
Abril



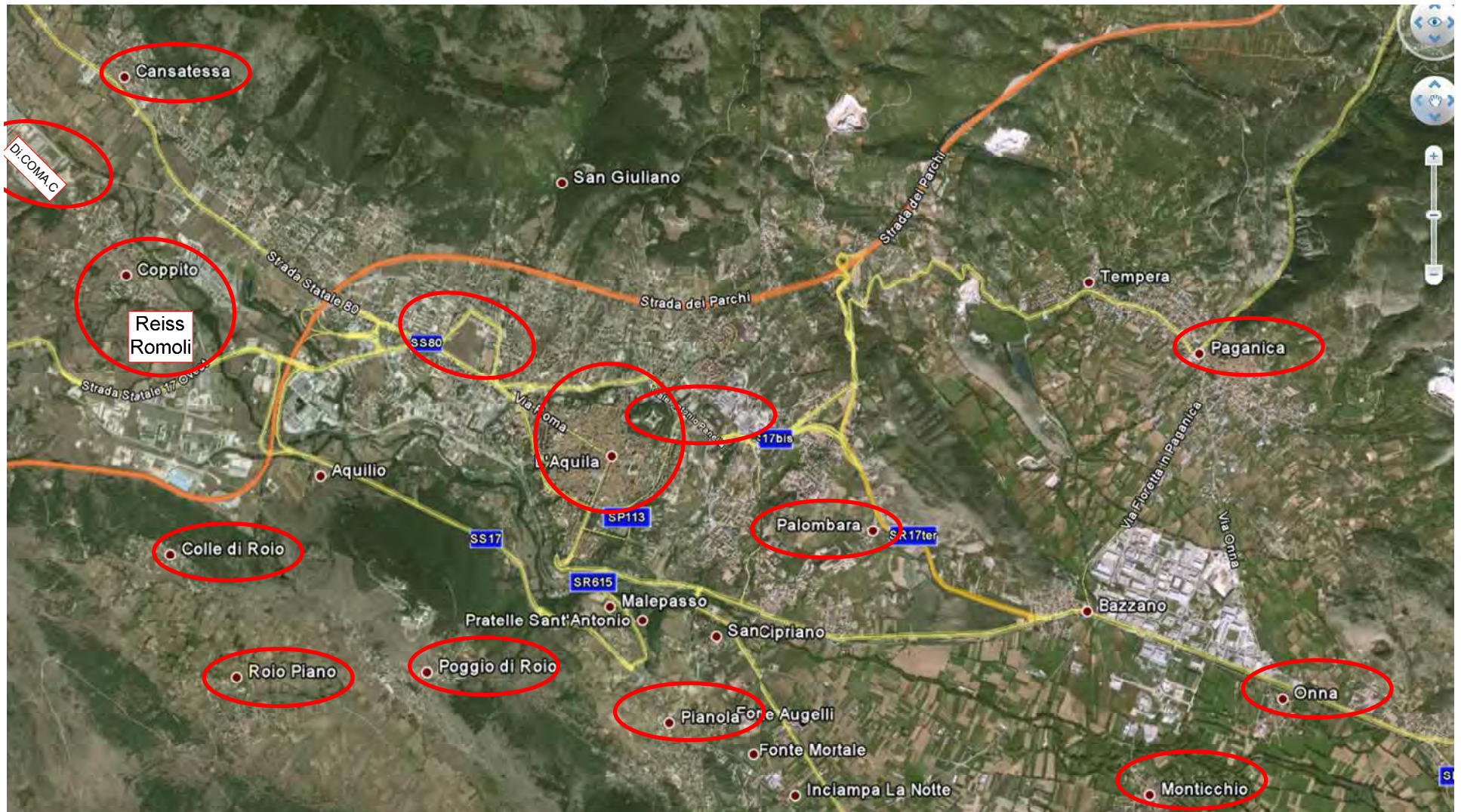
# Missões do LNEC

- Alfredo Campos Costa - MIC Assessment Mission  
Abril
- Luísa Sousa e Luís Mendes  
Abril
- Ema Coelho e Paulo Candeias  
Maio





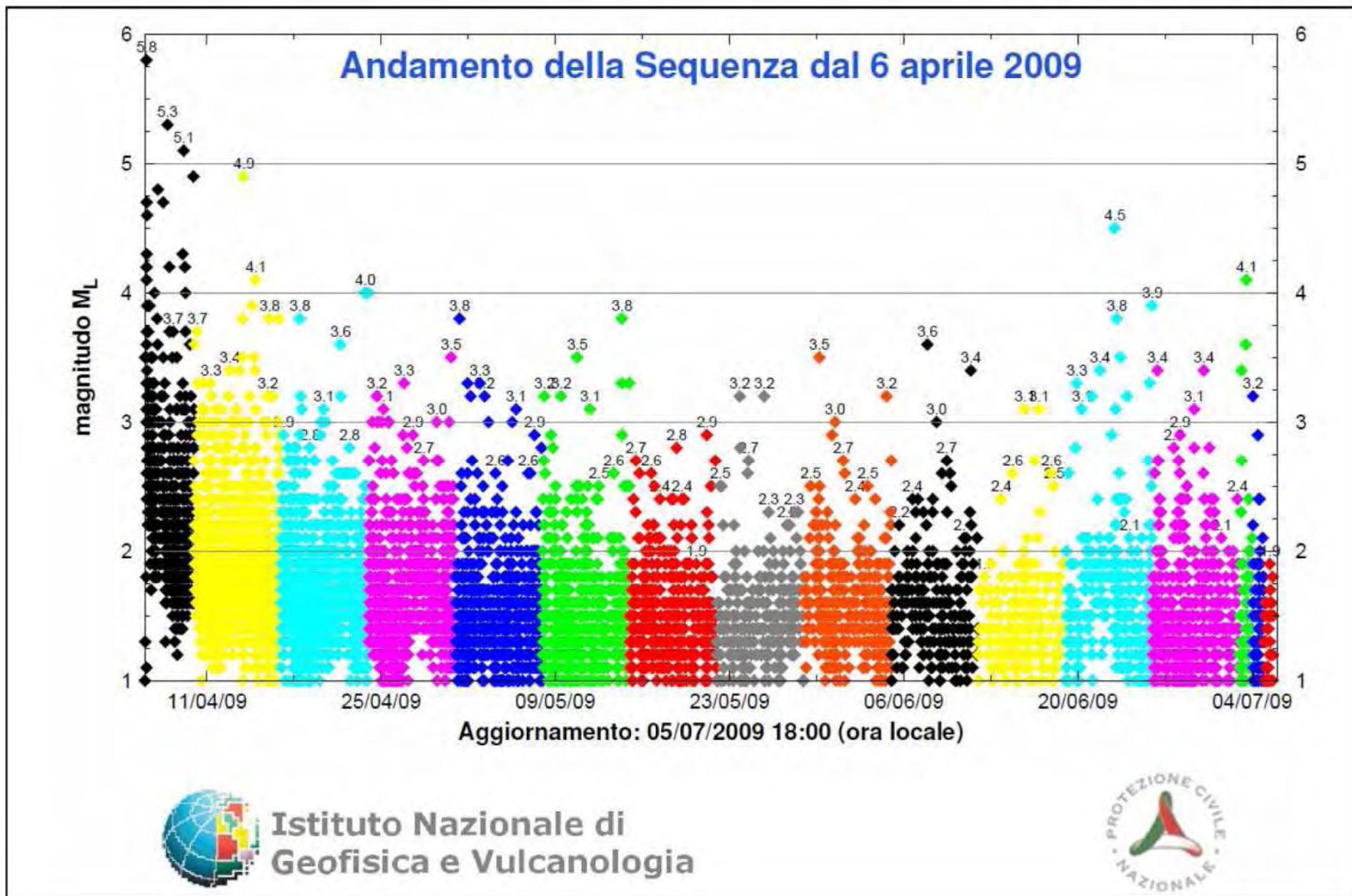
# Missões do LNEC



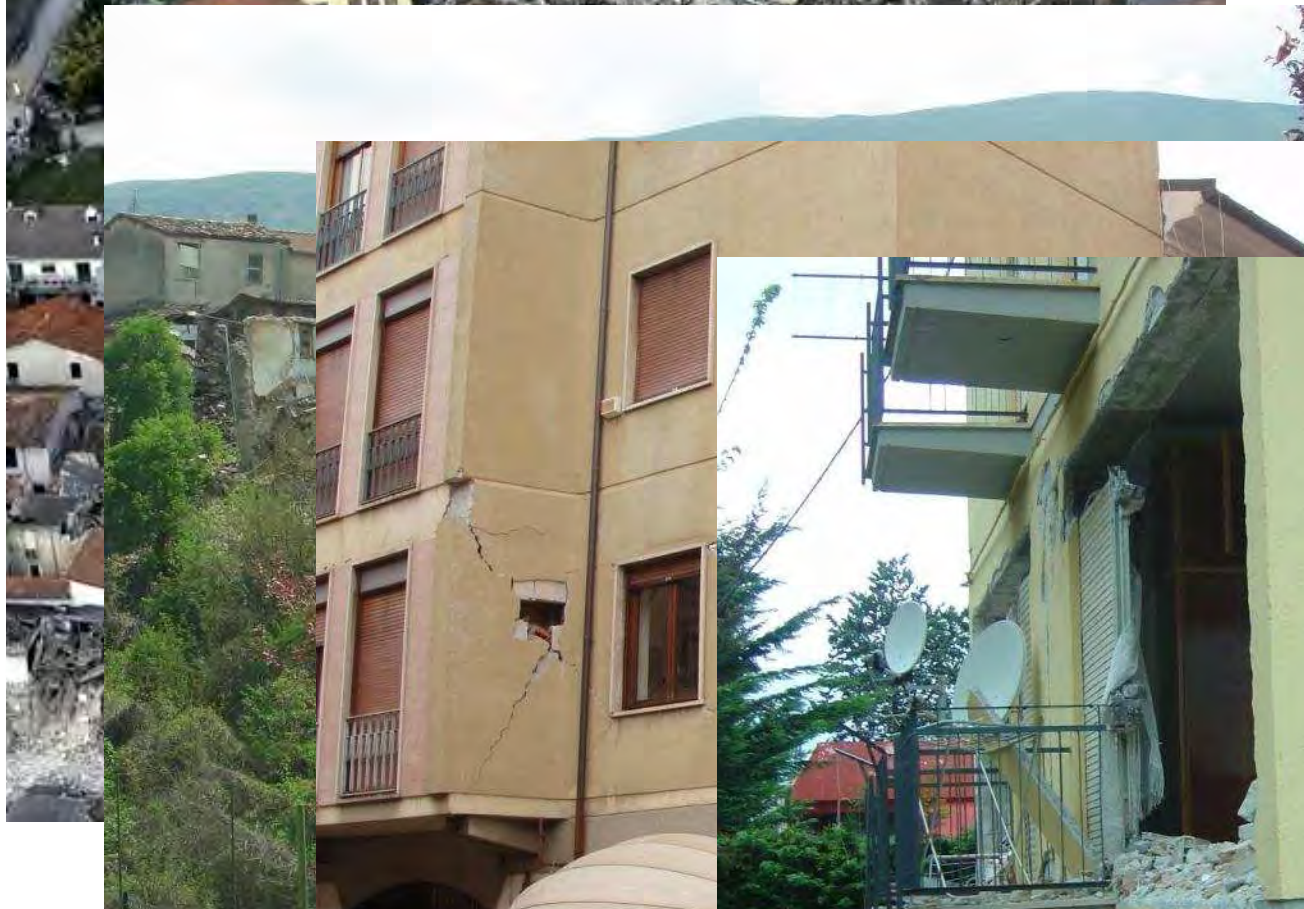


LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# Logística e necessidade da avaliação de danos pós-sismo



# Extensão dos danos



**COMUNE DI L' AQUILA**  
CORPO DI POLIZIA MUNICIPALE

**Ordinanza n. 67 del 08.04.2009**

**Oggetto:** Sisma 06.04.2009  
Misure urgenti al fine di fronteggiare l'emergenza:

- Ordinanza di inagibilità.

**IL SINDACO**

Preso atto dello stato di emergenza conseguente al disastroso evento sismico in oggetto;  
**Ritenuto** necessario di dover provvedere con urgenza alla tutela della pubblica incolumità e, in specie di dover evitare che, nella permanenza dei movimenti sismici, singole persone si espongano al rischio legato all'utilizzo di fabbricati,

**ORDINA**

**l'inagibilità di tutto il patrimonio edilizio pubblico e privato esistente sul territorio comunale fino a contrario provvedimento. Per i singoli fabbricati, previa verifica della sussistenza delle**

**condizioni di sicurezza, il Comune autorizza l'utilizzo degli stessi.**

**I cittadini interessati alla verifica dell'agibilità o dell'inagibilità e stato dei danni sono invitati a presentarsi presso la sede comunale Scuola C. Collodi in Viale Aldo Moro.**

# Decreto Lei que identifica municipios IMSC > VI

Ordinanza n.3754 del 08-4-2009

**Individuazione dei comuni danneggiati dagli eventi sismici  
che hanno colpito la provincia dell'Aquila ed altri comuni  
della regione Abruzzo il giorno 6 aprile 2009**

Il Commissario delegato individua con un decreto i comuni della regione Abruzzo colpiti,  
a partire dal 6 aprile 2009, da eventi sismici di  
**intensita uguale o superiore al sesto grado** della scala Mercalli-Cancani-Sieberg **(MCS)**.

L'elenco viene stilato sulla base dei risultati dei rilievi macrosismici effettuati dal  
Dipartimento della protezione civile in collaborazione con l'INGV e **potrà essere aggiornato nel tempo**

Decreto 16-4-2009 n. 3 , Presidenza del Consiglio dei Ministri

**Provincia dell'Aquila:** Acciano, Barete, Barisciano, Castel del Monte, Campotosto, Capestrano, Caporciano, Carapelle Calvisio, Castel di Ieri, Castelvechio Calvisio, Castelvechio Subequo, Cocullo, Collarmele, Fagnano Alto, Fossa, Gagliano Aterno, Goriano Sicoli, L'Aquila, Lucoli, Navelli, Ocre, Ofena, Ovindoli, Pizzoli, Poggio Picenze, Prata d'Ansidonia, Rocca di Cambio, Rocca di Mezzo, San Demetrio neVestini, San Pio delle Camere, Sant'Eusanio Forconese, Santo Stefano di Sessanio, Scoppito, Tione degli Abruzzi, Tornimparte, Villa Sant'Angelo e Villa Santa Lucia degli Abruzzi.

**Provincia di Teramo:** Arsita, Castelli, Montorio al Vomano, Pitracamela e Tossicia.

**Provincia di Pescara:** Brittoli, Bussi sul Tirino, Civitella Casanova, Cugnoli, Montebello di Bertona, Popoli e Torre de' Passeri.

## «Cratero sismico»

> Município de L'Aquila

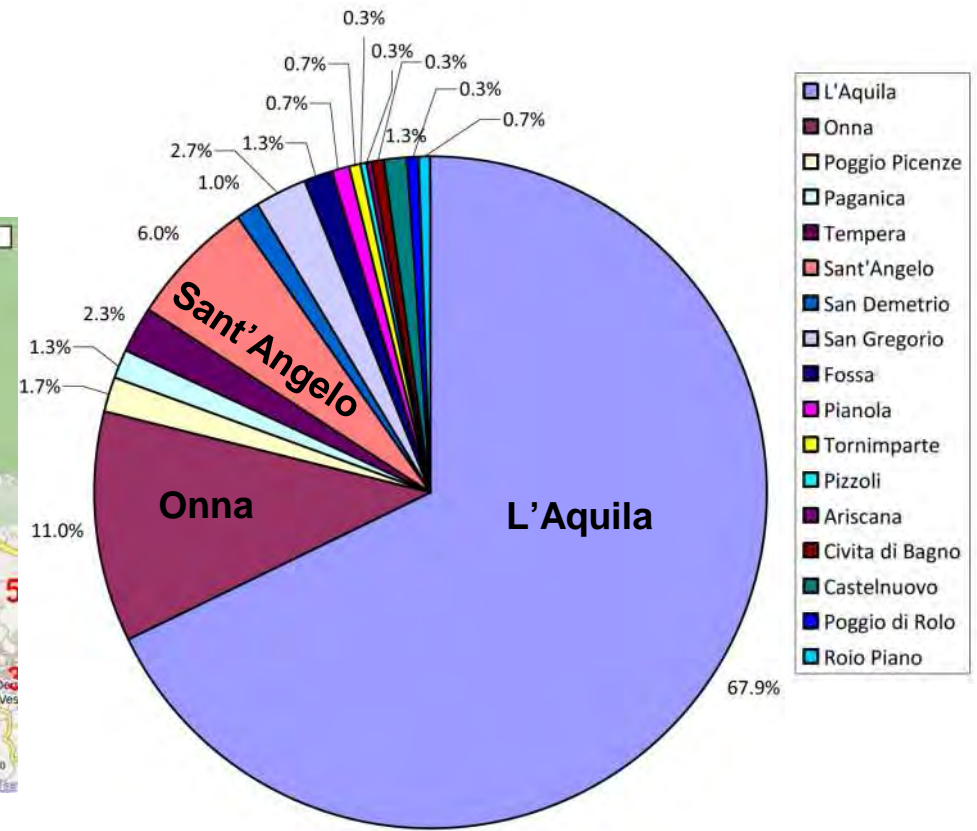
> + 48 municípios

# «Cratero sismico»

> Município de L'Aquila

> + 48 municípios

## 306 vítimas mortais





# Gestão da emergência

- > ≈ 65 000 desalojados
- > ≈ 62 000 edifícios, públicos e privados para efectuar inspecções



Abruzzo e noi, 26 de Maio, 2009

# Scuola della Guardia di Finanza - Coppito



DI.COMA.C

Centro de coordenação das estruturas operacionais do Sistema de Protecção Civil Italiano para a actividade do socorro na área afectada pelo sismo



# Scuola della Guardia di Finanza - Copito

## Di.COMA.C - Direzione di COMAndo e Controllo

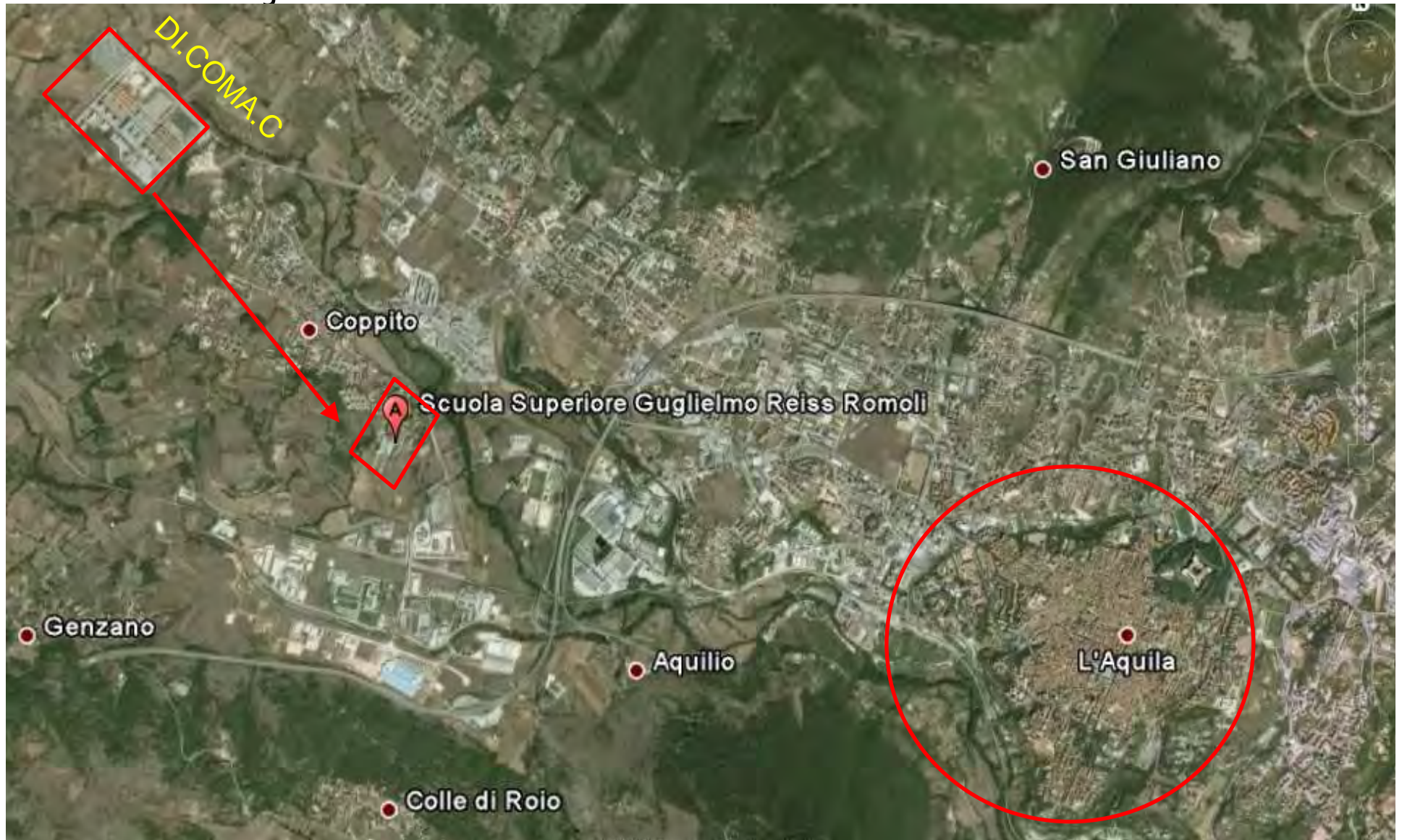
➤ **11 funções de suporte  
(9 de Abril)**



1. **Tecnica di valutazione e censimento danni**
2. **Sanità**
3. **Volontariato e rapporto enti locali**
4. **Strutture operative / viabilità**
5. **Materiali e mezzi, assistenza alla popolazione, logistica, evacuati**
6. **Coordinamento concorso delle regioni**
7. **Telecomunicazioni**
8. **Servizi essenziali**
9. **Mass media e informazione**
10. **Savaguarda beni culturali**
11. **Supporto amministrativo**

# Função de suporte da emergência

## 1. Avaliação e recenseamento de danos



# Avaliação e recenseamento de danos

## > Objectivos:

- recensear a viabilidade / usabilidade (*agibilità*) dos edifícios após o sismo
- propor medidas de intervenção de curto prazo para garantir a segurança de edifícios não viáveis
- primeira identificação das características tipológicas dos edifícios e dos seus danos
- primeira avaliação dos custos de reparação e reforço para apoiar decisões sobre o valor dos contributos pós-sismo

# Usabilidade / Viabilidade de edifícios correntes



# Usabilidade / Viabilidade de edifícios correntes

## Decisão de usabilidade / viabilidade

*A avaliação da usabilidade na emergência pós-sismo é temporária e simplificada, ou seja, é baseada no conhecimento de especialistas e efectuada num espaço de tempo curto. Baseia-se numa inspecção visual do edifício e na recolha de informação facilmente acessível.*

*Tem o **objectivo** de determinar se, no caso de **um sismo**, os edifícios afectados pelo evento ainda podem ser utilizados com um nível razoável de segurança para a vida dos seus ocupantes*

AeDES, 2007

# Usabilidade / Viabilidade de edifícios correntes

## Sismo de referência

- *Não está definido à priori*
  - *Deve ser estabelecido antes do levantamento para homogeneizar os critérios de viabilidade dos inspectores*
  - *Não existe um critério único para a sua definição:*
    1. *Corresponde a um sismo capaz de causar no local uma intensidade semelhante à máxima observada na sequência sísmica em causa, ou seja, um sismo comparável aquele que deu origem às inspecções*
    2. *Corresponde a um sismo causador de intensidades 1 ou 2 graus mais severas do que a sentida no local (zona alargada, migração de réplicas)*

AeDES, 2007



# Planeamento da emergência – inspeções pós sismo

- > Estabelecimento de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos

**UNSAFE**  
DO NOT ENTER OR OCCUPY

BY ORDER OF THE DEPARTMENT OF BUILDING AND SAFETY  
CITY OF LOS ANGELES  
SECTION 91.806 LOS ANGELES MUNICIPAL CODE

**WARNING:**  
This structure or site has been severely damaged and is unsafe. DO NOT ENTER. Entry or occupancy could result in death or injury. Unauthorised entry or occupancy is a misdemeanor.

INCLUSIVE ADDRESS \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
EXTERIOR ONLY \_\_\_\_\_  
INTERIOR ONLY \_\_\_\_\_  
COMMENTS \_\_\_\_\_

This facility will be inspected under emergency conditions on:  
DATE \_\_\_\_\_  
TIME \_\_\_\_\_ A.M. / P.M.  
OFFICE: LA - VN - WLA - SP - SHATIO  
CD# \_\_\_\_\_ OTHER \_\_\_\_\_  
BUREAU: Bldg - DCS - Anulgi - Misc  
DIV. B - SO - PC - SH - COMF  
INSPECTED BY \_\_\_\_\_  
FOLLOW UP \_\_\_\_\_  
PHONE # \_\_\_\_\_

IT IS A MISDEMEANOR TO REMOVE,  
DAMAGE, COVER OR HIDE THIS PLACARD.

**PELIGRO**  
NO ENTRE NI OCUPE ESTA EDIFICACION

POR ORDEN DEL DEPARTAMENTO DE BUILDING & SAFETY  
DE LA CIUDAD DE LOS ANGELES  
SECCION 91.806 DEL CODIGO MUNICIPAL

**ADVERTENCIA:**  
Esta edificación y/o sitio está severamente dañado y es inseguro. NO ENTRE. El entrar o habitar en esta edificación podría causar muerte o lesiones. El entrar o habitar en esta edificación sin permiso es un delito.

LAS DIRECCIONES INCLUIDAS ESTÁN  
INDICADAS EN ESTA ADVERTENCIA.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
EXTERIORES \_\_\_\_\_  
INTERIORES \_\_\_\_\_  
COMENTARIOS \_\_\_\_\_

Esta edificación será inspeccionada bajo condiciones de emergencia el:  
FECHA \_\_\_\_\_  
HORA \_\_\_\_\_ A.M. / P.M.  
OFICINA: LA - VN - WLA - SP - SHATIO  
DISTRITO DEL CONCEPTO \_\_\_\_\_ OTRO \_\_\_\_\_  
BUREAU: Bldg - DCS - Anulgi - Misc  
DIV. B - SO - PC - SH - COMF  
INSPECCIONADO POR \_\_\_\_\_  
INSPECCION SIGUIENTE \_\_\_\_\_  
TELÉFONO # \_\_\_\_\_

ES UN DELITO EL REMOVER, DAÑAR,  
CUBRIR O OCULTAR ESTE CARTEL.

# Planeamento da emergência – inspecções pós sismo

- > Estabelecimento de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos
- > Definição do sismo de referência

## Sismo de referência em L'Aquila

casas classificadas **utilizáveis** são seguras para os seus ocupantes caso ocorra um sismo de intensidade igual ou inferior à registada no local a 6 de Abril

# Planeamento da emergência – inspecções pós sismo

- > Estabelecimento de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos
- > Definição do sismo de referência
- > Fichas para avaliação de danos e da segurança de edifícios correntes  
**AeDES – 2000**

Levantamento de danos em Itália:

- Irpinia 1980
- Abruzzo 1984
- Basilicata 1990
- Reggio Emilia 1996
- Umbria-Marche 1997
- Pollino 1998

GNDT  
SSN

**1° LEVEL FORM FOR POST-EARTHQUAKE DAMAGE AND USABILITY ASSESSMENT  
AND EMERGENCY COUNTERMEASURES IN RESIDENTIAL BUILDINGS**  
(AeDES 00/2000)

**SECTION 1 Building identification**

Province: \_\_\_\_\_ Municipality: \_\_\_\_\_ Locality: \_\_\_\_\_  
 Address: \_\_\_\_\_  
 1  Street 2  Road 3  Alley 4  Square 5  Other

Survey identification: \_\_\_\_\_  
 Form n. \_\_\_\_\_  
 Date: \_\_\_\_\_ Report code: \_\_\_\_\_

Region: \_\_\_\_\_ Province: \_\_\_\_\_ Municipality: \_\_\_\_\_ Aggregate No. \_\_\_\_\_ Building No. \_\_\_\_\_  
 Int. Habitat code: \_\_\_\_\_ Type of usage: \_\_\_\_\_  
 Int. Census code: \_\_\_\_\_ Map No. \_\_\_\_\_  
 Cultural date: \_\_\_\_\_ than \_\_\_\_\_ Aliquam: \_\_\_\_\_  
 Parcel: \_\_\_\_\_  
 Building position: 1  External 2  Internal 3  Terrace 4  Corner

Building denomination or owner's name: \_\_\_\_\_ Destination Code: \_\_\_\_\_

*Photography of the structural aggregate with building indications*

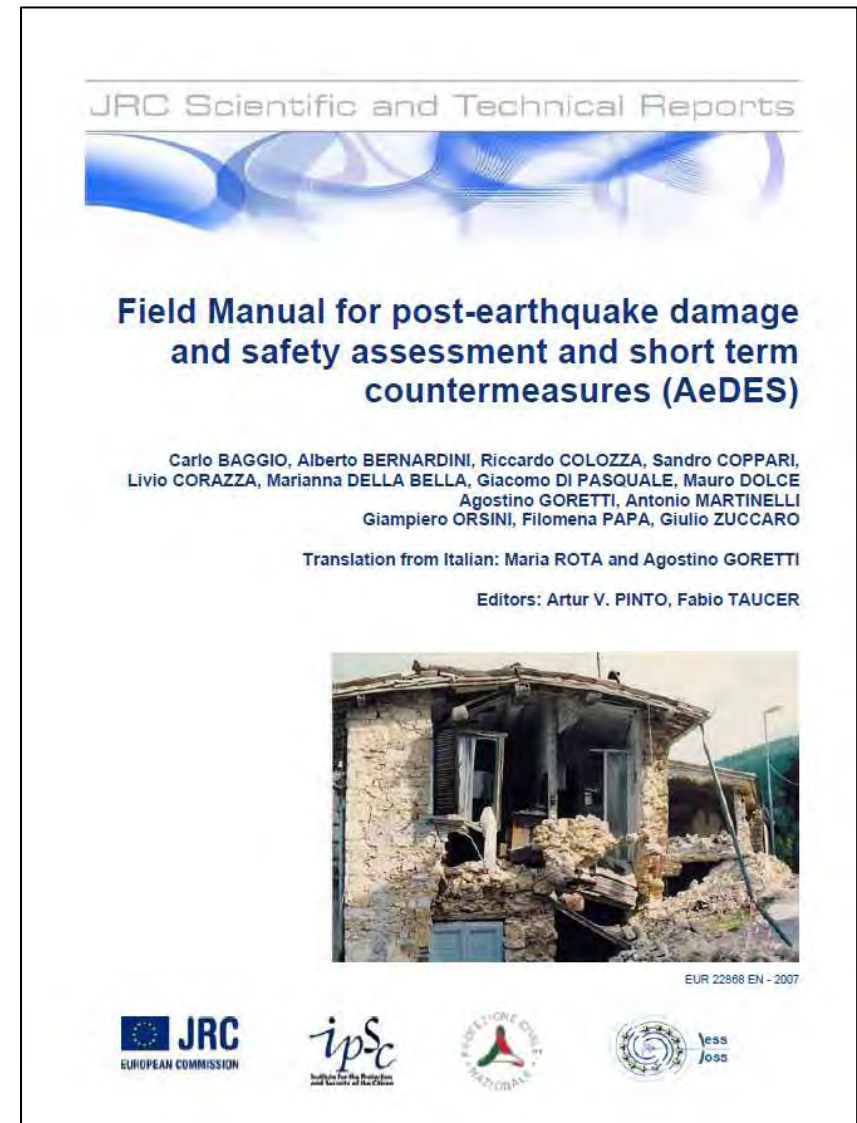
**SECTION 2 Building description**

Total number of stories	Metric data		Age	Construction and temperature (bars - 2)	Use	No. of units in use	Utilization	No. of units
	Average story height [m]	Average story surface [m <sup>2</sup> ]						
1	1 <input type="checkbox"/> ≤ 2.50	A <input type="checkbox"/> ≤ 50	1 <input type="checkbox"/> ≤ 1919	A <input type="checkbox"/> Residential	1 <input type="checkbox"/> ≤ 91%	1 <input type="checkbox"/> 1	1 <input type="checkbox"/> 1	
2	2 <input type="checkbox"/> 2.50-3.50	B <input type="checkbox"/> 50-70	2 <input type="checkbox"/> 1920-450	B <input type="checkbox"/> Production	2 <input type="checkbox"/> 10-45%	2 <input type="checkbox"/> 2	2 <input type="checkbox"/> 2	
3	3 <input type="checkbox"/> 3.50-4.50	C <input type="checkbox"/> 70-100	3 <input type="checkbox"/> 46-81	C <input type="checkbox"/> Business	3 <input type="checkbox"/> 10-45%	3 <input type="checkbox"/> 3	3 <input type="checkbox"/> 3	
4	4 <input type="checkbox"/> 4.50-5.50	D <input type="checkbox"/> 100-150	4 <input type="checkbox"/> 82-161	D <input type="checkbox"/> Office	4 <input type="checkbox"/> 10-45%	4 <input type="checkbox"/> 4	4 <input type="checkbox"/> 4	
5	5 <input type="checkbox"/> 5.50-6.50	E <input type="checkbox"/> 150-200	5 <input type="checkbox"/> 162-321	E <input type="checkbox"/> Public services	5 <input type="checkbox"/> 10-45%	5 <input type="checkbox"/> 5	5 <input type="checkbox"/> 5	
6	6 <input type="checkbox"/> 6.50-7.50	F <input type="checkbox"/> 200-250	6 <input type="checkbox"/> 322-641	F <input type="checkbox"/> Warehouse	6 <input type="checkbox"/> 10-45%	6 <input type="checkbox"/> 6	6 <input type="checkbox"/> 6	
7	7 <input type="checkbox"/> 7.50-8.50	G <input type="checkbox"/> 250-300	7 <input type="checkbox"/> 642-1281	G <input type="checkbox"/> Storage services	7 <input type="checkbox"/> 10-45%	7 <input type="checkbox"/> 7	7 <input type="checkbox"/> 7	
8	8 <input type="checkbox"/> 8.50-9.50	H <input type="checkbox"/> 300-400	8 <input type="checkbox"/> 1282-2561	H <input type="checkbox"/> Touristic	8 <input type="checkbox"/> 10-45%	8 <input type="checkbox"/> 8	8 <input type="checkbox"/> 8	
9	9 <input type="checkbox"/> 9.50-10.50	I <input type="checkbox"/> 400-500	9 <input type="checkbox"/> ≥ 2562	I <input type="checkbox"/> Other	9 <input type="checkbox"/> 10-45%	9 <input type="checkbox"/> 9	9 <input type="checkbox"/> 9	

Property: A  Public B  Private

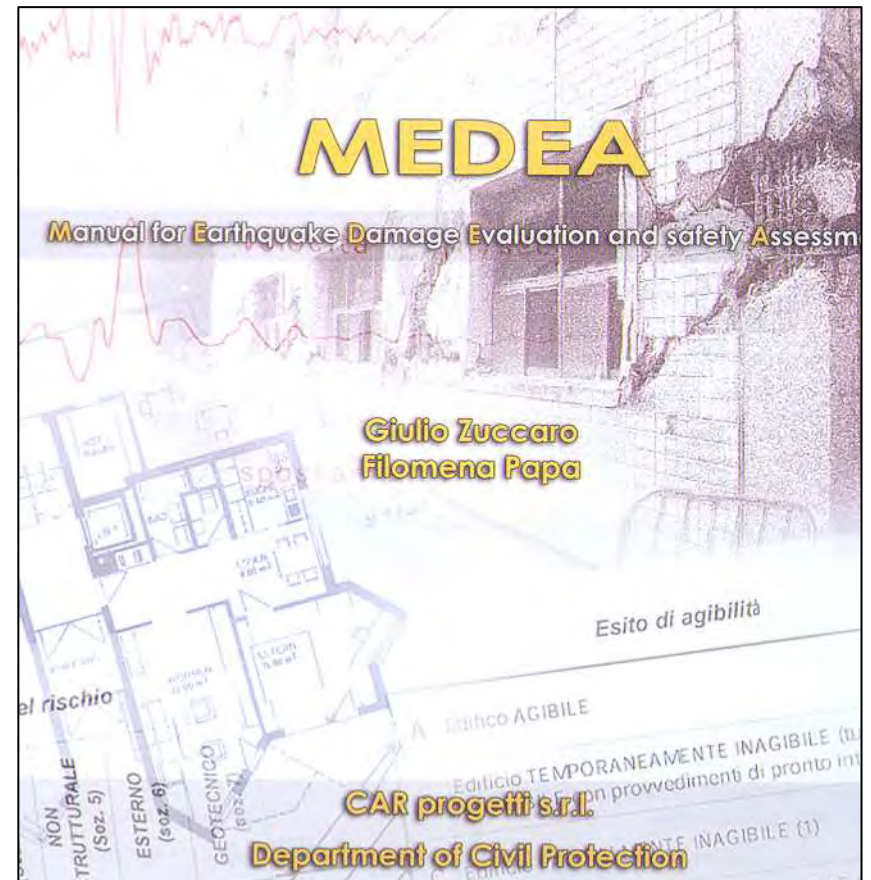
# Planeamento da emergência – inspecções pós sismo

- > Estabelecimento de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos
- > Definição do sismo de referência
- > Fichas para avaliação de danos e da segurança de edifícios correntes AeDES – 2000
- > Manuais



# Planeamento da emergência – inspecções pós sismo

- > Estabelecimento de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos
- > Definição do sismo de referência
- > Fichas para avaliação de danos e da segurança de edifícios correntes AeDES – 2000
- > Manuais
- > Formação de especialistas



# Planeamento da emergência – inspecções pós sismo

- > Estabelecimento de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos
- > Definição do sismo de referência
- > Fichas para avaliação de danos e da segurança de edifícios correntes AeDES – 2000
- > Manuais
- > Formação de especialistas
- > Organização do recrutamento de voluntários



# Planeamento da emergência – inspecções pós sismo

- > Estabelecimento de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos
- > Definição do sismo de referência
- > Fichas para avaliação de danos e da segurança de edifícios correntes AeDES – 2000
- > Manuais
- > Formação de especialistas
- > Organização do recrutamento de voluntários
- > Procedimentos automáticos para armazenar a informação recolhida



Foto: Patrícia Pires ANPC

# Planeamento da emergência – inspecções pós sismo

- > Estabelecimento de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos
- > Definição do sismo de referência
- > Fichas para avaliação de danos e da segurança de edifícios correntes AeDES – 2000
- > Manuais
- > Formação de especialistas
- > Organização do recrutamento de voluntários
- > Procedimentos automáticos para armazenar a informação recolhida
- > Bases de dados para organizar a informação recolhida

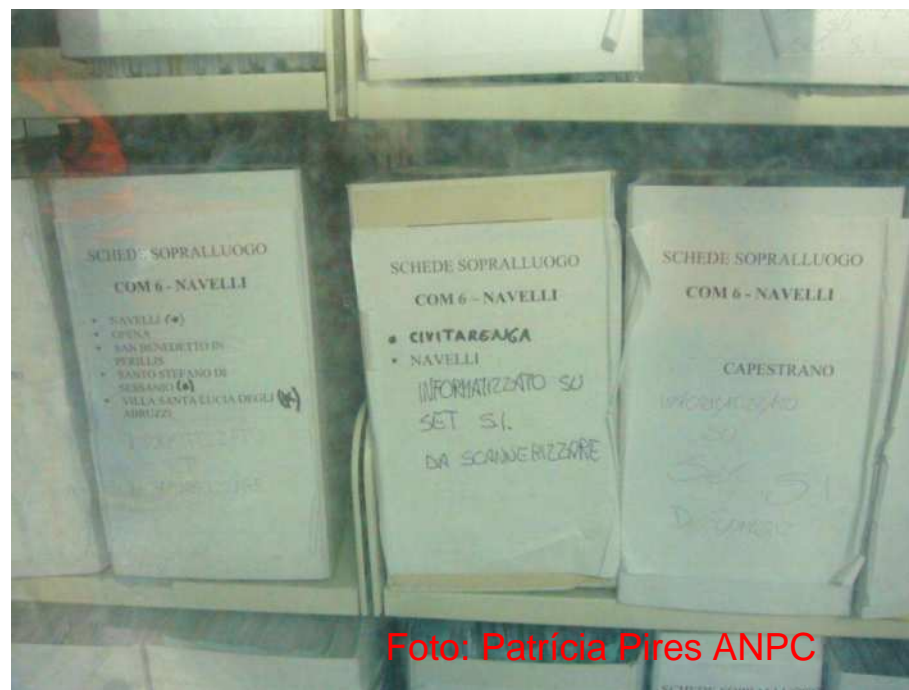
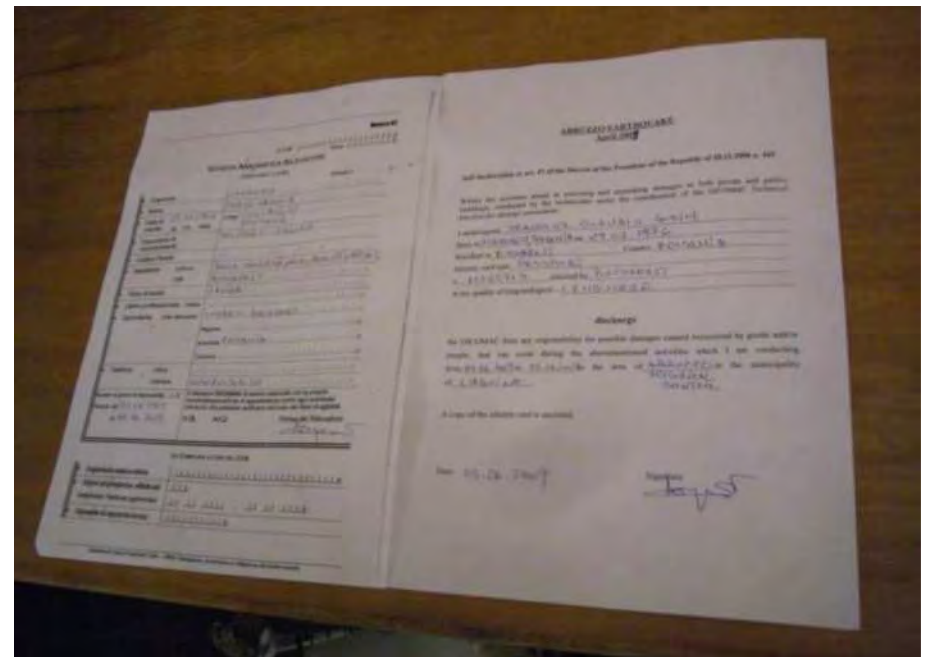


Foto: Patrícia Pires ANPC



# Planeamento da emergência – inspecções pós sismo

- > Estabelecimento de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos
- > Definição do sismo de referência
- > Fichas para avaliação de danos e da segurança de edifícios correntes AeDES – 2000
- > Manuais
- > Formação de especialistas
- > Organização do recrutamento de voluntários
- > Procedimentos automáticos para armazenar a informação recolhida
- > Bases de dados para organizar a informação recolhida
- > Definição da responsabilidades ética e jurídica dos inspectores



# L'Aquila – inspecções pós sismo

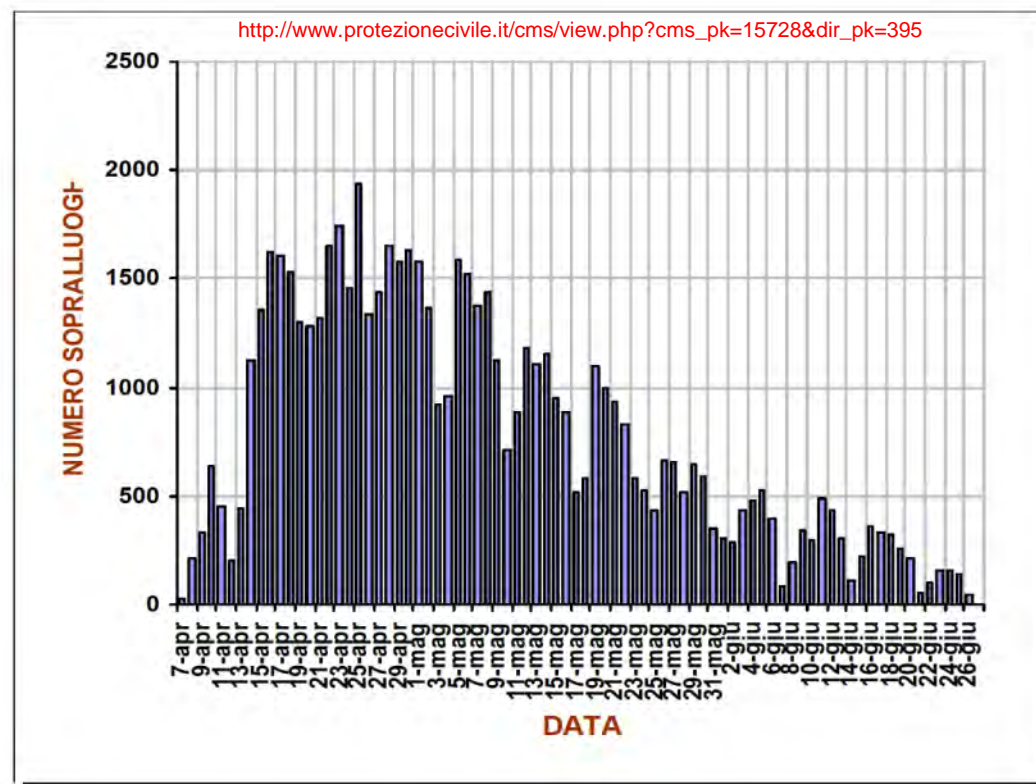
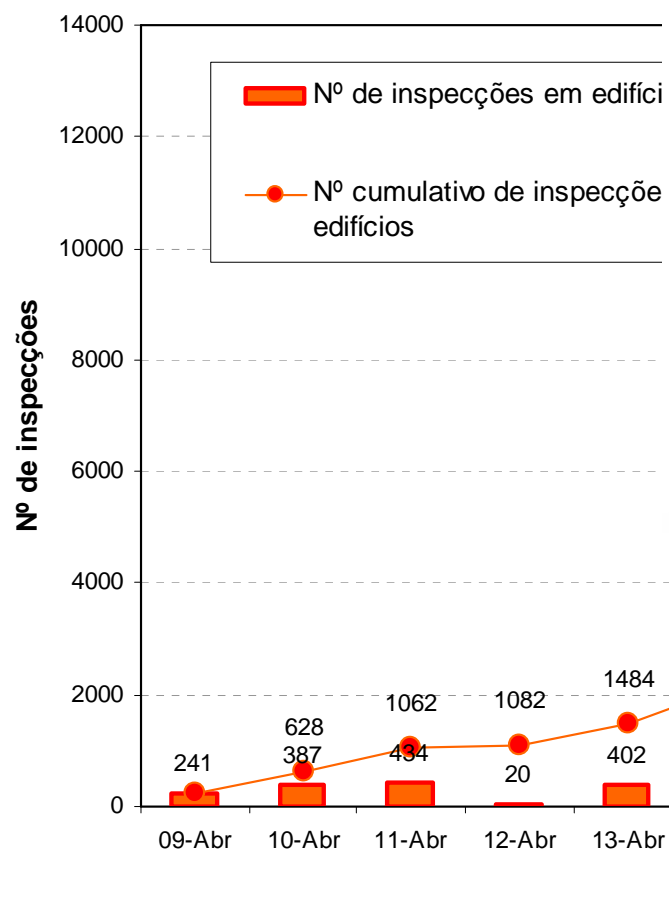
- > Todos os edifícios das «Cratero sismico» foram inspecdonados.

# L'Aquila – inspecções pós sismo

- > Todos os edifícios das «Cratero sismico» foram inspecionados.
- > Prioridades:
  1. Edifícios públicos, hotéis e escolas
  2. Edifícios ligados às actividades produtivas
  3. Edifícios de habitação das regiões menos danificadas
  4. Edifícios de habitação das zonas interditas

# L'Aquila – inspecções pós sismo

- > Equipa = 2 a 3 pessoas
- > Até 1900 inspecções /dia
- > Centenas inspectores /dia



# L'Aquila – inspecções pós sismo

- > Todos os edifícios das «Cratero sismico» foram inspecionados.
- > Prioridades:
  1. Edifícios públicos, hotéis e escolas
  2. Edifícios ligados às actividades produtivas
  3. Edifícios de habitação das regiões menos danificadas
  4. Edifícios de habitação das zonas interditas
- > Gestão das equipas
  1. Técnicos de instituições públicas e universidades (engenheiros, arquitectos, eng. Técnicos) nos 2 primeiros meses
  2. Voluntários – 1 semana
  3. Algumas equipas já vinham formadas e trazia o próprio material utilizado nas inspecções
  4. Formação no local
  5. Município fornecia cartografia

# L'Aquila – inspecções pós sismo

> Distribuição de tarefas às equipas



Cansatessa – 23/04/09



Foto: Patrícia Pires ANPC

L'Aquila – Zona Rossa - 5 /06/09

# L'Aquila – inspecções pós sismo

## > Sectores e cartografia



Foto: Patrícia Pires ANPC

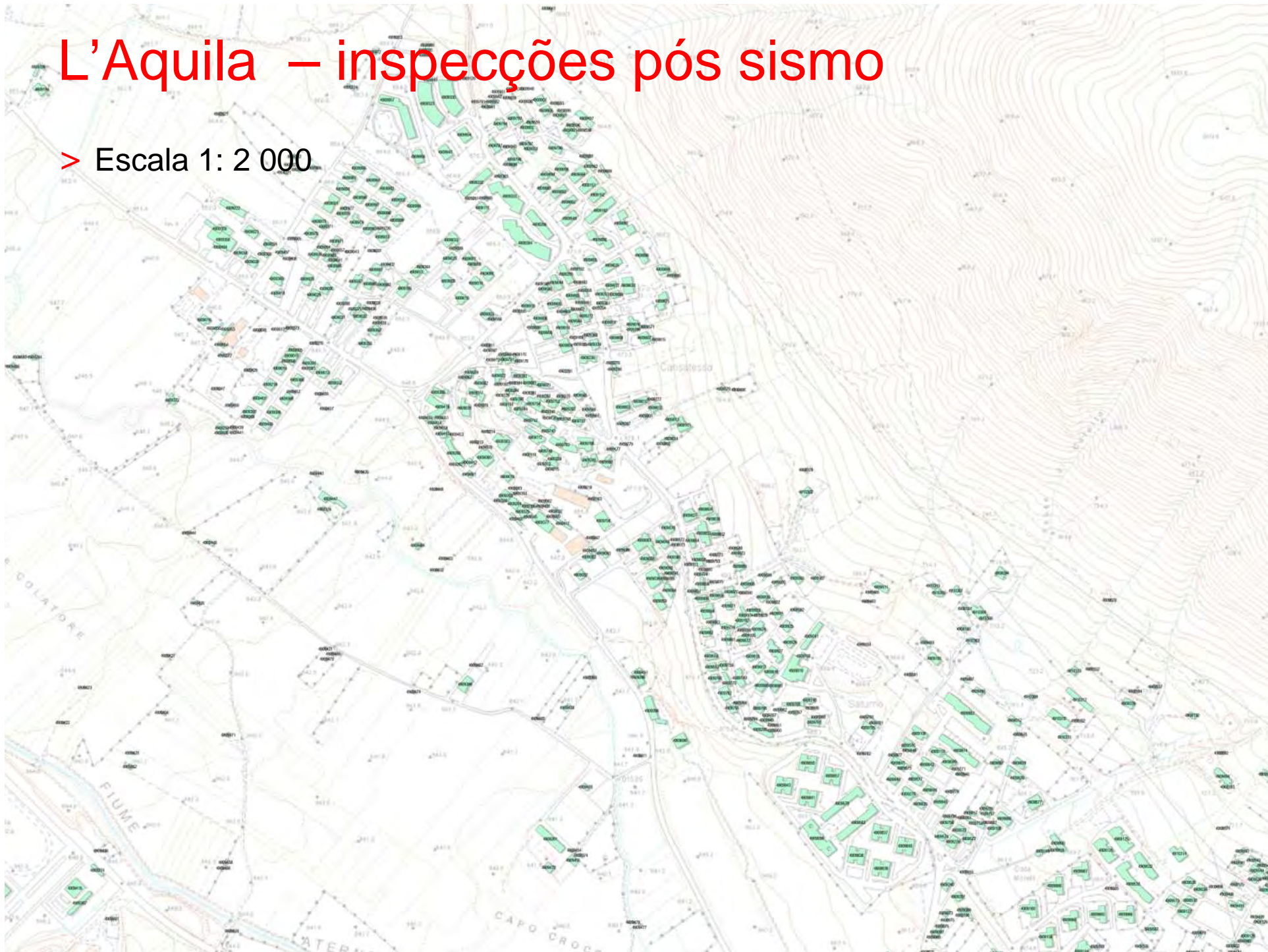
L'Aquila – Zona Rossa - 5 /06/09



Palombaia – 26/04/09

# L'Aquila – inspecções pós sismo

> Escala 1: 2 000





# L'Aquila – inspeções pós sismo



# L'Aquila – inspecções pós sismo

> Proprietários a aguardar e acompanhar as inspecções



Foto: Patrícia Pires ANPC

L'Aquila – Zona Rossa - 5 /06/09

# L'Aquila – inspecções pós sismo

- > Preenchimento de fichas resumo
- > Verificação do preenchimento das fichas



Reiss Romoli – 26/04/09

# L'Aquila – inspecções pós sismo

- > Comunicação ao município
- > Informatização e armazenamento das fichas (equipas de 2 elementos)



Reiss Romoli – /05/09

# L'Aquila – inspecções pós sismo

## > Classificação da usabilidade de edifícios correntes

<b>A – Edifício utilizável</b>	Edifício sem problemas estruturais que pode ser utilizado sem ser efectuada qualquer intervenção, não significando que não tenha sofrido danos. Não é necessária a evacuação
<b>B – Edifício não utilizável, mas utilizável após medidas de intervenção de curto prazo</b>	Edifício não utilizável (totalmente ou parcialmente) mas utilizável após medidas de intervenção de curto prazo que reduzirão o risco para os seus ocupantes para níveis aceitáveis. Estas medidas deverão ser especificadas e o município será notificado. Evacuação é necessária
<b>C – Edifício parcialmente não utilizável</b>	Danos limitados a partes do edifício não constituindo perigo para as partes restantes nem impedindo o seu acesso. Evacuação eventual
<b>D – Edifícios não utilizável temporariamente sendo necessária uma inspecção mais detalhada</b>	O edifício apresenta características específicas que exigem uma inspecção mais detalhada e / ou levada a cabo por outros especialistas. Recomenda-se que esta classificação seja utilizada apenas em casos especiais, pois implica um aumento significativo do esforço de recenseamento. O edifício é classificado como não utilizável até nova inspecção implicando a sua evacuação
<b>E – Edifícios não utilizáveis</b>	Edifício não utilizável devido a danos estruturais, não estruturais ou riscos geotécnicos. Não significa que o edifício não possa ser reparado, mas sim que a intervenção será morosa (tempo e custos) devendo integrar o processo de reconstrução. Evacuação é necessária
<b>F – Edifícios não utilizáveis devido ao risco externo</b>	Edifício não utilizável devido a risco externo severo, sem existir no entanto dano significativo para o próprio edifício. Evacuação é necessária

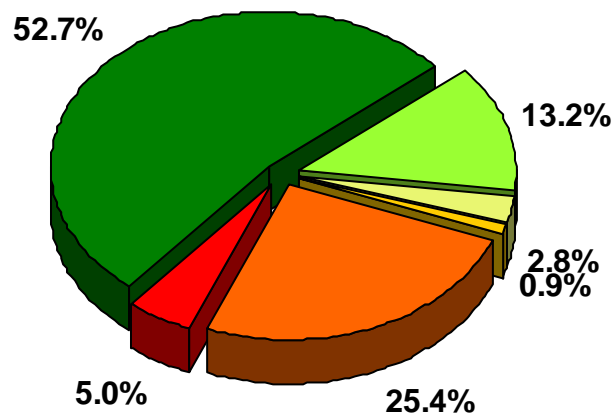


# L'Aquila – inspecções pós sismo

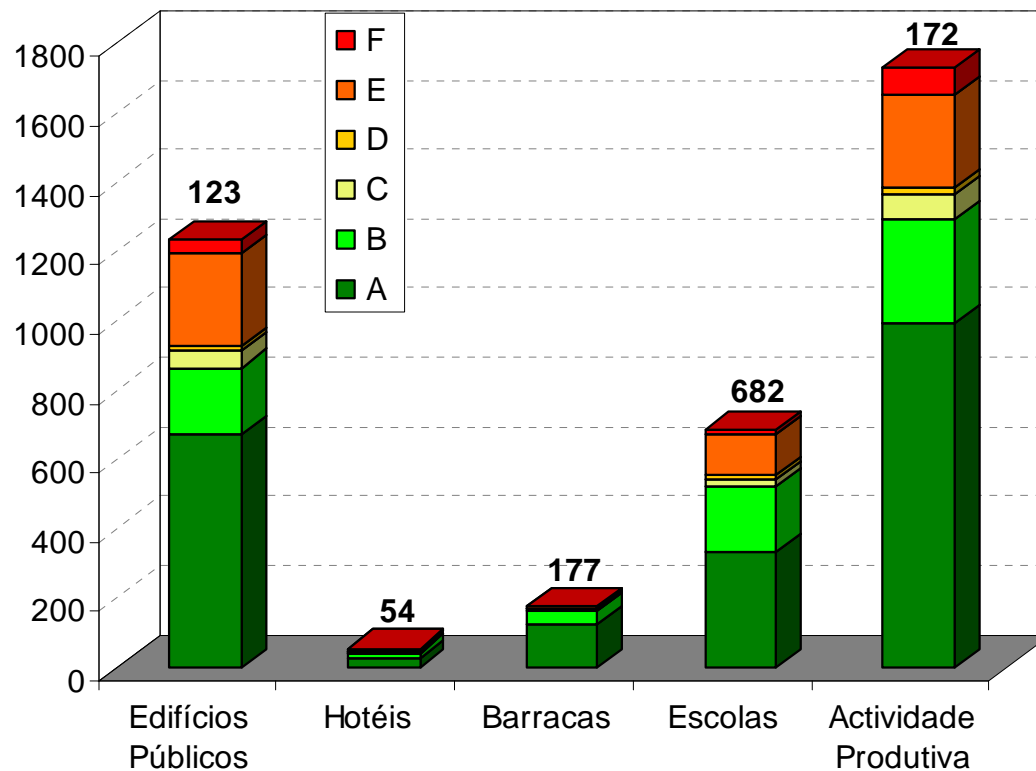
28 de Junho de 2009

## > Edifícios correntes

- A - Utilizável
- B - Utilizável depois de implementadas medidas de intervenção de curto prazo
- C - Parcialmente não utilizável
- D - Não utilizável temporariamente (necessária inspecção mais detalhada)
- E - Não utilizável
- F - Não utilizável devido a risco externo



Edifícios privados = 61 782



# L'Aquila – reconstrução - «Cratero sismico»

A – Edifício utilizável

Pessoas deverão abandonar os abrigos temporários no prazo máximo de 15 dias perdendo o direito ao subsídio de manutenção (max. 400 € /mês + 100 € mês - idoso ou deficiente)

Ordinanza 3778 de 6 de Junho de 2009

«Reconstrução Ligeira» – Contributo para reparação de danos até a um máximo de 10 000 € + 2 500 € partes comuns

***2. Ma se ho la casa agibile  
ed ho paura di rientrare, volete  
obbligarmi a farlo?***





# L'Aquila – reconstrução - «Cratero sismico»

**A – Edifício utilizável**

Pessoas deverão abandonar os abrigos temporários no prazo máximo de 15 dias perdendo o direito ao subsídio de manutenção (max. 400 € /mês + 100 € mês - idoso ou deficiente)

*Ordinanza 3778* de 6 de Junho de 2009

«Reconstrução Ligeira» – Contributo para reparação de danos até a um máximo de 10 000 € + 2 500 € partes comuns

**B – Edifício não utilizável, mas utilizável após medidas de intervenção de curto prazo**

*Ordinanza 3779* - 6 de Junho de 2009

«Reconstrução Ligeira »

**C – Edifício parcialmente não utilizável**

Despesas com as reparações estruturais e não estruturais cobertas a 100% no caso de habitação principal e a 80% no caso de habitação secundária

# L'Aquila – reconstrução - «Cratero sismico»

**A – Edifício utilizável**

Pessoas deverão abandonar os abrigos temporários no prazo máximo de 15 dias perdendo o direito ao subsídio de manutenção (max. 400 € /mês + 100 € mês - idoso ou deficiente)

*Ordinanza 3778* de 6 de Junho de 2009

«Reconstrução Ligeira» – Contributo para reparação de danos até a um máximo de 10 000 € + 2 500 € partes comuns

**B – Edifício não utilizável, mas utilizável após medidas de intervenção de curto prazo**

*Ordinanza 3779* - 6 de Junho de 2009

«Reconstrução Ligeira »

Despesas com as reparações estruturais e não estruturais cobertas a 100% no caso de habitação principal e a 80% no caso de habitação secundária

**C – Edifício parcialmente não utilizável**

**D – Edifícios não utilizável temporariamente sendo necessária uma inspecção mais detalhada**

**E – Edifícios não utilizáveis**

«Reconstrução pesada»

Município de L'Aquila – Projecto C.A.S.E  
Complessi Antisimici Sc

**F – Edifícios não utilizáveis devido ao risco externo**

Outros 48 municípios –  
Moduli abitativi provviso



# L'Aquila – reconstrução - «Cratero sismico»

**A – Edifício utilizável**

Pessoas deverão abandonar os abrigos temporários no prazo máximo de 15 dias perdendo o direito ao subsídio de manutenção (max. 400 € /mês + 100 € mês - idoso ou deficiente)

*Ordinanza 3778* de 6 de Junho de 2009

«Reconstrução Ligeira» – Contributo para reparação de danos até a um máximo de 10 000 € + 2 500 € partes comuns

**B – Edifício não utilizável, mas utilizável após medidas de intervenção de curto prazo**

*Ordinanza 3779* - 6 de Junho de 2009

«Reconstrução Ligeira »

Despesas com as reparações estruturais e não estruturais cobertas a 100% no caso de habitação principal e a 80% no caso de habitação secundária

**C – Edifício parcialmente não utilizável**

**D – Edifícios não utilizável temporariamente sendo necessária uma inspecção mais detalhada**

**E – Edifícios não utilizáveis**

«Reconstrução pesada»  
Município de L'Aquila  
– Projecto C.A.S.E  
Complessi Antisimici S

**F – Edifícios não utilizáveis devido ao risco externo**

Outros 48 municípios -  
Moduli abitativi provis





LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# Os Efeitos do Sismo

Perdas

# Efeitos do sismo – perdas humanas

> mortos por localidade

> perdas humanas



[EERI, 2009]:

- 306 mortos
  - ✓ 176 mulheres + 120 homens
  - ✓ 22 crianças
- Número reduzido de mortos face ao nº de colapsos [Ferreira & Oliveira, 2009]:
  - ✓ sismos premonitores
  - ✓ pânico gerado pela “previsão sísmica”
  - ✓ região de L’Aquila – 2ª habitação
- 1 500 feridos (10% graves)

# Efeitos do sismo – perdas humanas

Localidade	População (2001 Censos)	Nº de mortos	% de mortos na população	Tipo pp de edifícios colapsados originando mortos
L'Aquila	68 500	203	0,3%	> pórtico BA dos anos 70 com 7-8 pisos > Edifícios de alvenaria de 2 pisos
Onna	350	33	9,4%	Edifícios de 1 e 2 pisos de alvenaria com pouca evidência de tirantes de ligação
Paganica	661	4	0,6%	Edifícios de 1 e 2 pisos de alvenaria de pedra e ligante pobre
Poggio Pienze	1 011	5	0,5%	Edifícios de 1 e 2 pisos de alvenaria de pedra e ligante pobre
Fossa	661	4	0,6%	Edifícios de 1 e 2 pisos de alvenaria de pedra com colapso de pavimentos
<b>TOTAL</b>	<b>71 183</b>	<b>249</b>	<b>0,4%</b>	<b>Edifícios de alvenaria pobre em mau estado de conservação</b>

# Efeitos do sismo – perdas recheios edifícios

- > Estimativas mundiais das perdas nos recheios e materiais:
  - 10% do valor total dos respectivos danos médios
  - cerca de metade dos seus danos estruturais



# Efeitos do sismo – medidas de autoprotecção

## > Ensinamentos





# Efeitos do sismo – medidas de autoprotecção

## > Ensinamentos



Os sismos podem ocorrer a todo o momento e sem qualquer aviso. Reduzir os perigos e saber como agir pode marcar uma grande diferença.

### Telefones úteis:

N.º de Emergência	SMPC	PSP/GNR	Bombeiros
<b>112</b>			

Para mais informações consulte a internet em: [www.snpc.pt](http://www.snpc.pt)



MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO INTERNA  
SERVIÇO NACIONAL DE PROTECÇÃO CIVIL

Avenida do Forte em Carnaxide - 2799-512 CARNAXIDE  
Telefone: 21 424 7100 - Fax: 21 424 7180  
e-mail: [snpcpor@snpc.pt](mailto:snpcpor@snpc.pt)

▶ medidas de  
autoprotecção  
em caso de **sismo**



medidas de autoprotecção

**lembre-se, a protecção começa em si**





LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# Ensina**mentos** para Portugal

# Avaliação de Danos Pós-sismo

## > Ensinaamentos para Portugal

- Estabelecimento e operacionalização de procedimentos para a avaliação e recenseamento de danos pós-sismo, começando por:
  - o *Formação de técnicos*
  - o *Organização de bolsas de voluntários*
  - o *Desenvolvimentos de fichas e manuais*
  - o *Gestão com recurso a ferramentas informáticas da informação recolhida.*



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# Informações sobre o sismo de L'Aquila

# Informações sobre o sismo

- Protecção Civil Italiana – Notícias, estatísticas, documentos, imagens, newsletters, reconstrução:  
<http://www.protezionecivile.it> ; [http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir\\_pk=52&cmspk=15391](http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=52&cmspk=15391)
- Registos da sequencia do sismo de L'Aquila na Rete Accelerometrica Nazionale (RAN)  
[http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir\\_pk=52&cms\\_pk=15425](http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=52&cms_pk=15425)
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - registos INGV  
<http://www.mi.ingv.it/> ; <http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet/>
- Sismicidade  
<http://portale.ingv.it/primo-piano/archivio-primo-piano/notizie-2009/terremoto-6-aprile/>
- Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica (RELUIS) – relatórios sobre o sismo  
<http://www.reluis.it/>
- USGS – PAGER, shakemaps, exposição, população  
<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/pager/events/us/2009fdbi/>
- Earthquake Engineering Field Investigation Team (EEFIT)  
<http://www.istructe.org/eefit/>
- Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER)  
<http://mceer.buffalo.edu/>
- Geoenineering Extreme Events Reconaissance (GEER)  
[http://research.eerc.berkeley.edu/projects/GEER/Post\\_EQ\\_Reports.html](http://research.eerc.berkeley.edu/projects/GEER/Post_EQ_Reports.html)
- Manual para avaliação de danos, segurança e implementação de medidas de curto prazo (AeDES)  
<http://elsa.jrc.ec.europa.eu/publications/JRC37914.pdf>
- Regulamentos italianos para cálculo estrutural  
<http://www.ingegneriasoft.com/normativa-tecnica-ingegneria-civile.htm>
- Lista, publicada no Jornal El Centro, com nome e memória das vítimas  
[http://racconta.kataweb.it/terremotoabruzzo/index.php?sorting=morto\\_frazione,morto\\_comune,cognome&cerca=cerca](http://racconta.kataweb.it/terremotoabruzzo/index.php?sorting=morto_frazione,morto_comune,cognome&cerca=cerca)
- Planeamento de emergência, Alexander, 2009  
<http://emergency-planning.blogspot.com/>
- virtual disaster viewer – imagens georeferenciadas apresentadas em conjunto com imagens de satellite pré e pos-sismo  
<http://128.205.141.22/vdv/index.php?selectedEventId=2>

Relatórios de reconhecimento pós-sismo

[http://www-ext.Inec.pt/LNEC/sismo\\_laquila](http://www-ext.Inec.pt/LNEC/sismo_laquila)



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# O Comportamento dos Edifícios de Alvenaria

# Comportamento de Edifícios de Alvenaria



L'Aquila, 2009-05-22



# Tipos de alvenaria



Paganica, 2009-05-23

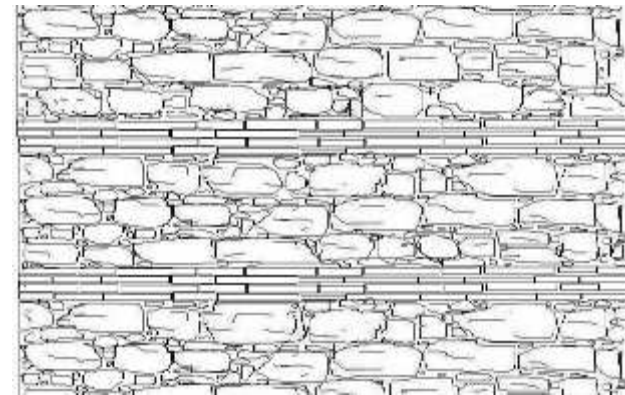


AeDES

# Tipos de alvenaria



Paganica, 2009-05-23

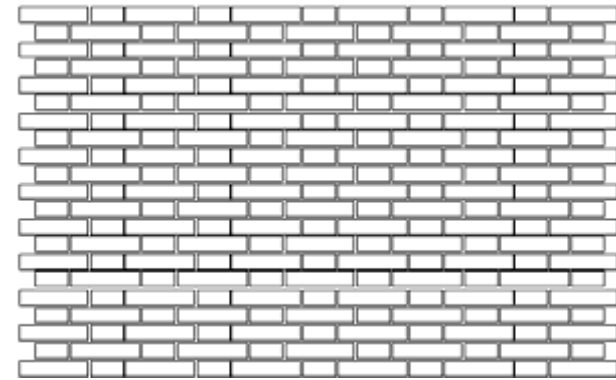


AeDES

# Tipos de alvenaria



Onna, 2009-05-23



AeDES



# Tipos de alvenaria

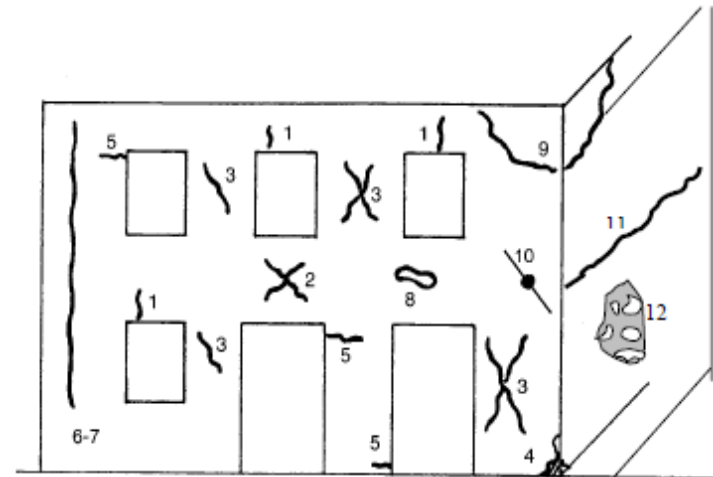


Paganica, 2009-05-23



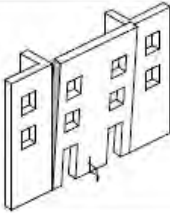
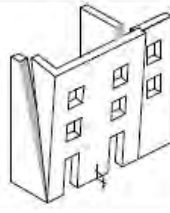
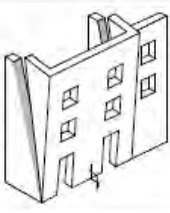
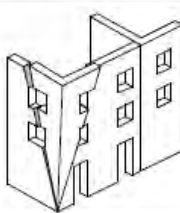
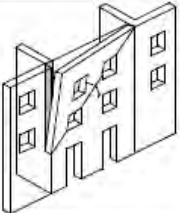
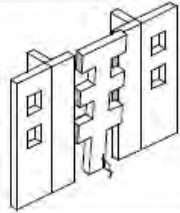
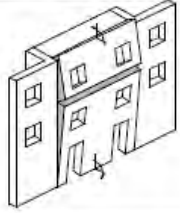

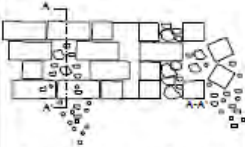
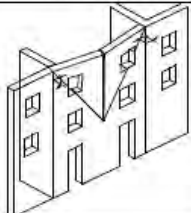
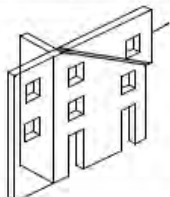
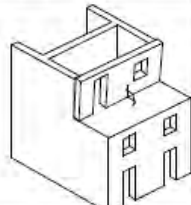
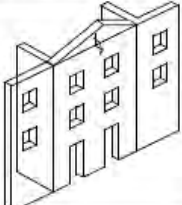
# Tipificação da fendilhação em edifícios de alvenaria

- > 1 – Fendas quase verticais nos lintéis
- > 2 – Fendas diagonais nos lintéis
- > 3 – Fendas diagonais nos nembos
- > 4 – Esmagamento local da alvenaria
- > 5 – Fendas quase horizontais no topo e/ou na base dos nembos
- > 6 – Fendas quase verticais nas intersecções entre paredes
- > 7 – Idêntico ao anterior mas com fendilhação em toda a espessura
- > 8 – Projecção de material devido ao “batimento” das vigas de pavimento nas paredes
- > 9 – Formação de uma cunha na intersecção entre paredes
- > 10 – Rotura de tirantes ou deslizamento das amarrações
- > 11 – Fendas horizontais ao nível dos pisos ou do sótão
- > 12 – Separação de um dos panos numa alvenaria de dois panos



Adaptado de AeDES

# Mecanismos de colapso

A	B1	B2	C	D	E	F
VERTICAL OVERTURNING	OVERTURNING WITH 1 SIDE WING	OVERTURNING WITH 2 SIDE WINGS	CORNER FAILURE	PARTIAL OVERTURNING	VERTICAL STRIP OVERTURNING	VERTICAL ARCH
						
			FURTHER PARTIAL FAILURES		ASSOCIATED FAILURES	
G	H	I	L	ROOF/FLOORS COLLAPSE	MASONRY FAILURE	
HORIZONTAL ARCH	IN PLANE FAILURE	VERTICAL ADDITION	GABLE OVERTURNING			Insufficient cohesion in the fabric
						

D. D'Ayala, E. Speranza, "An integrated procedure for the assessment of seismic vulnerability of historic buildings", Paper 561, 12<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering (12ECEE), 2002

# Resposta das paredes para fora do plano e no plano



Paganica, 2009-05-23

# Colapso de paredes para o exterior



Onna, 2009-05-23



# Fendilhação nas paredes



L'Aquila, 2009-05-22



L'Aquila, 2009-05-22

# Danos na ligação entre edifícios



L'Aquila, 2009-05-22

# Utilização de tirantes metálicos

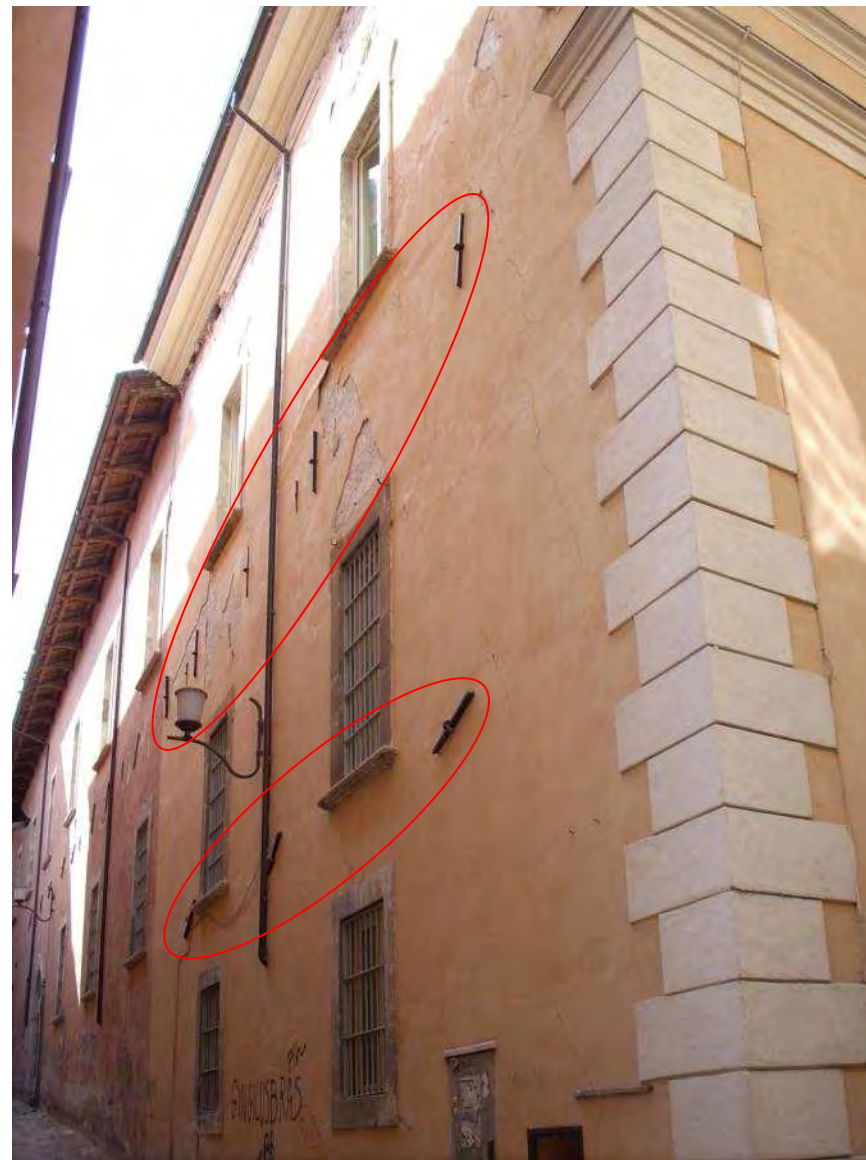


L'Aquila, 2009-05-22

# Utilização de tirantes metálicos



L'Aquila, 2009-05-22



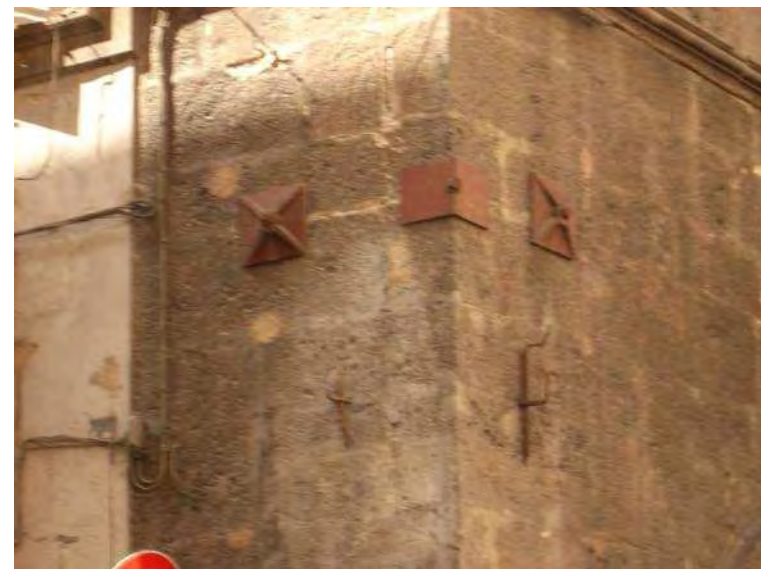
L'Aquila, 2009-05-22

# Utilização de tirantes metálicos

Onna, 2009-05-23



Coppito, 2009-05-22



L'Aquila, 2009-05-22

# Utilização de tirantes metálicos



Onna, 2009-05-23



Onna, 2009-05-23

# Danos nas paredes junto à cobertura



Coppito, 2009-05-22

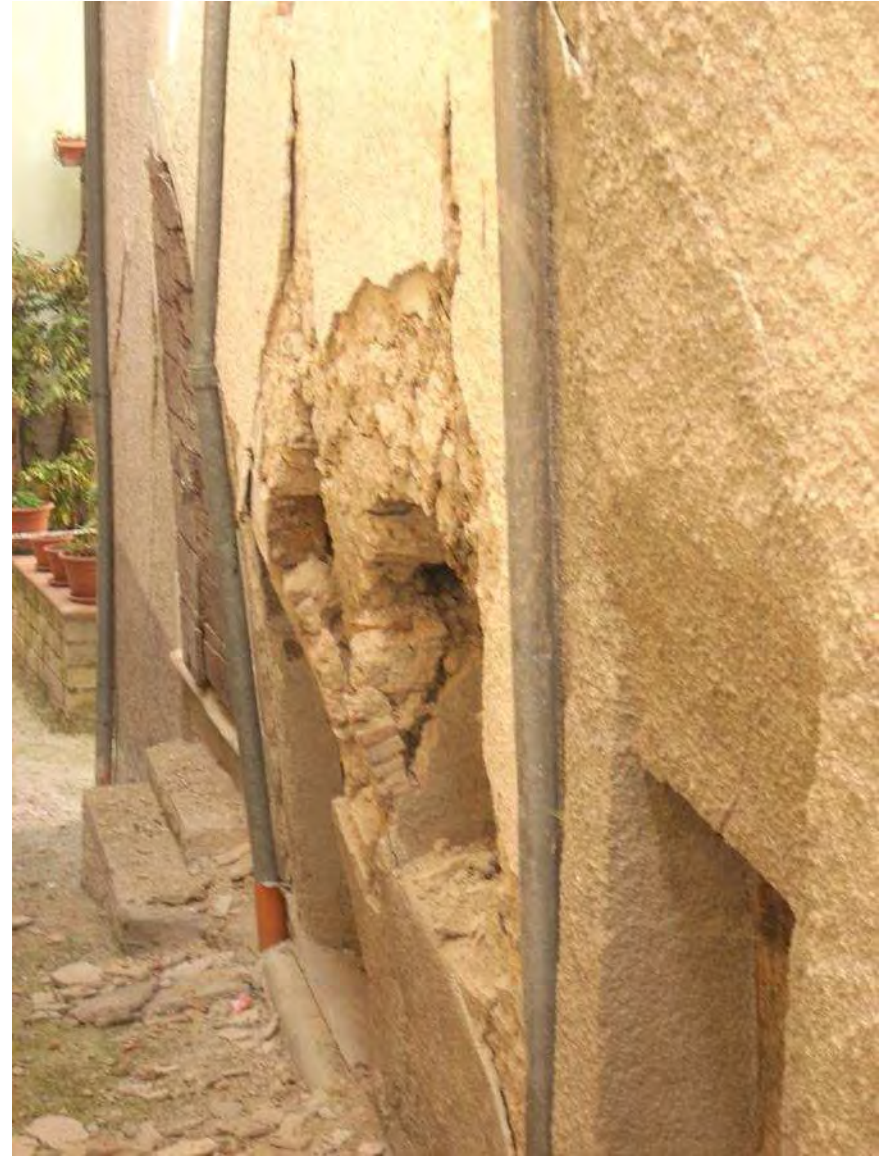


Paganica, 2009-05-23

# Falta de coesão da alvenaria



L'Aquila, 2009-05-22



Paganica, 2009-05-23



# Falta de coesão da alvenaria - rebocos



Paganica, 2009-05-23



Paganica, 2009-05-23

# Estruturas em arco de alvenaria



Onna, 2009-05-23

## Danos “não estruturais”



Coppito, 2009-05-22



L'Aquila, 2009-05-22

# Acções de consolidação de edifícios



L'Aquila, 2009-05-22



Paganica, 2009-05-23

# Acções de consolidação de edifícios



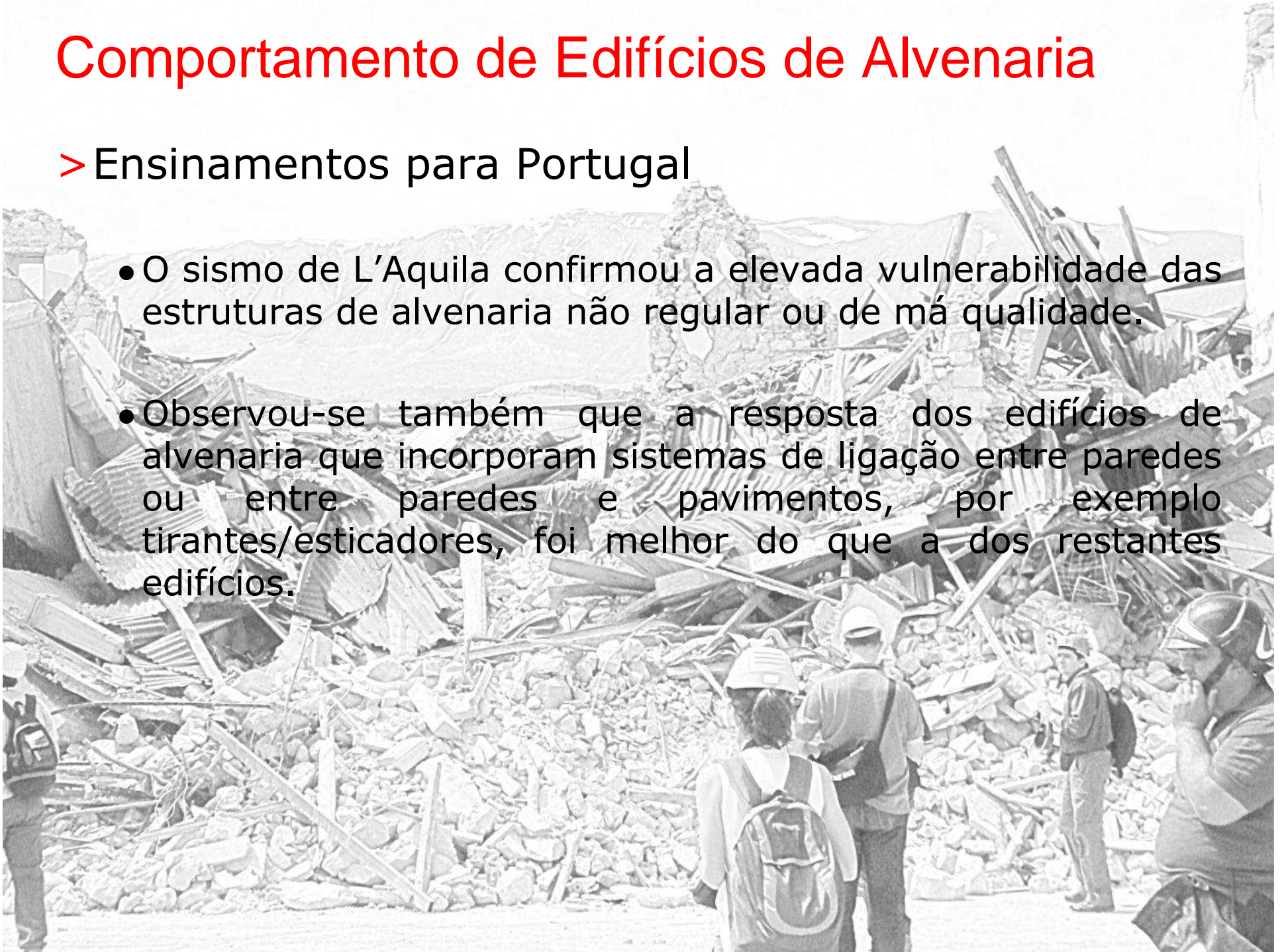
Onna, 2009-05-23



# Comportamento de Edifícios de Alvenaria

## > Ensinaamentos para Portugal

- O sismo de L'Aquila confirmou a elevada vulnerabilidade das estruturas de alvenaria não regular ou de má qualidade.
- Observou-se também que a resposta dos edifícios de alvenaria que incorporam sistemas de ligação entre paredes ou entre paredes e pavimentos, por exemplo tirantes/esticadores, foi melhor do que a dos restantes edifícios.





LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

## Regulamentos Estruturais Italianos

Legge 5 Novembre 1971, n. 1086	"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" REBA+REAE
Legge 2 Febbraio 1974, n. 64	"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" RSCCS
D. M. n°9, Gennaio 1996	"Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" REBAP
C.M. LL.PP. 4 Luglio 1996 n. 156	"Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" RSA
D.M. 16 Gennaio 1996	"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" EC8
C.Min.LL.PP. 10 Aprile 1997, n° 65	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" EC8
D.P.R. 6 Giugno 2001, n° 380	"Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
Ordinanza 3274, 20 Marzo 2003	"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
EC8 - Draft: January 2003	"Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings"
Min. I.T n°25, 30 Marzo 2005	"Norme Tecniche per le Costruzioni"
NTC2008 - D.M. 14 Gennaio 2008	"Norme Tecniche per le Costruzioni"



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Edifícios de betão armado anteriores a 1980



Edifício nos Arredores de L'Aquila (Anos 60)  
(Fonte: Google Street View)



Casa dello Studente, L'Aquila (1974)  
(Fonte: Google Street View)

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Edifícios de betão armado posteriores a 1980



Edifício nos Arredores de L'Aquila (1995)



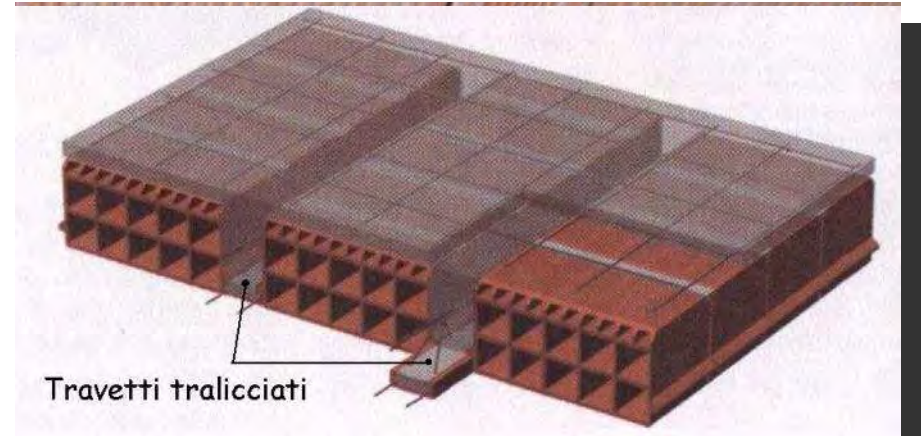
Edifício nos arredores de L'Aquila  
(em construção)

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

## > Métodos construtivos



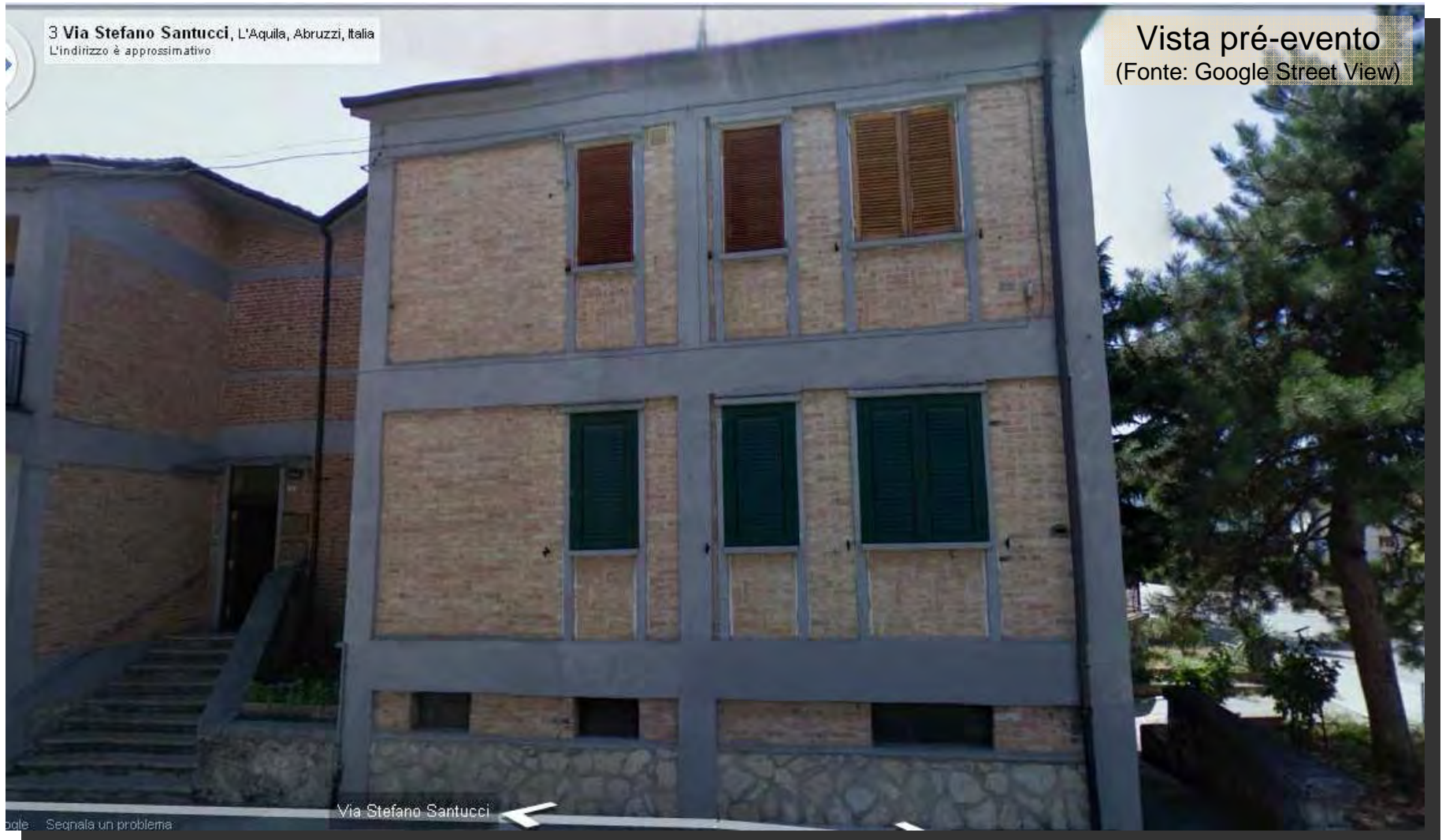
Edifício em construção nos arredores de L'Aquila, 2009-05-23



Pavimento com vigotas pré-fabricadas e abobadilhas

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo A - *Via Stefano Santucci*, L'Aquila (anos 60)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo A - *Via Stefano Santucci, L'Aquila* (anos 60)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo A - *Via Stefano Santucci, L'Aquila* (anos 60)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo A - *Via Stefano Santucci, L'Aquila* (anos 60)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo A - *Via Stefano Santucci, L'Aquila* (anos 60)





# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Projecto *SPEAR* – Edifícios típicos dos anos 70 (Sul da Europa)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Problemas de pormenorização típicos



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Problemas de pormenorização típicos



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo B - *Casa dello Studente*, L'Aquila (1974)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo B - *Casa dello Studente*, L'Aquila (1974)



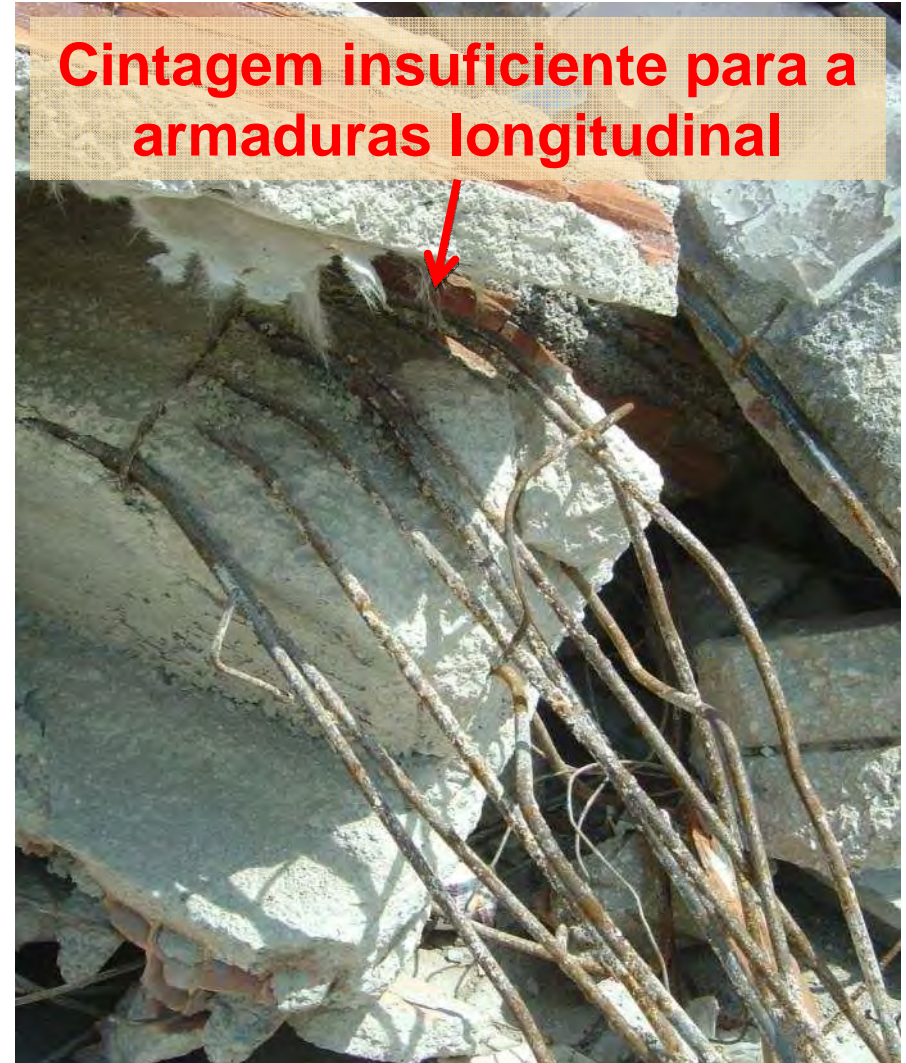
# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo B - *Casa dello Studente*, L'Aquila (1974)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo B - *Casa dello Studente*, L'Aquila (1974)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo C - *Via Amiternum, L'Aquila* (1995)



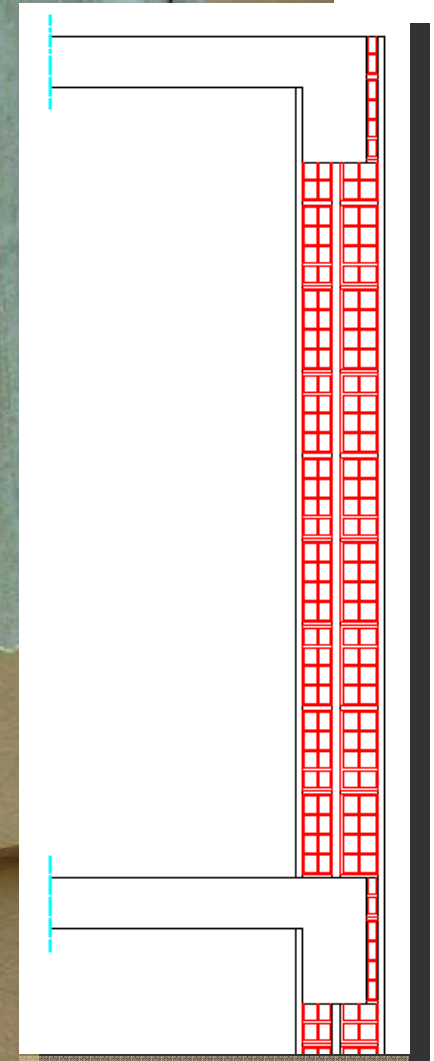


# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo C - *Via Amiternum, L'Aquila* (1995)



**Pano exterior parcialmente em balanço para evitar pontes térmicas**



(Fonte: Ensaio U.M. & LNEC)

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Danos em painéis de alvenaria de enchimento



**Situação recorrente: pano exterior projectado para o exterior (1º, 2º piso e até em pisos superiores)**

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Danos em painéis de alvenaria de enchimento



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

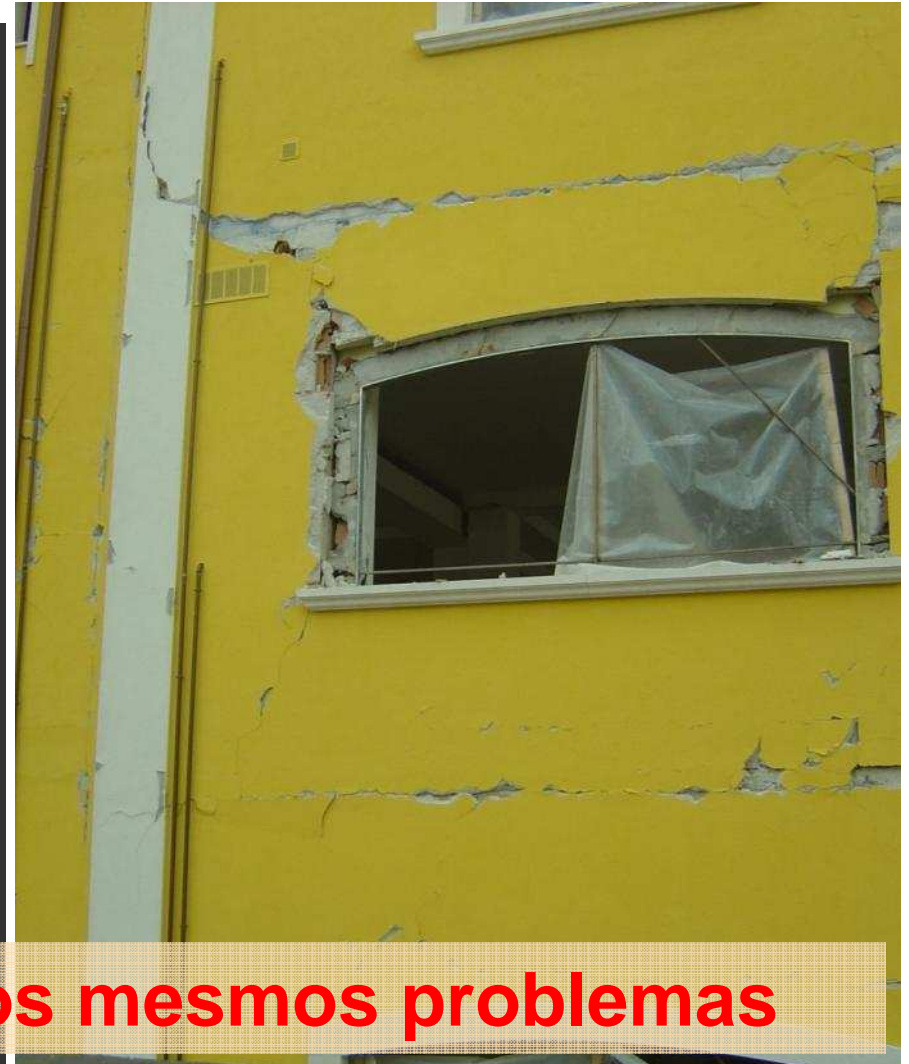
> Danos nos painéis de alvenaria de enchimento



**Evidente falta de ligação das alvenarias de enchimento entre si e com os elementos estruturais**

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

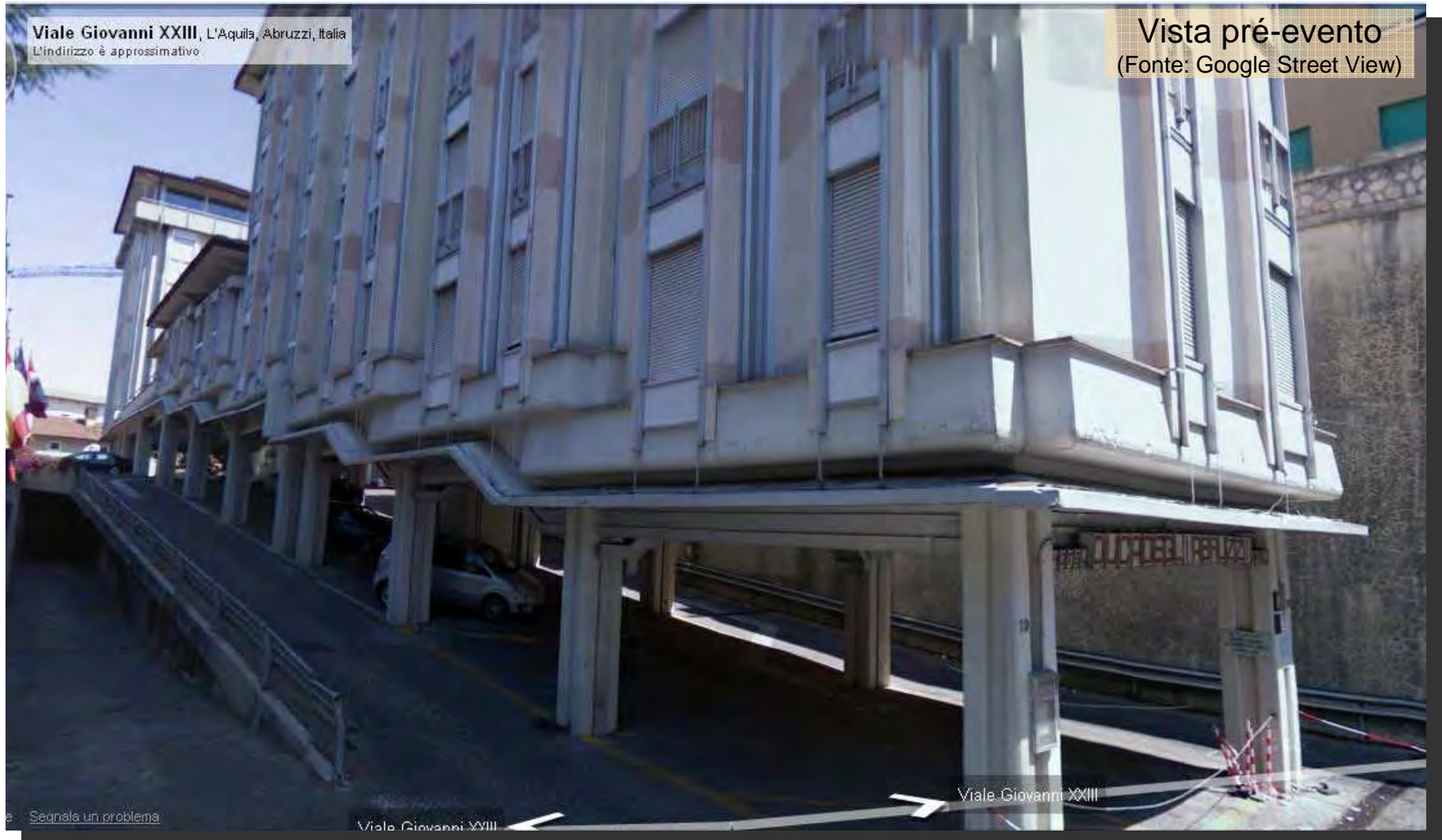
> Danos nos painéis de alvenaria de enchimento



**Edifícios novos com os mesmos problemas**

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – *Hotel Duca degli Abruzzi*, L'Aquila (Anos 70)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – *Hotel Duca degli Abruzzi*, L'Aquila (Anos 70)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – *Hotel Duca degli Abruzzi, L'Aquila (Anos 70)*





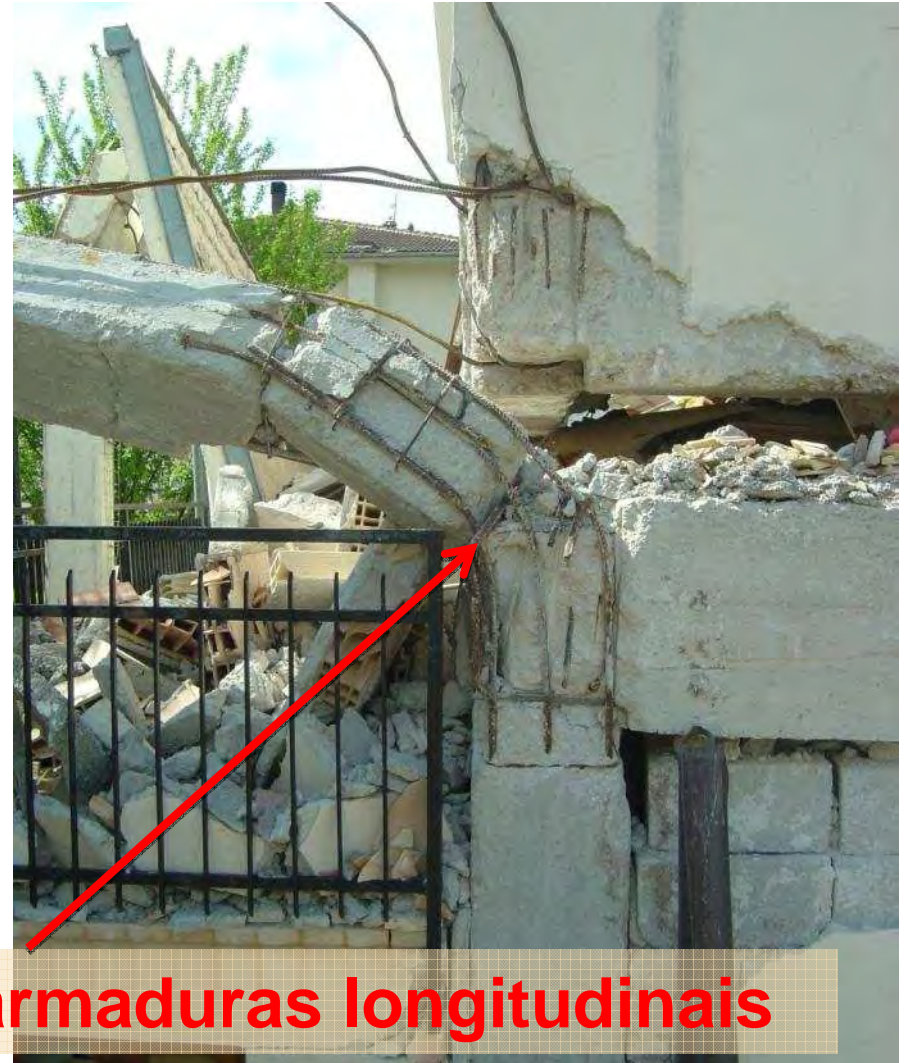
# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, *Via Pianola-Bagno, Pianola (Anos 80?)*



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, *Via Pianola-Bagno, Pianola (Anos 80?)*



**Falta de cintagem das armaduras longitudinais**

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, *Via Pianola-Bagno, Pianola (Anos 80?)*

**Falta de cintagem das armaduras longitudinais  
Grande facilidade na separação do elemento de BA**



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, *Via Pianola-Bagno, Pianola (Anos 80?)*



**Rotura no troço superior dos pilares do 1º piso**

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, *Via Dante Alighieri, Pettino* (Anos 80)



Vista pré-evento  
(Fonte: Google Street View)



Vista pós-evento  
(Foto: Bursi, Dusatti, Pucinotti)

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, *Via Dante Alighieri, Pettino* (Anos 80)



**Piso mais flexível com grande número de aberturas  
(garagens e entradas para os edifícios)**

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, *Via Dante Alighieri, Pettino* (Anos 80)



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, junto à *Via Francesco de Marchi, L'Aquila*





# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, junto à *Via Francesco de Marchi, L'Aquila*



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Caso de Estudo – Piso Flexível, junto à *Via Francesco de Marchi, L'Aquila*

Posterior rotura por flexão nas vigas que ligam os dois corpos



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Edifício de BA pré-fabricado – Arredores de *L'Aquila*

(Fonte: MIC Assessment Mission, Foto: F. Taucer)



(Fonte: MIC Assessment Mission, Foto: F. Taucer)



**De uma forma geral, observou-se uma boa resposta dos elementos estruturais principais**

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Edifício de BA pré-fabricado – Junto à SS80, L'Aquila



**Desprendimento dos painéis de revestimento**

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Edifício de BA pré-fabricado – Arredores de *Monticchio*

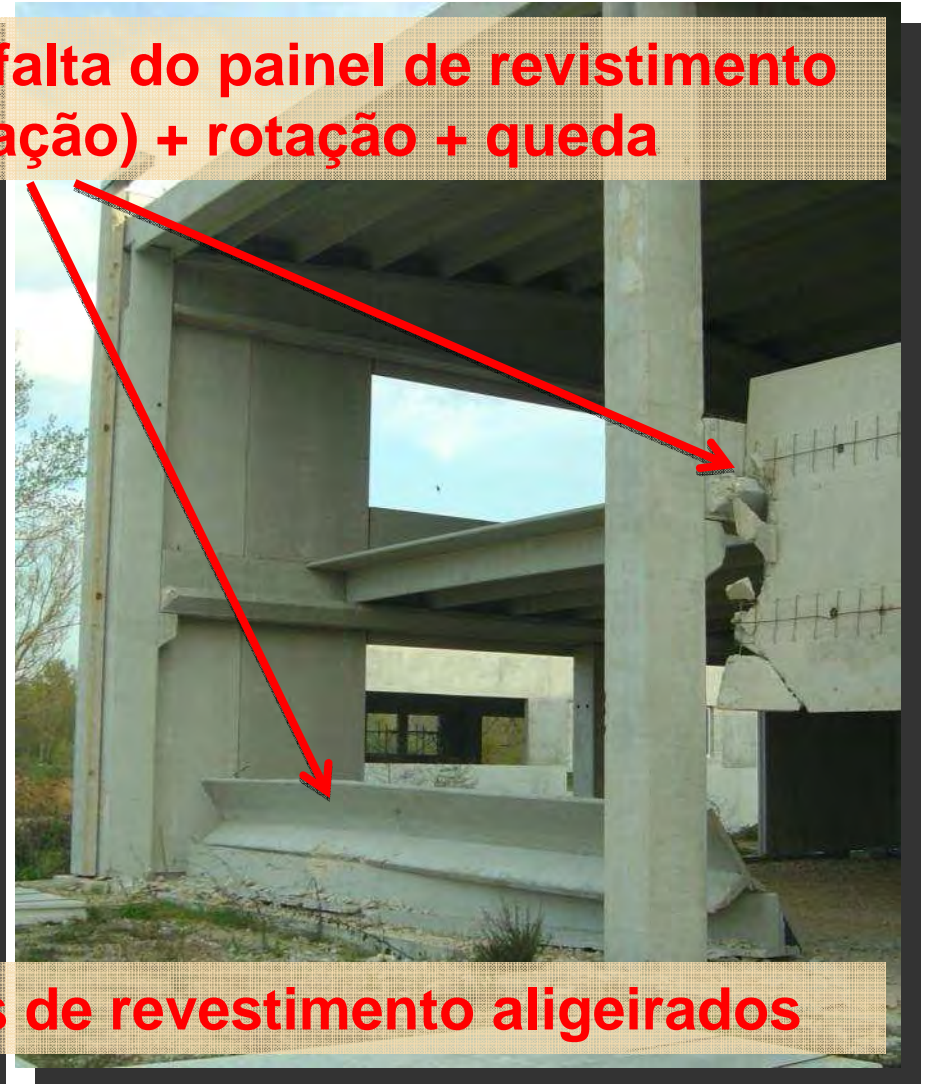
**Queda dos painéis de revestimento e de alguns painéis de laje tipo TT (edifício em construção)**



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Edifício de BA pré-fabricado – Arredores de *Monticchio*

**Perda de apoio do T exterior (falta do painel de revestimento ou da finalização da ligação) + rotação + queda**



**Queda e colapso dos painéis de revestimento aligeirados**

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

> Edifícios de BA pré-fabricado – Arredores de *L'Aquila*

**Sistema estrutural apresenta um bom comportamento  
Painéis de revestimento colapsados**



**Ligações incapazes de absorver  
os deslocamentos/forças  
impostas pelo sismo**

(Foto: G. Toniolo)



(Foto: G. Toniolo)

# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

## > Ensinamentos para Portugal

- Edifícios de BA anteriores à entrada em vigor da regulamentação sísmica moderna apresentam grande vulnerabilidade face aos sismos, devido a:

o Ausência de dimensionamento sísmico específico

o Qualidade e estado de conservação dos materiais (betão e aço)

**Conclusão:**  
**O Sismo de L'Aquila confirmou a elevada vulnerabilidade dos edifícios de BA anteriores à regulamentação sísmica moderna**

o Má qualidade de execução

- Insuficiência de estribos e cintas (afastamentos superiores a 30 cm)
- Estribos e cintas a fecharem em ângulos de 90° em vez dos 135° aconselháveis
- Falta de cintagem nos nós viga-pilar
- Amarração das armaduras insuficiente



# O Comportamento dos Edifícios de Betão Armado

## > Ensinamentos para Portugal (cont.)

- A maioria dos edifícios de BA recentes não apresentou danos estruturais elevados, no entanto, apresentaram danos não estruturais muito significativos, pondo em risco a segurança das pessoas e dando origem a avultadas perdas económicas. As principais causas identificadas foram:

*o Falta de ligação dos painéis de alvenaria de enchimento entre si e aos*

✓ **Elementos estruturais principais**

X **Elementos secundários/enchimento**

- Edifícios pré-fabricados

*o De uma forma geral, estas estruturas apresentaram um bom comportamento da estrutura principal*

*o Os painéis de revestimento exteriores apresentaram um comportamento frágil tendo sido possível observar vários casos de colapso dos painéis*



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# INSPECCÕES PÓS-SISMO A EDIFÍCIOS CORRENTES

# A Avaliação de Danos de Edifícios Correntes

> Ficha de avaliação AeDES de Nível 1 (05/2000)

Province: \_\_\_\_\_ Municipality: \_\_\_\_\_ Team: \_\_\_\_\_ Form No: \_\_\_\_\_ Site: \_\_\_\_\_

**SECTION 8 Usability assessment**

Risk evaluation Usability Classification

**SECTION 3 Building Typology** (multiple answer; for masonry buildings indicate max 2 combinations of vertical and horizontal structures)

Masonry buildings: \_\_\_\_\_ Other structures: \_\_\_\_\_

R.c. frames: \_\_\_\_\_

Irregular Regular

A B

1° LEVEL FORM FOR POST-EARTHQUAKE DAMAGE AND USABILITY ASSESSMENT AND EMERGENCY COUNTERMEASURES IN RESIDENTIAL BUILDINGS (AeDES 05/2000)

**SECTION 1 Building identification**

Province: \_\_\_\_\_ Municipality: \_\_\_\_\_ Locality: \_\_\_\_\_ Address: \_\_\_\_\_

1  Street  
2  Road  
3  Alley  
4  Square  
5  Other

Building identification or owner's name: \_\_\_\_\_

Photology of the structural aggregate with building indication

**SECTION 2 Building description**

Morphical data		Age		Use		100 No of 1. damaged
Total number of stories	Average storey height [m]	Construction and renovation [Ann. 2]	Use	No. of units in use	Utilization	
1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/>	1 <input type="radio"/> ≤ 2.50 2 <input type="radio"/> 2.50+3.50 3 <input type="radio"/> 3.50+5.0 4 <input type="radio"/> > 5.0	A <input type="radio"/> ≤ 50 B <input type="radio"/> 50 + 70 C <input type="radio"/> 70 + 100 D <input type="radio"/> 100 + 130 E <input type="radio"/> 130 + 170 F <input type="radio"/> 170 + 220 G <input type="radio"/> 220 + 300 H <input type="radio"/> 300 + 400	1 <input type="radio"/> ≤ 1919 2 <input type="radio"/> 19 + 45 3 <input type="radio"/> 46 + 61 4 <input type="radio"/> 62 + 71 5 <input type="radio"/> 72 + 81 6 <input type="radio"/> 82 + 91 7 <input type="radio"/> 92 + 01 8 <input type="radio"/> ≥ 2002	A <input type="radio"/> Residential B <input type="radio"/> Production C <input type="radio"/> Business D <input type="radio"/> Offices E <input type="radio"/> Public services F <input type="radio"/> Warehouse G <input type="radio"/> Strategic services H <input type="radio"/> Touristic	A <input type="radio"/> ≥ 85% B <input type="radio"/> 80+55% C <input type="radio"/> ≥ 30% D <input type="radio"/> Not utilized E <input type="radio"/> In construction F <input type="radio"/> Uncompleted G <input type="radio"/> Abandoned	1 <input type="radio"/> 1 2 <input type="radio"/> 2 3 <input type="radio"/> 3 4 <input type="radio"/> 4 5 <input type="radio"/> 5 6 <input type="radio"/> 6 7 <input type="radio"/> 7 8 <input type="radio"/> 8 9 <input type="radio"/> 9

Property: A  Public B  Private

JRC Scientific and Technical Reports



## Field Manual for post-earthquake damage and safety assessment and short term countermeasures (AeDES)

Carlo BAGGIO, Alberto BERNARDINI, Riccardo COLOZZA, Sandro COPPARI, Livio CORAZZA, Marianna DELLA BELLA, Giacomo DI PASQUALE, Mauro DOLCE, Agostino GORETTI, Antonio MARTINELLI, Giampiero ORSINI, Filomena PAPA, Giulio ZUCCARO

Translation from Italian: Maria ROTA and Agostino GORETTI

Editors: Artur V. PINTO, Fabio TAUCER



EUR 22968 EN - 2007



Manual de preenchtimento

# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

## > Enquadramento Temporal

- Pretende-se efectuar uma avaliação mais reflectida e fundamentada, tipicamente nos primeiros meses depois do evento, tendo presente que na sequência de um sismo há necessidade de avaliar um grande número de edificações (1º nível). Tipicamente inspeções de 1-2 horas.

## > Objectivos

- Pretende-se efectuar uma rápida inspecção pós-evento aos edifícios correntes com os seguintes objectivos:
  - o *Fornecer dados das características das edificações afectadas*
  - o *Efectuar a avaliação dos danos estruturais e não estruturais*
  - o *Avaliar eventuais medidas de intervenção de curto prazo*
  - o *Efectuar a avaliação da usabilidade pós-evento*

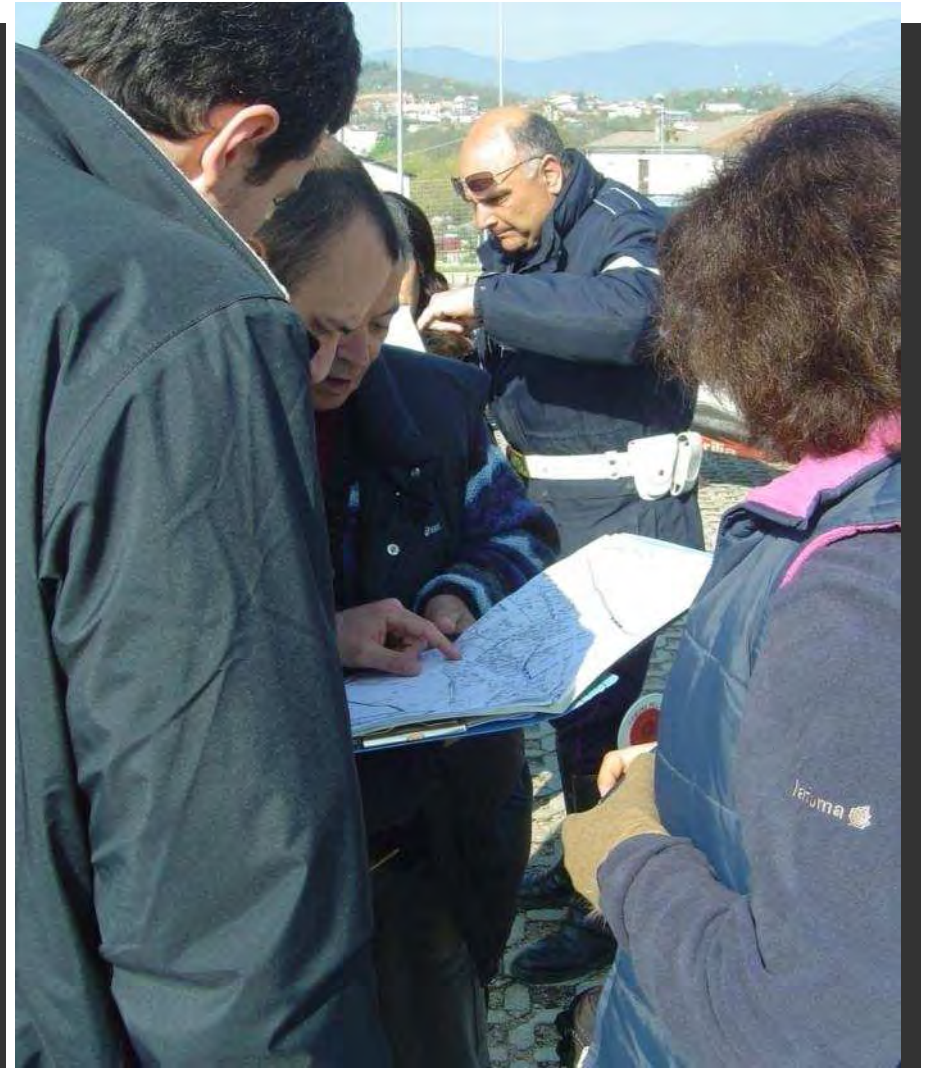
# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

## > Avaliação de usabilidade

- O objectivo é a salvaguarda de vidas humanas em casos de colapso iminente ou na sequência de outro evento sísmico.
- Não se trata de uma avaliação de segurança pois não é suportada por cálculos, apenas por análises expeditas de técnicos com experiência.
- Tendo em conta um sismo de referência pretende-se fazer uma análise expedita, baseada em inspeções visuais, para saber se o edifício em causa pode ser utilizado com uma razoável margem de segurança, tendo em conta a possibilidade de ocorrência do sismo de referência.

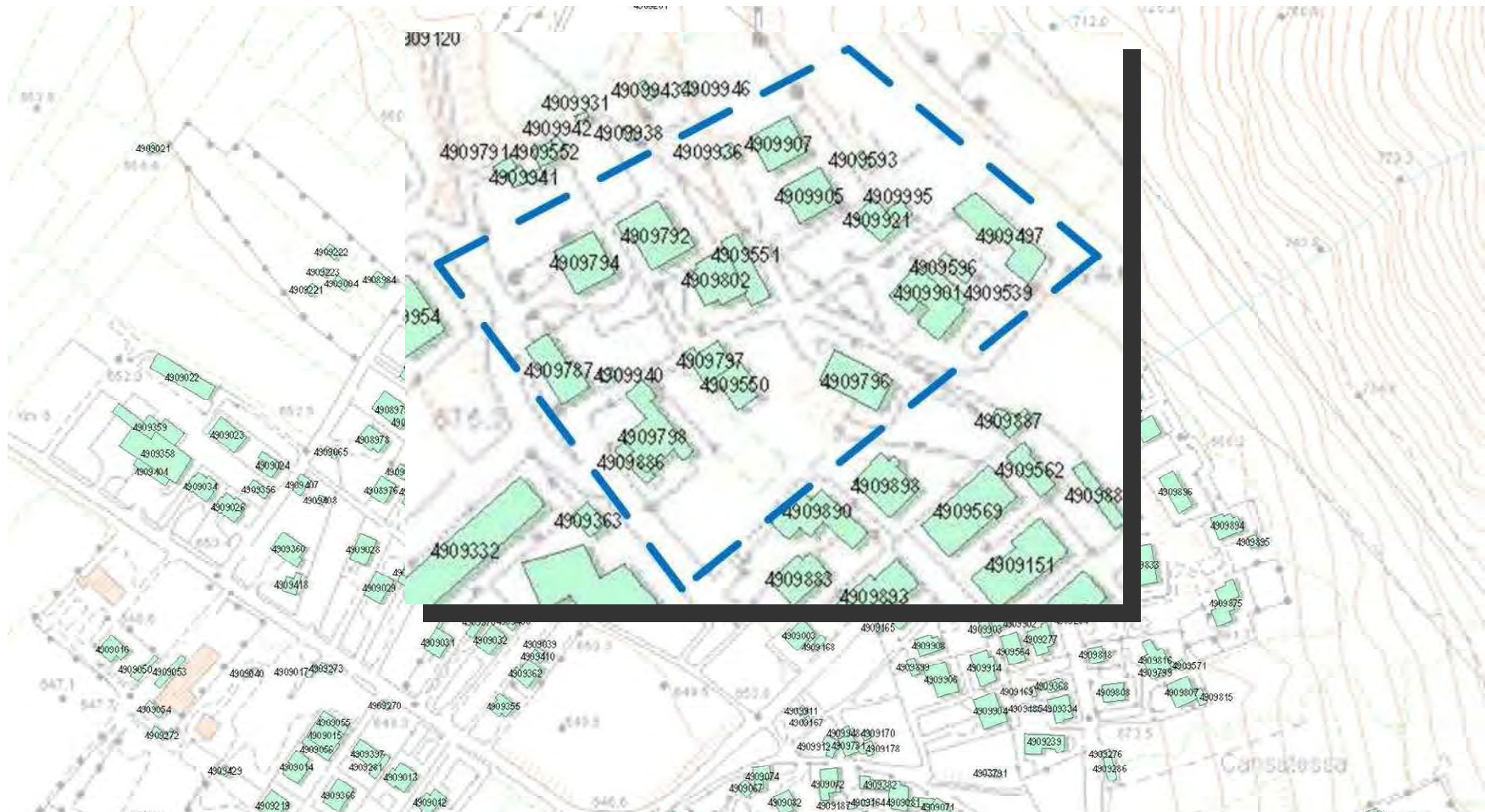
# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

> Distribuição das tarefas às equipas



# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

> Distribuição das tarefas às equipas



# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

## > Ferramentas e Equipamento



**Protecção Pessoal**



**Preenchimento das Fichas**



**Equipamento de Inspeção**



# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

> Equipa a efectuar uma inspecção



# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

> Exemplo de Preenchimento das Fichas de Inspeção



# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

SECTION 1 Building identification		SURVEY IDENTIFICATION	
Province:	<b>ABRUZZO</b>	Team	<b>2   1   1</b> Form n. <b>0   0   1   1</b> day <b>23</b> month <b>04</b> year <b>2009</b>
Municipality:	<b>L'AQUILA</b>	Date	<b>2   3   0   4   0   9</b> Request code
Locality:	<b>L'AQUILA</b>	Region Istat	Province Istat
Address		Municipality Istat	Aggregate No.
1 <input checked="" type="radio"/> Street			Building No.
2 <input type="radio"/> Road			<b>0   1   0   0   4   3   0   0   7</b> <b>4   9   0   9   9   3   6   0   0   1</b>
3 <input type="radio"/> Alley	<b>AMITERNUM</b> Number <b>0   1   0   1</b>	Istat Hamlet code	Type of map
4 <input type="radio"/> Square		Istat Census code	Map No. <b>0   1   3   5</b>
5 <input type="radio"/> Other		Cadastral data Sheet	Allegato
		Parcels	
Building denomination or owner's name	<b>G   I   U   L   I   O   C   E   S   A   R   E</b> (+ <b>3   9   1   2   3   4   5   6   7   8</b> )	Building position	1 <input type="radio"/> Isolated 2 <input type="radio"/> Internal 3 <input type="radio"/> Extreme 4 <input checked="" type="radio"/> Corner
		Destination Code	<b>S</b>
Photocopy of the structural aggregate with building indication			

# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

SECTION 2 Building description																																							
Metric data					Age	Use																																	
Total number of stories	Average storey height [m]	Average storey surface [m <sup>2</sup> ]		Construction and renovation [max 2]	Use	No. of units in use	Utilisation	100 No. of 1																															
<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 11 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 12 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> >12 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8	1 <input type="radio"/> ≤ 2.50 2 <input checked="" type="radio"/> 2.50÷3.50 3 <input type="radio"/> 3.50÷5.0 4 <input type="radio"/> > 5.0 No. of basements A <input checked="" type="radio"/> 0 C <input type="radio"/> 2 B <input type="radio"/> 1 D <input type="radio"/> ≥3	A <input type="radio"/> ≤ 50 B <input type="radio"/> 50 ÷ 70 C <input type="radio"/> 70 ÷ 100 D <input type="radio"/> 100 ÷ 130 E <input type="radio"/> 130 ÷ 170 F <input type="radio"/> 170 ÷ 230 G <input checked="" type="radio"/> 230 ÷ 300 H <input type="radio"/> 300 ÷ 400	I <input type="radio"/> 400 ÷ 500 L <input type="radio"/> 500 ÷ 650 M <input type="radio"/> 650 ÷ 900 N <input type="radio"/> 900 ÷ 1200 O <input type="radio"/> 1200 ÷ 1600 P <input type="radio"/> 1600 ÷ 2200 Q <input type="radio"/> 2200 ÷ 3000 R <input type="radio"/> > 3000	1 <input type="radio"/> ≤ 1919 2 <input type="radio"/> 19 ÷ 45 3 <input type="radio"/> 46 ÷ 61 4 <input type="radio"/> 62 ÷ 71 5 <input type="radio"/> 72 ÷ 81 6 <input type="radio"/> 82 ÷ 91 7 <input checked="" type="radio"/> 92 ÷ 01 8 <input type="radio"/> ≥ 2002	A <input checked="" type="radio"/> Residential B <input type="radio"/> Production C <input type="radio"/> Business D <input type="radio"/> Offices E <input type="radio"/> Public services F <input type="radio"/> Warehouse G <input type="radio"/> Strategic services H <input type="radio"/> Touristic	0   6   	A <input checked="" type="radio"/> > 65% B <input type="radio"/> 30÷65% C <input type="radio"/> < 30% D <input type="radio"/> Not utilised E <input type="radio"/> In construction F <input type="radio"/> Uncompleted G <input type="radio"/> Abandoned	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>7</td><td>7</td></tr> <tr><td>8</td><td>8</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>9</td><td>9</td></tr> </table>				1	1	1	2		2	3	3		4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	Property A <input type="radio"/> Public B <input checked="" type="radio"/> Private
1	1	1																																					
2		2																																					
3	3																																						
4	4	4																																					
5	5	5																																					
6	6	6																																					
7	7	7																																					
8	8	8																																					
9	9	9																																					

# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

## SECTION 3 Building Typology (multiple answer; for masonry buildings indicate max 2 combinations of vertical and horizontal structures)

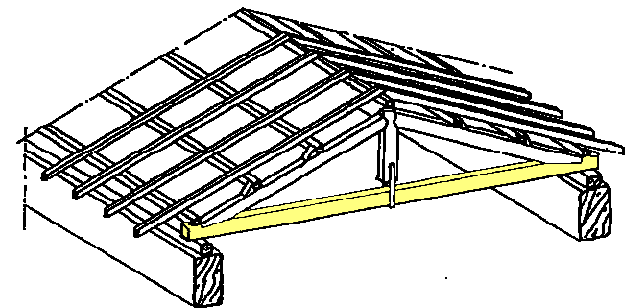
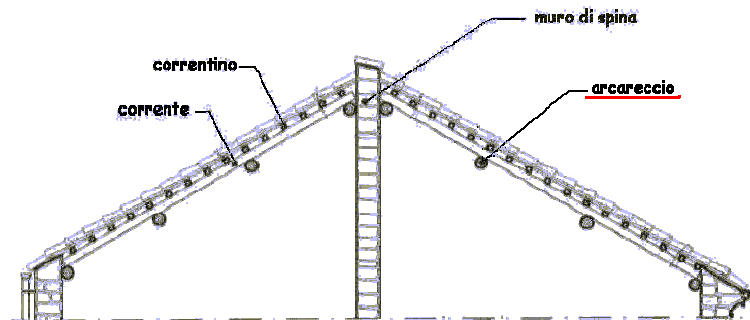
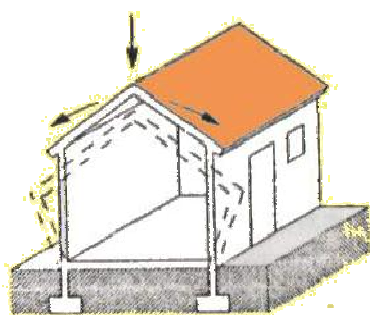
Vertical structures \ Horizontal Structures		Masonry buildings								Other structures			
		Unknown	Irregular layout or bad quality (rubble stones, pebbles,...)		Regular layout and good quality (Blocks, bricks, squared stone..)		Isolated columns	Mixed	Strengthened	R.c. frames		Steel frames	
			W/O tie rods or tie beams	With ties rods or tie beams	W/O tie rods or tie beams	With tie rods or tie beams				R.c. shear walls			
			A	B	C	D				E	F		G
								REGULARITY					
										Irregular A		Regular B	
1	Not identified	○	□	□	□	□	SI	□	□				
2	Vaults without tie rods	□	□	□	□	□	○	G1	H1				
3	Vaults with tie rods	□	□	□	□	□		□	□				
4	Beams with <b>flexible</b> slab (wooden beams with a single layer of wooden planks, beams and shallow arch vaults,...)	□	□	□	□	□	NO	G2	H2				
5	Beams with <b>semirigid</b> slab (wooden beams with a double layer of wooden planks, beams and hollow flat blocks,...)	□	□	□	□	□	○	□	□				
6	Beams with <b>rigid</b> slab (r.c. floors, beams well connected to r.c. slabs,...)	□	□	□	□	□		G3	H3				

REGULARITY		Irregular	Regular
		A	B
1	Plan and elevation	●	○
2	Infills distribution	●	○

Roof	
1	○ Thrusting heavy
2	● Non thrusting heavy
3	○ Thrusting light
4	○ Non thrusting light



# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

## SECTION 4 Damage to structural elements and existing short term countermeasures

Structural component Pre-existing damage		DAMAGE <sup>(1)</sup>										EXISTING SHORT TERM COUNTERMEASURES					
		D4-D5 Very Heavy			D2-D3 Medium-Severe			D1 Light			Null	None	Removal	Ties	Repair	Propping	Barriers or passage protection
		> 2/3	1/3 - 2/3	< 1/3	> 2/3	1/3 - 2/3	< 1/3	> 2/3	1/3 - 2/3	< 1/3							
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	A	B	C	D	E	F
1	Vertical structures	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Floors	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Stairs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Roof	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Infills and partitions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Pre-existing damage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						

(1) - The damage extension must be filled only if the corresponding damage level is present in the building.

## SECTION 5 Damage to non-structural elements and existing short term countermeasures

Damage		PRESENT	EXISTING SHORT TERM COUNTERMEASURES					
			None	Removal	Propping	Repair	No entry	Barrier or passage protection
			B	C	D	E	F	G
1	Falling of plaster, coverings, false-ceilings	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Falling of tiles, chimneys...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Falling of eaves, parapets,...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Falling of other internal or external objects	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Damage to hydraulic or sewage systems	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Damage to electric or gas systems	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

## SECTION 6 External risk induced by other constructions and existing short term countermeasures

Potential cause		Risk on			Existing short term countermeasures	
		Building	Entry road	Lateral roads	No entry	Barriers or passage protection
		A	B	C	D	E
1	Objects falling from adjacent buildings	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Failure of distribution systems	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## SECTION 7 Soil and Foundation

SITE MORPHOLOGY				DAMAGE (present or possible): <input type="checkbox"/> Slopes <input type="checkbox"/> Foundation Soil			
1 <input type="radio"/> Crest	2 <input type="radio"/> Steep slope	3 <input type="radio"/> Mild slope	4 <input checked="" type="radio"/> Plain	A <input checked="" type="radio"/> Absent	B <input type="radio"/> Produced by eqk.	C <input type="radio"/> Worsened	D <input type="radio"/> Preexistent

# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

## SECTION 8 Usability assessment

**A** edificio agibile

**B** edificio agibile con provvedimenti

**C** edificio parzialmente agibile

**D** edificio temporaneamente inagibile - da rivedere

**E** edificio inagibile

**F** edificio inagibile per rischio esterno

(Fonte: MEDEA, Zuccaro & Papa 2000)

5	<input type="checkbox"/>	Removal of plasters, coverings, false ceilings	11	<input type="checkbox"/>	
6	<input type="checkbox"/>	Removal of tiles, chimneys, parapets	12	<input type="checkbox"/>	

Unusable building units, families and people to be evacuated

Unusable building units **0 | 6**

Families to be evacuated **0 | 6**

People to be evacuated **0 | 2 | 3**



# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

## SECTION 9 Notes

*On damage, short term countermeasures, usability, etc.*

<i>Topic</i>	<i>Notes</i>	<i>Picture of the building</i>
	<p><b>DEVEM SER COLOCADAS BARREIRAS QUE IMPEÇAM O ACESSO DE PESSOAS ÀS ZONAS EM RISCO DA QUEDA DOS PAINÉIS DE ALVENARIA DE ENCHIMENTO. SUGERE- SE O DERRUBE IMEDIATO DOS PAINÉIS EM RISCO DE COLAPSO IMINENTE</b></p> <p><b>DEVIDO À DISTRIBUIÇÃO GENERALIZADA DE DANOS ELEVADOS NOS PAINÉIS DE ALVENARIA DE ENCHIMENTO TODO O EDIFÍCIO É CONSIDERADO COMO NÃO UTILIZÁVEL</b></p>	
	<p><i>The surveyors (capital letters)</i></p> <p><b>MARCUS JUNIUS BRUTUS</b></p> <p><b>GAIUS CASSIUS LONGINUS</b></p>	<p><i>Signature</i></p> <p><i>Marcus Brutus</i></p> <p><i>Gaius Longinus</i></p>

# Gestão da emergência

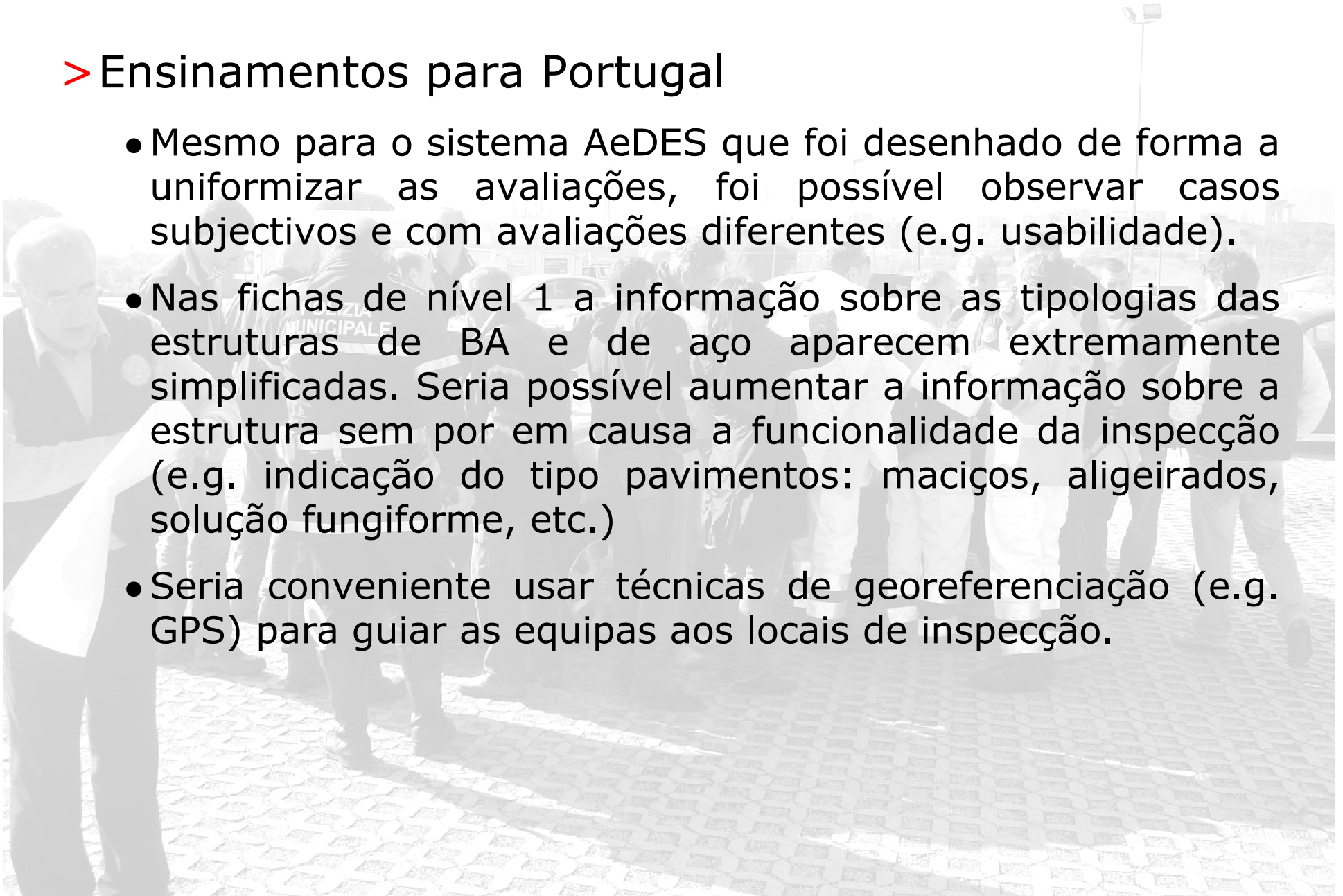
> Entrega e Correção das Fichas de Inspeção



# Inspeções Pós-Sismo a Edifícios Correntes

## > Ensinaamentos para Portugal

- Mesmo para o sistema AeDES que foi desenhado de forma a uniformizar as avaliações, foi possível observar casos subjectivos e com avaliações diferentes (e.g. usabilidade).
- Nas fichas de nível 1 a informação sobre as tipologias das estruturas de BA e de aço aparecem extremamente simplificadas. Seria possível aumentar a informação sobre a estrutura sem por em causa a funcionalidade da inspecção (e.g. indicação do tipo pavimentos: maciços, aligeirados, solução fungiforme, etc.)
- Seria conveniente usar técnicas de georeferenciação (e.g. GPS) para guiar as equipas aos locais de inspecção.





LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

# OBRIGADO PELA ATENÇÃO

Alfredo Campos Costa,  
Ema Coelho, Luís Mendes  
Luísa Sousa e Paulo Candeias