



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

Workshop

Sismo de L'Aquila: Ensinamentos para Portugal

Medidas de Consolidação Temporária

isise



Universidade do Minho

D. Oliveira, G. Vasconcelos, L. Ramos, P. Roca,
P. Lamego, P. Pereira

10 . Julho . 2009

CONTEÚDO

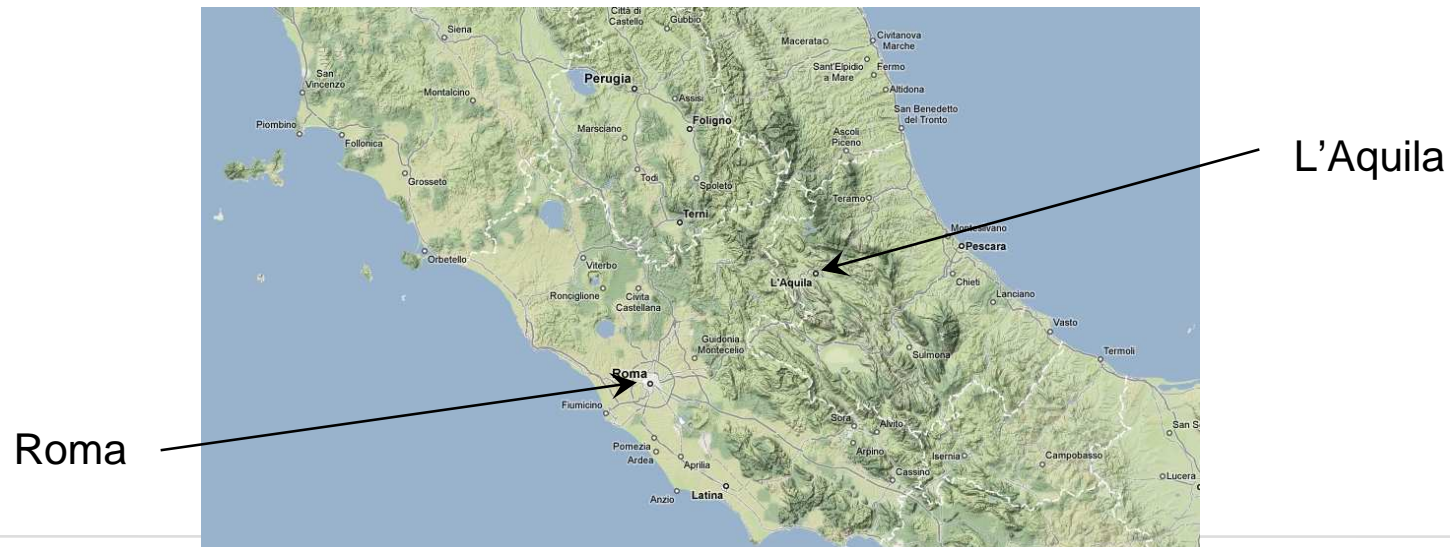
- I. Introdução
- II. Consolidação temporária
- III. Conclusões e ensinamentos

- I. Introdução**
- II. Consolidação temporária
- III. Conclusões e ensinamentos

1. INTRODUÇÃO

Dados gerais:

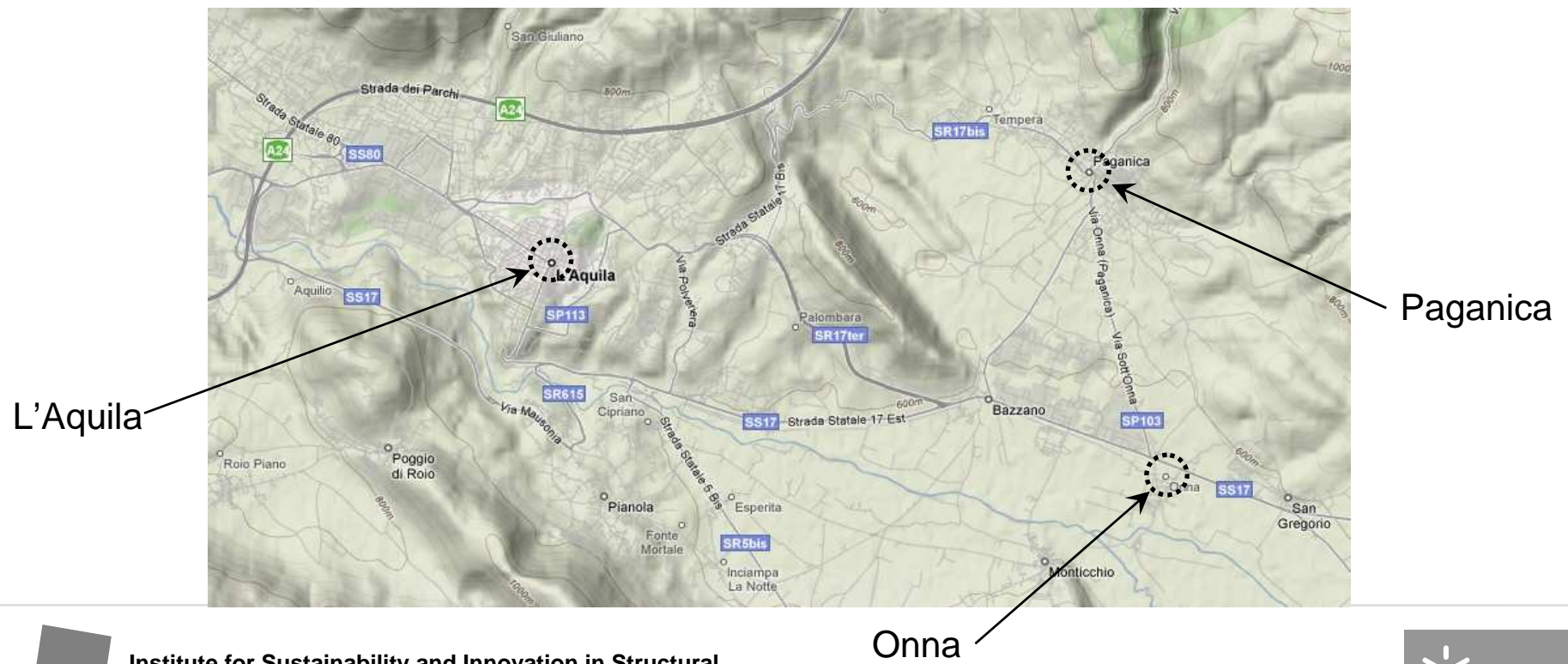
- Sismo na região central da Itália continental, em Abruzzo
- 6 de Abril de 2009, 3:32:39 hora local
- Sismo moderado $M_w = 6.2$, pequena distância focal (sismo próximo)
- Áreas mais afectadas: L'Aquila, Paganica, Onna, Castelnuovo



> INTRODUÇÃO

Missão UMINHO:

- Visita efectuada nos dias 15 e 16 de Junho 2009 (\approx 2 meses após o sismo)
- Visitas às zonas de L'Aquila, Onna e Paganica



> INTRODUÇÃO

Panorama geral observado:

- Distribuição do dano dependente do local, tipologia construtiva, data de construção e estado de conservação



> INTRODUÇÃO

Panorama geral observado:

- Estruturas antigas de alvenaria não reabilitadas: dano extenso, incluindo colapso



> INTRODUÇÃO

Panorama geral observado:

- Estruturas antigas de alvenaria rehabilitadas com recurso a tirantes nas fachadas: dano reduzido a moderado (sem desenvolvimento de mecanismos locais de colapso)



> INTRODUÇÃO

Panorama geral observado:

- Estruturas porticadas de betão armado: em geral, dano reduzido a moderado, essencialmente localizado nos painéis de alvenaria, podendo envolver o colapso destes



> INTRODUÇÃO

Panorama geral observado:

- Estruturas porticadas de betão armado: em geral, dano reduzido a moderado, essencialmente localizado nos painéis de alvenaria, podendo envolver o colapso destes – com algumas exceções



- I. Introdução
- II. Consolidação temporária**
- III. Conclusões e ensinamentos

2. CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Enquadramento:

- A deslocação “tardia” ao terreno permitiu que fosse possível visitar alguns dos trabalhos de consolidação temporária, realizados em igrejas e edifícios de alvenaria importantes (construções de considerável valor patrimonial)
- A ligação estreita da UMINHO ao coordenador do grupo “Beni Culturali” (UNIPD) permitiu um acompanhamento próximo dos trabalhos de consolidação

> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Procedimento geral:

- **Inspeção visual detalhada** realizada (gratuitamente) pelas Universidades Italianas e preenchimento de formulários próprios desenvolvidos para o efeito (grande rotatividade para evitar cansaço e atraso das actividades na Universidade; necessidade de treino específico)
- **Hierarquização** das necessidades de intervenção nas diversas construções, consoante o seu valor patrimonial e o seu estado de conservação
- **Elaboração de projectos** de consolidação temporária (pelos membros mais experientes das equipas de inspeção) simples, claros e baseados em princípios elementares (desenhos elaborados sobre fotografias)
- **Execução da consolidação** pelo corpo de bombeiros (sob supervisão técnica) através da utilização de materiais baratos, disponíveis e fáceis de manusear e aplicar

> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Princípios para elaboração dos projectos de consolidação/estabilização:

- Uso de **técnicas reversíveis e não-invasivas** (facilidade de remoção no futuro), recorrendo a:
 - **Confinamento** de pilares, cúpulas, paredes, edifícios, etc.
 - **Atirantamento** (essencialmente auto-equilibrado) de paredes, torres e arcos
 - **Escoramento** apoiado no solo (quando os 2 anteriores não puderem ser usados)
- **Reduzido tempo** de execução (alguns dias)
- **Acesso** muito **limitado** às construções, através de auto-gruas e plataformas elevatórias, por questões de segurança

> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Materiais usados:

- Necessidade de utilizar materiais baratos, disponíveis e fáceis de usar
 - **Madeira** (em quase todas as consolidações)
 - **Cintas de poliéster** (facilmente tensionáveis)
 - Cabos metálicos (maiores comprimentos de tensionamento)
 - Tubos metálicos (situações isoladas)

> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Catedral de L'Aquila



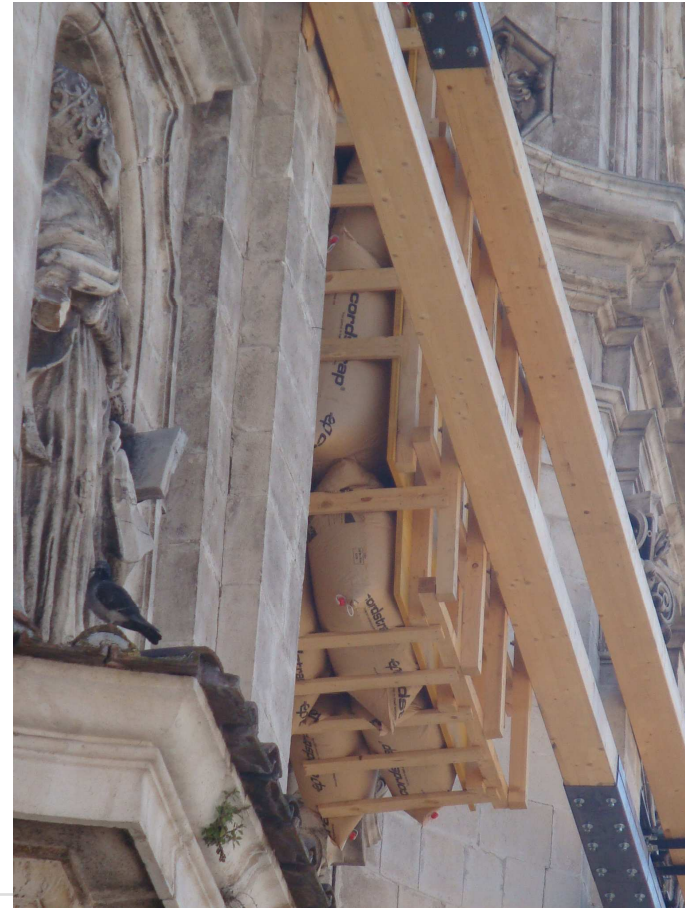
> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Catedral de L'Aquila



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Catedral de L'Aquila



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Catedral de L'Aquila



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Igreja em Paganica



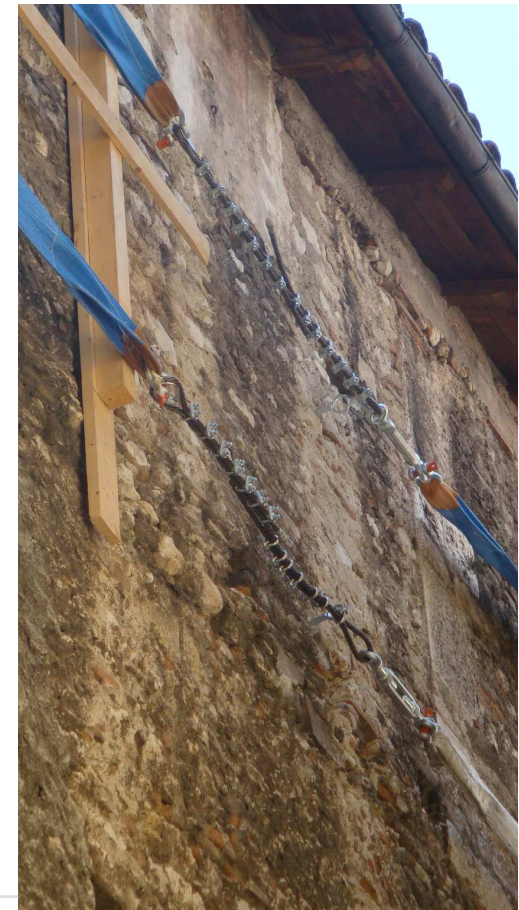
> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Confinamento



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Confinamento



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Confinamento



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Atirantamento



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Atirantamento



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Escoramento ao solo



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Intervenção particular (frescos no lado interno da fachada):



> CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Bombeiros com papel imprescindível nos trabalhos de consolidação



- I. Introdução
- II. Consolidação temporária
- III. Conclusões e ensinamentos**

3. CONCLUSÕES E ENSINAMENTOS

- As estruturas de alvenaria reabilitadas com **tirantes** exibiram, em geral, aceitável comportamento sísmico
- Os trabalhos de inspeção e desenvolvimento e execução das consolidações temporárias exigem uma **elevada capacidade de coordenação** e articulação de equipas multidisciplinares e meios (Governo, Universidades, Protecção Civil, etc.)
- As **soluções de consolidação** devem ser reversíveis e não-invasivas, baseadas princípios elementares e em materiais baratos, disponíveis em abundância e fáceis de usar
- É necessário a existência de **equipas habilitadas** para desenvolver actividade no terreno num cenário pós-sismo (apoio às populações, execução consolidações, etc.)



Obrigado pela vossa atenção...

www.civil.uminho.pt/masonry