

A Missão do IST



LNEC, 10 de Julho de 2009

A equipa do IST deslocou-se ao local entre os dias 6 e 15 de Maio de 2009.

Constituição da equipa do IST:

- Carlos Sousa Oliveira
- João Azevedo
- Rita Bento
- Jorge Proença
- Mário Lopes
- Luís Guerreiro
- Mónica Ferreira
- Carlos Bhatt



Mau desempenho das estruturas de alvenaria

- alvenaria de fraca qualidade
- efeitos de sítio
- alterações estruturais
(inserção incorrecta de novos elementos)









Grande contraste entre comportamentos de estruturas antigas e estruturas recentes



Grande projecção de alvenarias
para o exterior das edificações

Situação de risco para transeuntes
que também dificulta operações de
emergência pós-sismo



Danos "ligeiros"



Danos por inserção de equipamentos





Diferentes
tipos de danos





Acrescento de pisos e
introdução indevida
de novos elementos





Danos em igrejas

- Coberturas de naves e cúpulas
- Torres sineiras
- Tímpanos e ligações de fachadas a coberturas



Danos em igrejas

- Coberturas de naves e cúpulas
- Torres sineiras
- Tímpanos e ligações de fachadas a coberturas



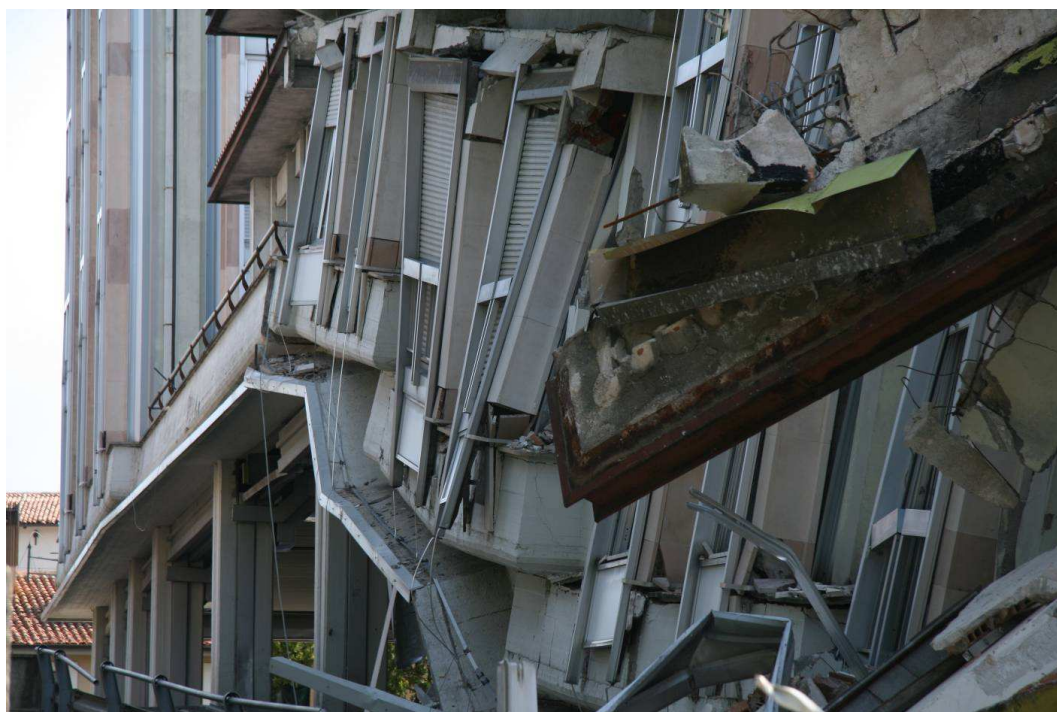
Adequado comportamento genérico de
estruturas em arco



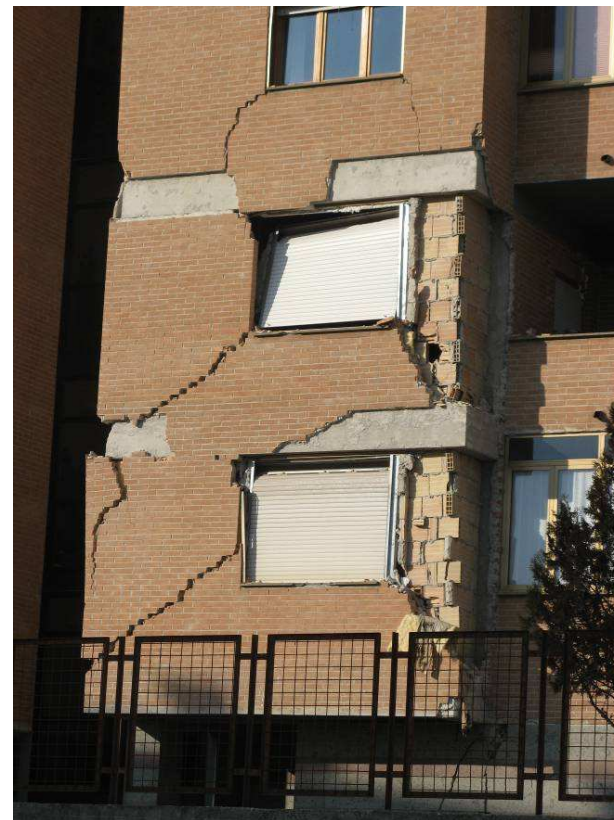
Hotel Duca degli Abruzzi – Antes do sismo



Hotel Duca degli Abruzzi – Após o sismo



Exemplo de má concepção –
“Soft storey” com
desenvolvimento a diversas cotas



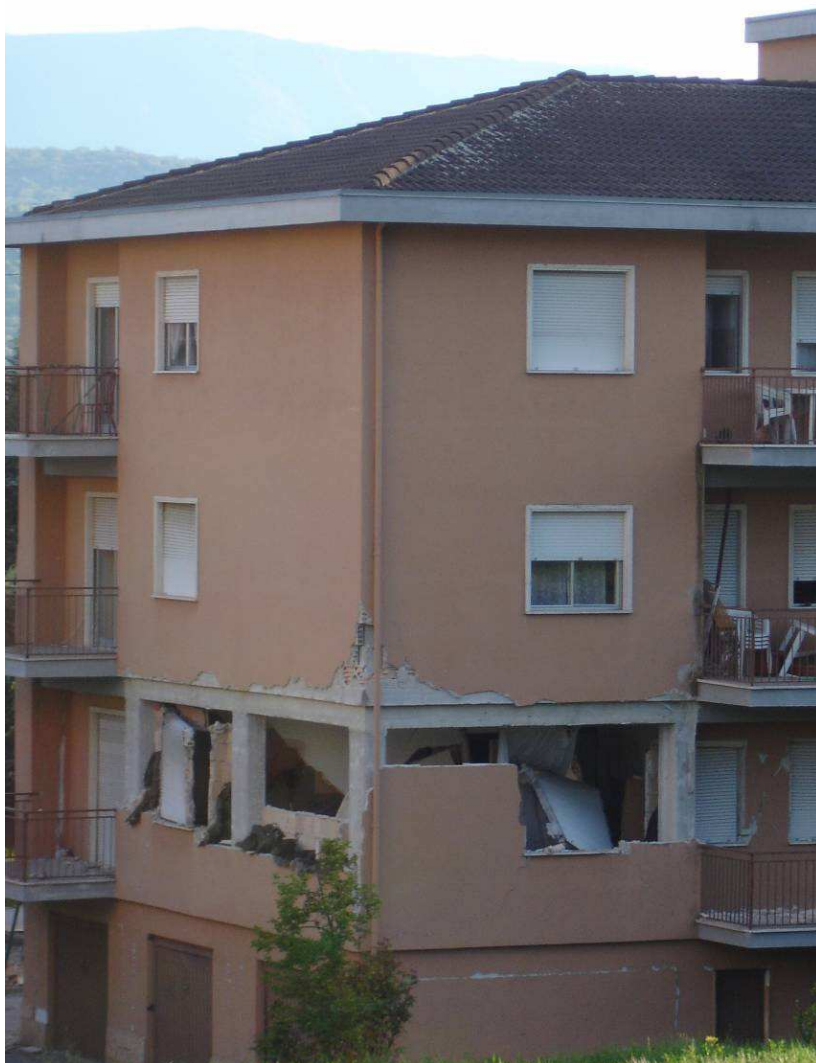
Painéis de alvenaria exteriores
à estrutura de betão armado





Má ligação entre alvenarias e
estrutura de betão armado









Painéis de alvenaria em canto
sem elementos verticais de BA



Vãos de parede de alvenaria
sem elementos verticais
resistentes





Piso 3



Piso 2



Entre Pisos 2 e 3

Evolução dos danos em altura

Comportamento típico de pórtico:
maiores deformações relativas nos
pisos inferiores



Entre Pisos 1 e 2

Piso 1





Piso 0

Evolução dos danos em altura

Comportamento típico de pórtico:
maiores deformações relativas nos
pisos inferiores



Piso -1





Danos em paredes de
alvenaria interiores

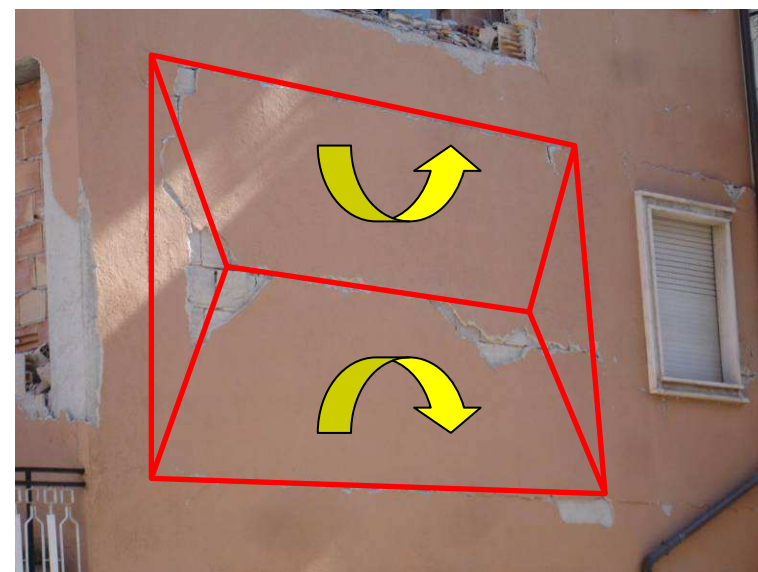




Danos em paredes de alvenaria interiores



Danos em paredes de
alvenaria interiores



Mecanismo de rotura das
alvenarias para fora do seu plano

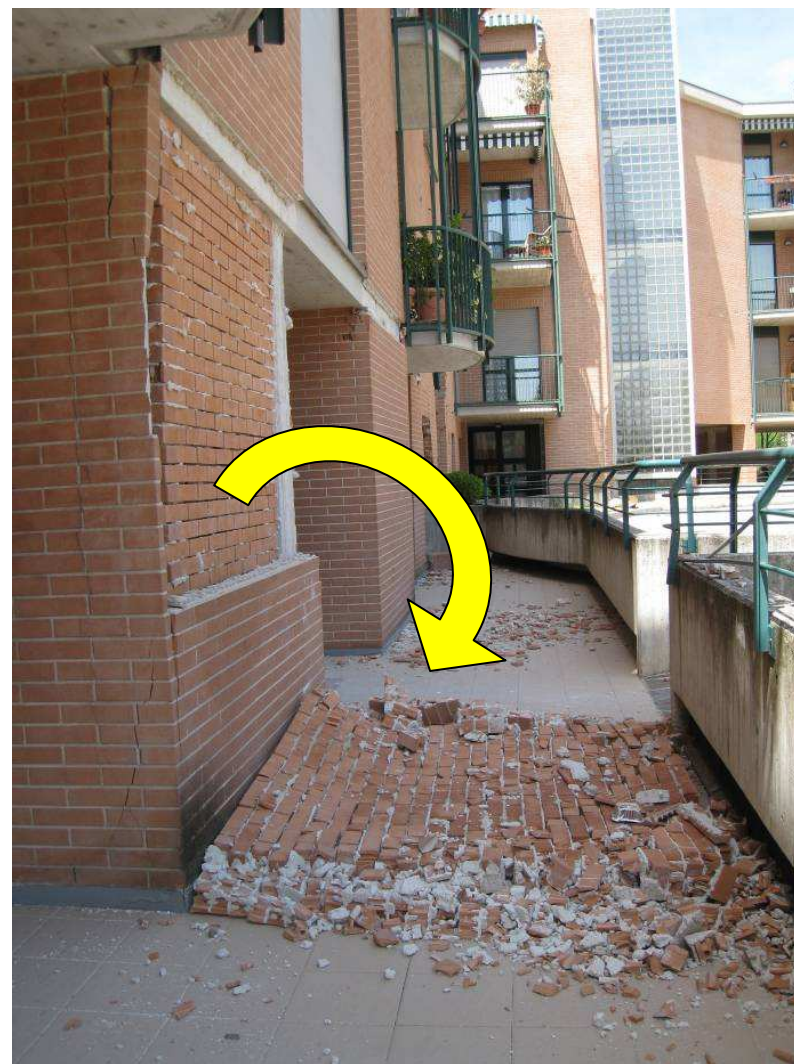


Mecanismo de rotura das
alvenarias para fora do seu plano



Fraca ligação entre a alvenaria exterior e o betão armado

Queda de painel para fora do plano





Mecanismo de rotura das
alvenarias no seu plano



EN 1998-1: Eurocode 8 – Part 1

2. Performance Requirements and Compliance Criteria

2.1 Fundamental requirements

- No-collapse requirement.

The structure shall be designed and constructed to withstand the design seismic action defined in Section 3 without local or global collapse, thus retaining its structural integrity and a residual load bearing capacity after the seismic events.

EN 1998-1: Eurocode 8 – Part 1

4. Design of Buildings

4.3.6 Additional measures for masonry infilled frames

.....

4.3.6.4 Damage limitation of infills

(1) For the structural systems quoted in 4.3.6.1(1)P belonging to all ductility classes, DCL, M or H, except in cases of low seismicity (see 3.2.1(4)), appropriate measures should be taken to avoid brittle failure and premature disintegration of the infill walls (in particular of masonry panels with openings or of friable materials), as well as the partial or total out-of-plane collapse of slender masonry panels. Particular attention should be paid to masonry panels with a slenderness ratio (ratio of the smaller of length or height to thickness) of greater than 15.

(2) Examples of measures in accordance with (1) of this subclause, to improve both in-plane and out-of-plane integrity and behaviour, include light wire meshes well anchored on one face of the wall, wall ties fixed to the columns and cast into the bedding planes of the masonry, and concrete posts and belts across the panels and through the full thickness of the wall.



Operações de “desmontagem”

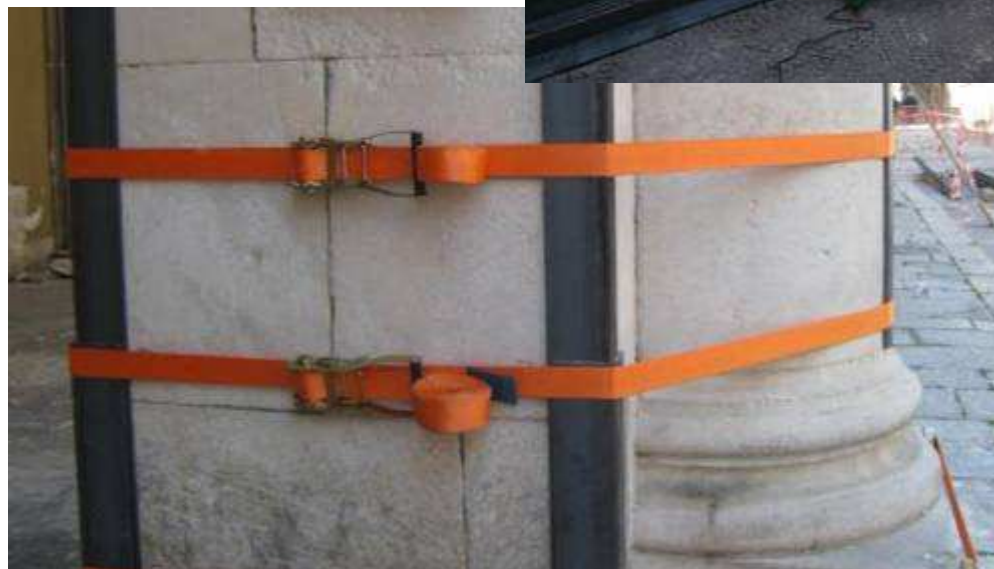




Duomo de L'Aquila



Cintagens com
faixas polyester



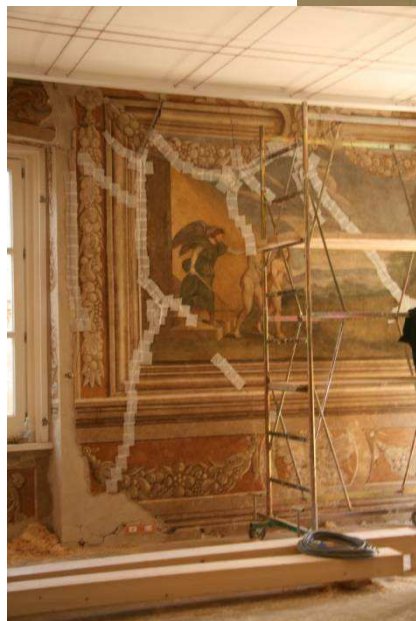


Estabilização de
fachada



Selagem, cintagem e cimbramento

Introdução de cimbres
e tirantes com pré-esforço





Contenção e
atirantamento





Atirantamento inadequado



Projecto C.A.S.E.

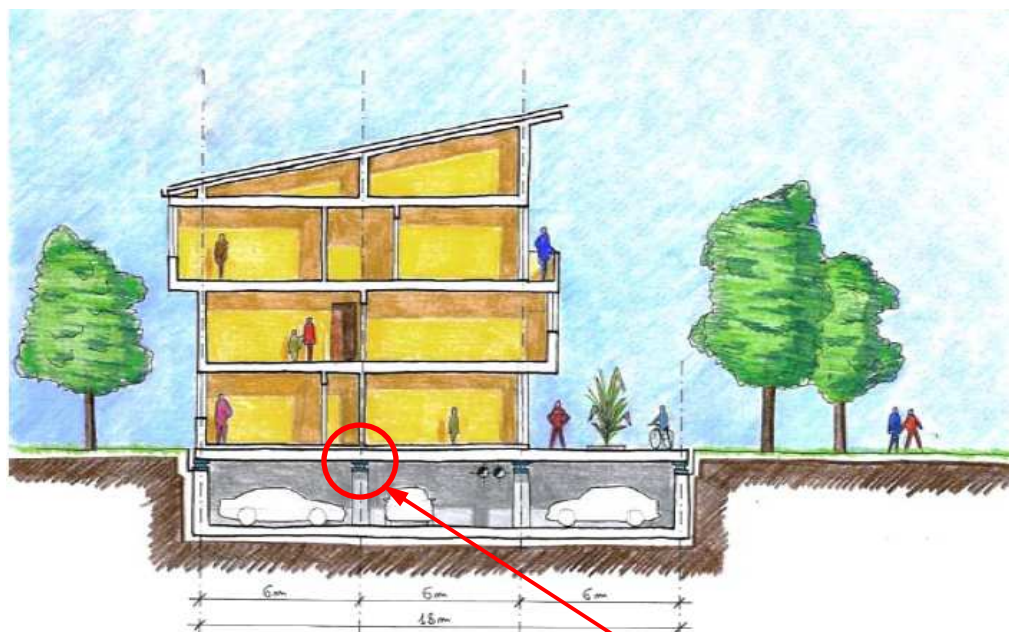
Complessi Antisismici Sostenibili Eco-compatibili

(Complexo Anti-sísmico Sustentável e Ecologicamente
Compatível)



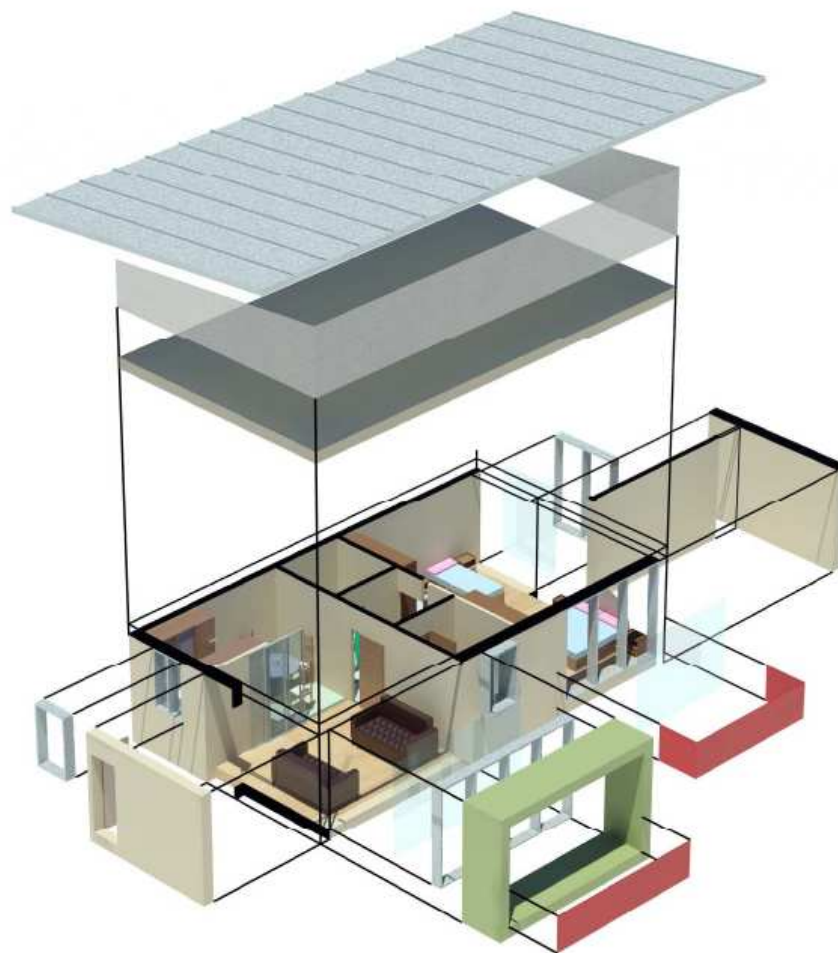
Objectivos:

- Construir habitações para 12.000 pessoas em 2009 (as habitações para as primeiras 3.000 devem estar prontas em Setembro)
- As habitações devem ter carácter definitivo (quando não forem necessárias para realojamento passam a funcionar, por exemplo, como residências universitárias)
- Devem cumprir exigências de comportamento acima do normal (somente danos ligeiros para acções sísmicas com 1.000 anos de período de retorno)



Isolamento
de Base

A solução proposta está protegida
com isolamento de base

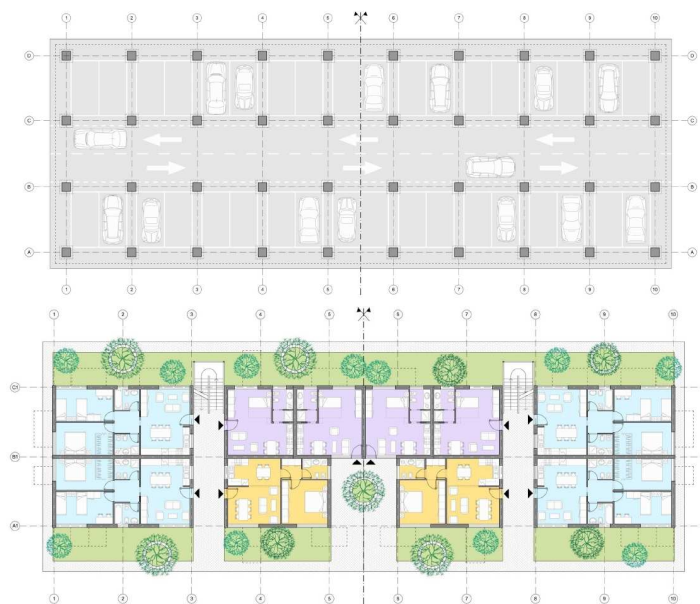


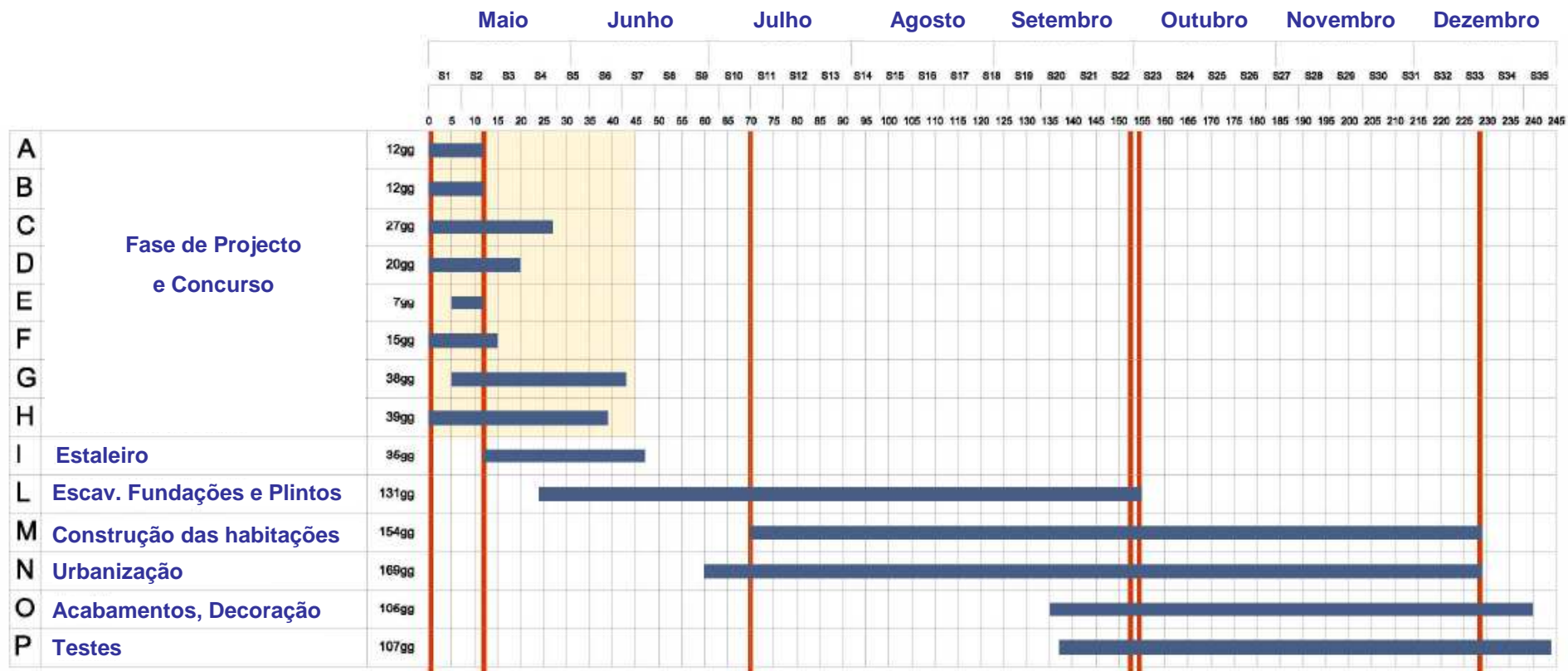
Construção com Módulos Pré-Fabricados





Exemplo de Habitação





Por conjunto:

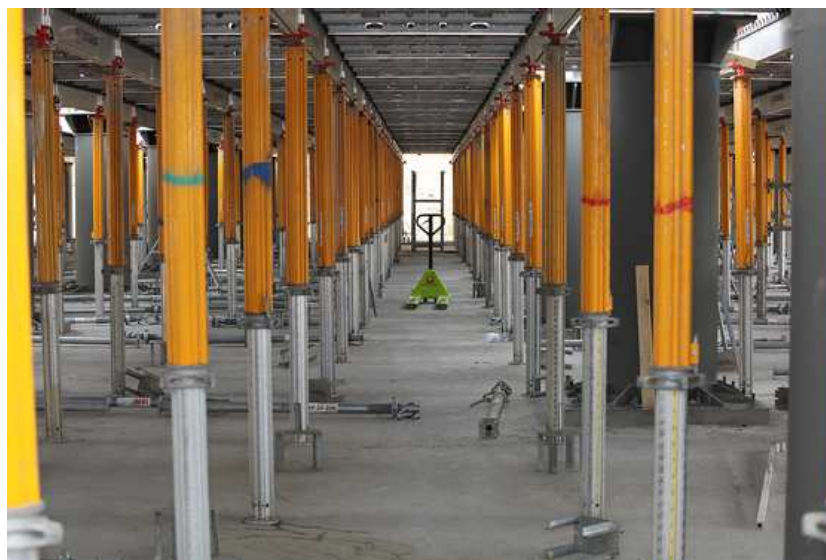
Área urbanizada – 2500m²

Área de habitação – 1800m²

Custo – 3.400.000 €

Está prevista a execução de **150** conjuntos de habitação com um custo total de **530.000.000€**, incluindo custos de projecto

Brazzano – 20 de Junho



Cese di Preturo – 20 de Junho



Ensinamentos para Portugal

- Pensar no problema da segurança das alvenarias não estruturais e tentar desenvolver esquemas de construção que minorem os danos que possam resultar do seu mau desempenho.
- Necessidade de formar e treinar um conjunto de pessoas capazes de fazer intervenções para estabilização das estruturas afectadas.
- Implementação de um sistema legal de credenciação dos intervenientes no projecto e execução de estruturas importantes.
- Incluir nos projectos de estruturas verificações tendentes a comprovar a operacionalidade de certas construções.