



edifici a  
**energia  
QUASI ZERO**

case passive • sostenibili • in classe A



**L'Aquila 7 giugno 2011**

**Sala convegni ANCE L'Aquila**

[www.edificiaenergiaquasizero.it](http://www.edificiaenergiaquasizero.it)

segreteria organizzativa:  
tel. +39 06 42020605  
[agora@agoraactivities.it](mailto:agora@agoraactivities.it)



Università degli Studi dell'Aquila



Università degli Studi di Pavia

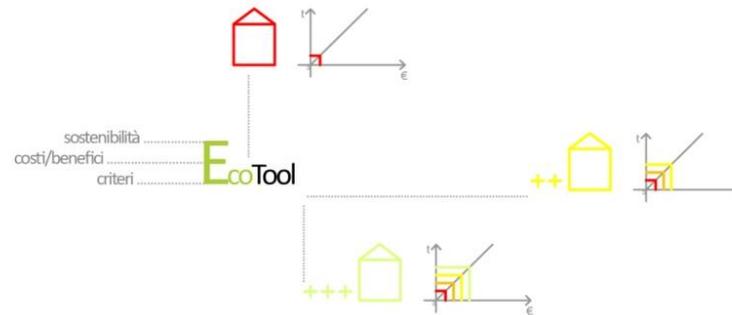


Università degli Studi di Roma

**DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA UE – XXII CICLO**

**Coord. Prof. Ing. Marco Morandotti**

**Tutor Prof. Ing. Pierluigi De Berardinis**



# LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA COME STRUMENTO DI CONTROLLO E VALUTAZIONE DEGLI EDIFICI A CONSUMO **ZERO**

**ING. ANNALISA TABALLIONE**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA – DAU *Dipartimento di Architettura e Urbanistica*

## ► Dir. UE 31/2010/UE

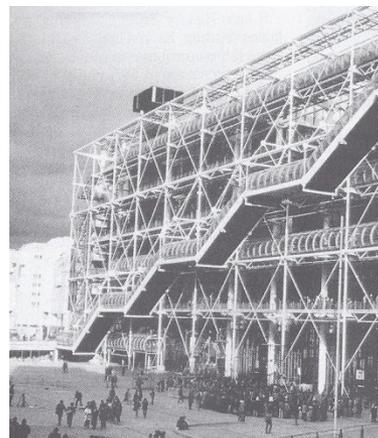
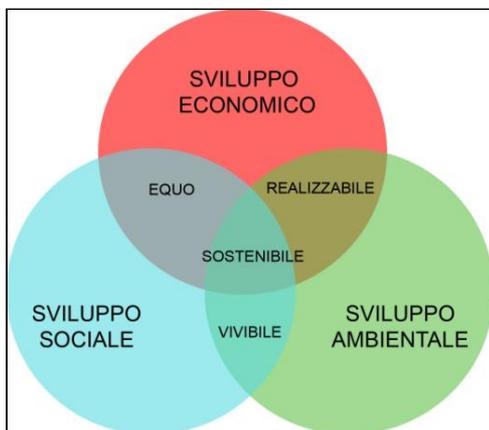
- (10) È di esclusiva competenza degli Stati membri fissare requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi. Tali requisiti dovrebbero essere fissati in modo da conseguire un equilibrio ottimale in funzione dei costi tra gli investimenti necessari e i risparmi energetici realizzati nel ciclo di vita di un edificio, [...].
- (11) L'obiettivo dei livelli di efficienza energetica efficaci o ottimali in funzione dei costi può giustificare in determinate circostanze, per esempio sulla base di differenze climatiche, la fissazione da parte degli Stati membri di requisiti efficaci o ottimali in funzione dei costi per gli elementi edilizi che in pratica limiterebbero l'installazione di prodotti per l'edilizia conformi alle norme previste dalla legislazione dell'Unione, purché tali requisiti non costituiscano un'ingiustificata barriera di mercato.
- (14) **La Commissione dovrebbe elaborare un quadro metodologico comparativo che consenta di calcolare livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica.** [...] In caso di significativa discrepanza, ossia superiore al 15 %, tra il risultato del calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica e i requisiti minimi di prestazione energetica in vigore, gli Stati membri dovrebbero giustificare la differenza o pianificare misure adeguate per ridurre tale discrepanza. Gli Stati membri **dovrebbero determinare il ciclo di vita economico stimato di un edificio o di un elemento edilizio** tenendo conto delle pratiche attuali e dell'esperienza acquisita in materia di definizione di cicli di vita economici tipici. [...]
- Allegato III **Quadro metodologico comparativo ai fini dell'individuazione dei livelli ottimali in funzione dei costi dei requisiti di prestazione energetica per edifici ed elementi edilizi**

# LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA COME STRUMENTO DI CONTROLLO E VALUTAZIONE DEGLI EDIFICI A CONSUMO ZERO



DOTTORATO DI RICERCA  
INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA UE

- ▶ Sostenibilità ambientale, sociale, economica
- ▶ L'involucro inefficiente
- ▶ Involucro/impianti
- ▶ Zero emission buildings e passivhaus



## ► Evoluzione normativa in Italia

- legge 10/91
- Dir. UE 91/2002/CE
- DLgs 192/05 e 311/06
- D.M. 26 giugno 2009
- Dir. UE 31/2010/UE



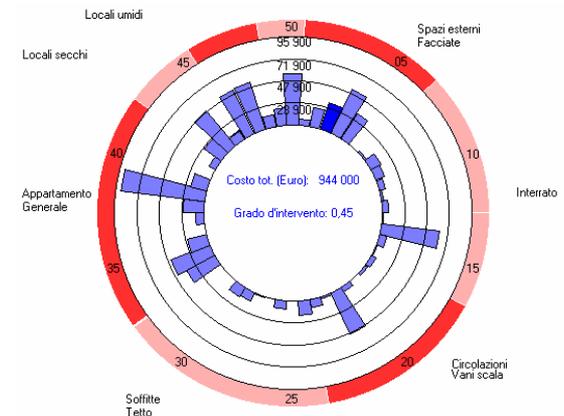
- ▶ La certificazione energetica: stato dell'arte
- ▶ Strumenti di matrice europea >> consumo [KWh]
- ▶ Strumenti di matrice anglosassone >> livello di sostenibilità



- ▶ Strumento italiano >> strumento di matrice europea

- ▶ Aspetti e criticità del sistema normativo vigente
  - ▶ classi energetiche e consumi
  - ▶ Epi o Eph?
  - ▶ il problema estivo
  - ▶ S/V
  - ▶ le energie rinnovabili
  - ▶ **valutazione *speditiva* di costi e benefici nella riqualificazione energetica degli edifici esistenti**

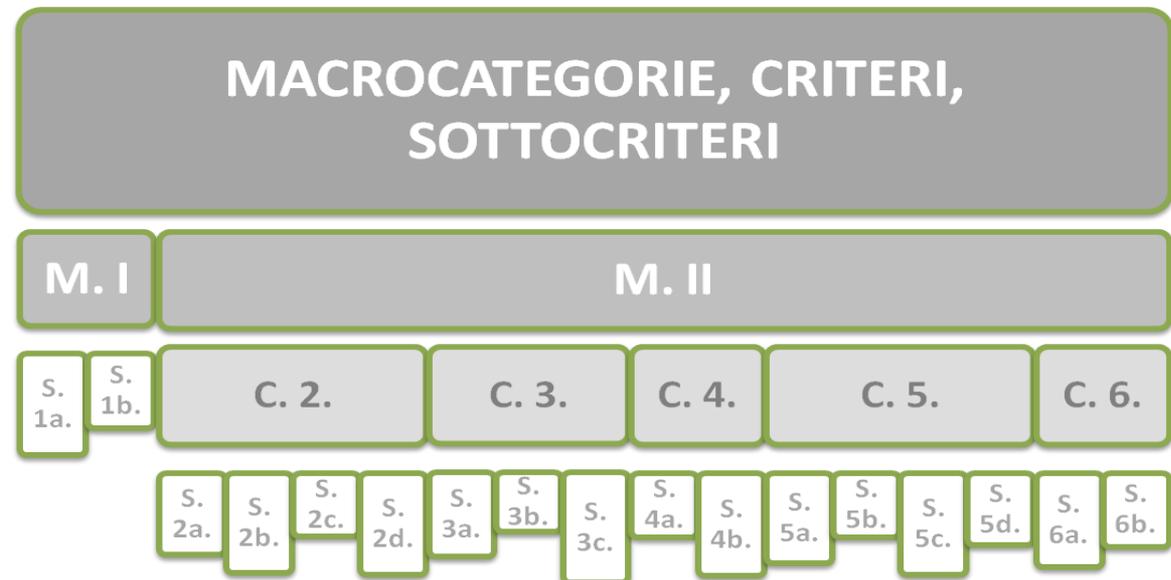
- ▶ EPIQR: procedura **speditiva** per la valutazione dei **costi** e dei **benefici** di interventi di riqualificazione su edifici esistenti. Analisi e criticità.



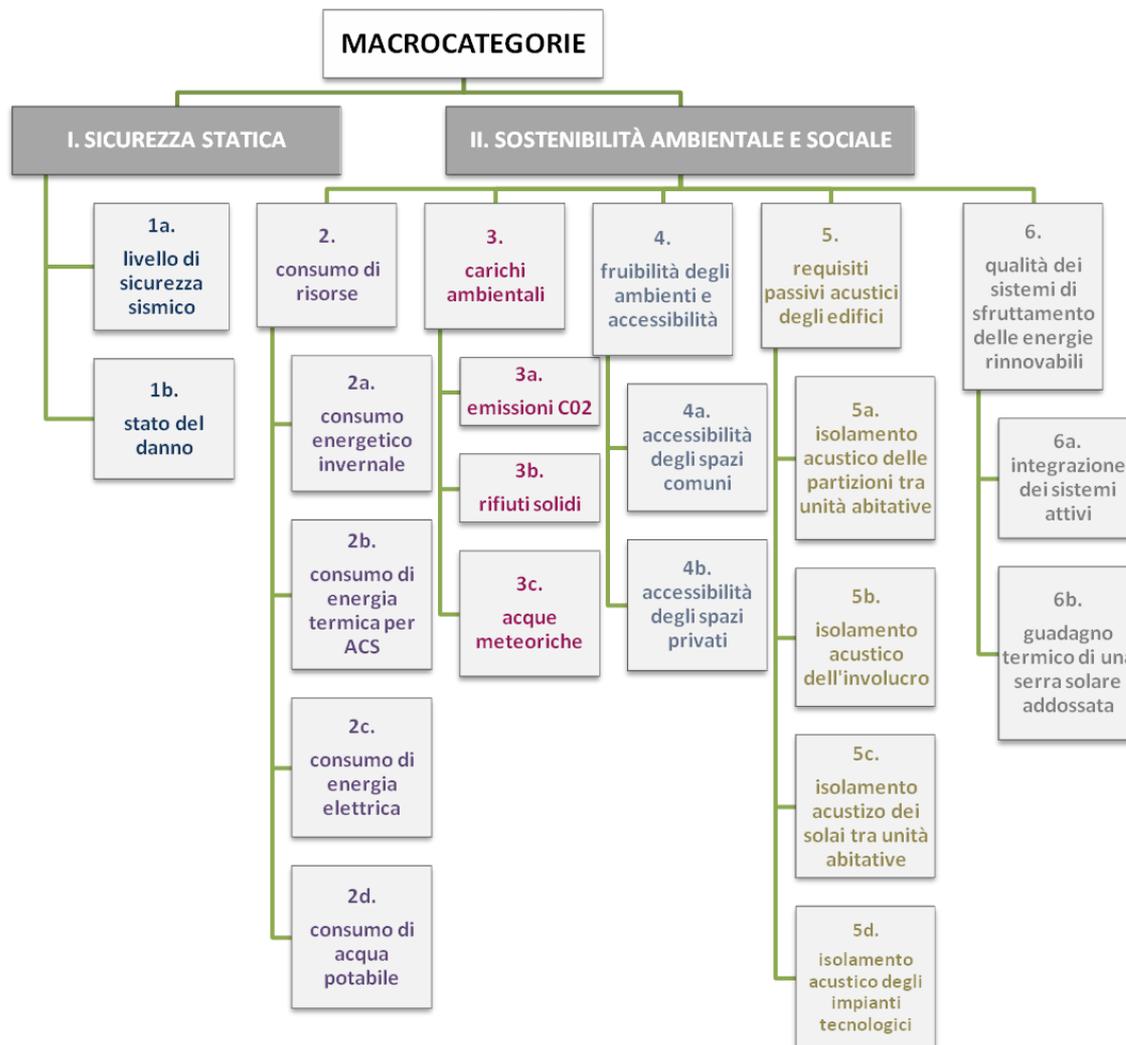
- ▶ Ipotesi di sviluppo

- ▶ riqualificazione energetica e sostenibile
- ▶ criteri di valutazione (come da strumenti di tipo anglosassone)
- ▶ 4 fattori: punteggio, costo, tempo, classe

- ▶ **ECOTool**: un metodo speditivo per la riqualificazione sostenibile dell'esistente
  - ▶ criteri, pesi di incidenza, scenari
  - ▶ valutazione costi/benefici



- ▶ Macrocategorie
- ▶ Criteri
- ▶ Sottocriteri



► **Pesi di incidenza, livelli di valutazione e punteggi**

<b>2c</b>	<b>consumo di energia elettrica: quota da fonte rinnovabile</b>		5,00%	10 - 40	0,5 - 2
<b>L-2</b>	E=0 KWh/unità ab.			10	<b>0,5</b>
<b>L-1</b>	0 KWh/unità ab. < E < 1 KWh/unità ab.			20	1
<b>L0</b>	1,0KW/unità ab. ≤ E ≤ 1,5 KWh/unità ab.			30	1,5
<b>L1</b>	E > 1,5 KWh/unità ab.			40	2

**L-2** >> € [L0]

**L-1** >> € [L0]

**L0** >> € [L1]

**L1** >> € [L1]

► Analisi dei costi e dei benefici

livello	COSTO UNTARIO	COSTO STATO DI FATTO >> L0			COSTO L0 >> L1		
		% di Riduzione	Riduzione [€]	costo effettivo	% di Riduzione	Riduzione [€]	costo effettivo
2c	€/mq						
L-2 >> L0	135,32	27,50	37,21	98,11			
L-1	37,41						
L0 >> L1	37,41				50,00	18,71	18,71
L1							

► Risultati e scenari di intervento



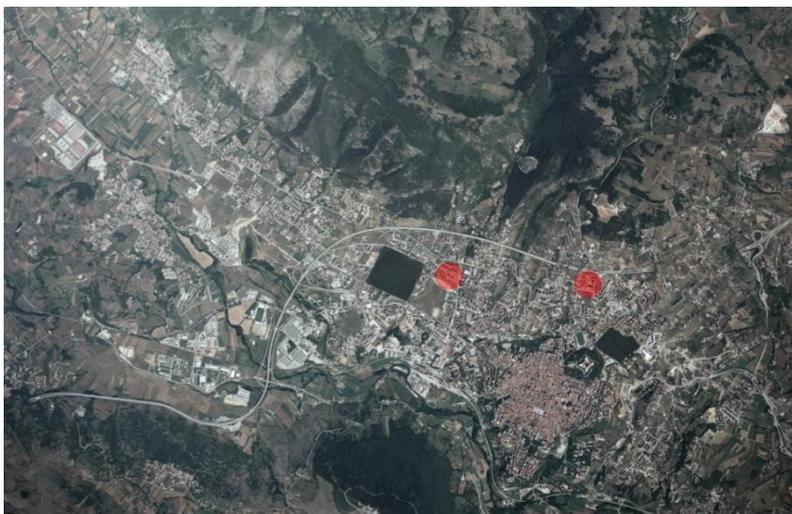
Scenario 1: 16 >> 36 >>> €36

Scenario 2: 36 >> 40 >>> €40

► Il caso di studio

► stato attuale

Quartieri Ina Casa, L'Aquila



Inquadramento territoriale



Quartiere San Francesco



Quartiere San Francesco



Quartiere Santa Barbara

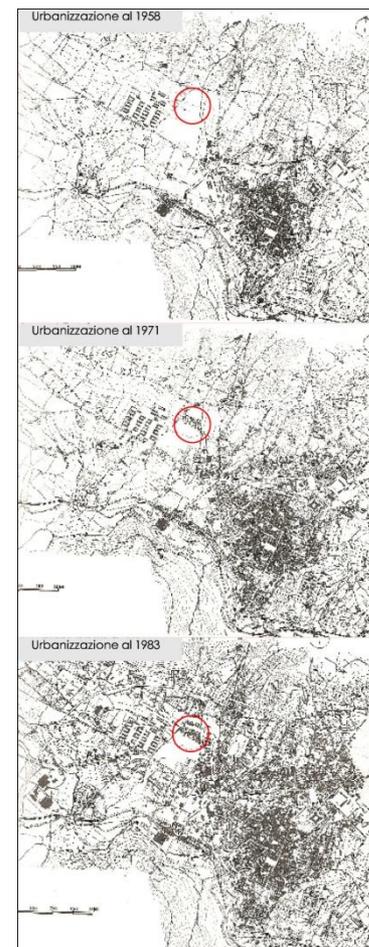
► Il caso di studio

► stato attuale

Quartiere Ina Casa di Santa Barbara, L'Aquila



Processo di urbanizzazione  
1956 - 1983



## ► Il caso di studio

### ► stato attuale

**TIPOLOGIA A - 7 EDIFICI**

ESPOSIZIONE 1: NORD, OVEST, EST, SUD  
 ESPOSIZIONE 2: NORD, OVEST, EST, SUD

**CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE**

**TIPOLOGIA**  
 Edificio in linea con due alloggi per piano

**STRUTTURA**  
 Struttura: telai in c.a. a vista

**TAMPONAMENTI**  
 Muratura a cassetta con mattoni faccia a vista senza isolamento

**N° PIANI**  
 Quattro, uno seminterrato e un sottotetto

**N° ALLOGGI**  
 8

**ANNO DI COSTRUZIONE**  
 1962

Tipo A

## Analisi delle tipologie edilizie

**TIPOLOGIA B - 2 EDIFICI**

**TIPOLOGIA B - 2 EDIFICI**

ESPOSIZIONE: NORD, OVEST, EST, SUD

**CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE**

**TIPOLOGIA**  
 Edificio in linea con due alloggi per piano

**STRUTTURA**  
 Struttura: telai in c.a. a vista

**TAMPONAMENTI**  
 Muratura a cassetta con mattoni faccia a vista senza isolamento

**N° PIANI**  
 Quattro, uno seminterrato e un sottotetto

**N° ALLOGGI**  
 8

**ANNO DI COSTRUZIONE**  
 1962

Tipo B

**TIPOLOGIA C - 5 EDIFICI**

**TIPOLOGIA C - 5 EDIFICI**

ESPOSIZIONE: NORD, OVEST, EST, SUD

**CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE**

**TIPOLOGIA**  
 Edificio in linea con due alloggi per piano

**STRUTTURA**  
 Struttura: telai in c.a. a vista

**TAMPONAMENTI**  
 Muratura a cassetta con mattoni faccia a vista senza isolamento

**N° PIANI**  
 Quattro, uno seminterrato e un sottotetto

**N° ALLOGGI**  
 8

**ANNO DI COSTRUZIONE**  
 1962

Tipo C

**TIPOLOGIA D - 1 EDIFICIO**

**TIPOLOGIA D - 1 EDIFICIO**

ESPOSIZIONE: NORD, OVEST, EST, SUD

**CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE**

**TIPOLOGIA**  
 Edificio in linea con due alloggi per piano

**STRUTTURA**  
 Struttura: telai in c.a. a vista

**TAMPONAMENTI**  
 Muratura a cassetta con mattoni faccia a vista senza isolamento

**N° PIANI**  
 Quattro, uno seminterrato e un sottotetto

**N° ALLOGGI**  
 8

**ANNO DI COSTRUZIONE**  
 1962

Tipo D

**TIPOLOGIA E - 2 EDIFICI**

**TIPOLOGIA E - 2 EDIFICI**

ESPOSIZIONE: NORD, OVEST, EST, SUD

**CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE**

**TIPOLOGIA**  
 Edificio in linea con due alloggi per piano

**STRUTTURA**  
 Struttura: telai in c.a. a vista

**TAMPONAMENTI**  
 Muratura a cassetta con mattoni faccia a vista senza isolamento

**N° PIANI**  
 Quattro, uno seminterrato e un sottotetto

**N° ALLOGGI**  
 8

**ANNO DI COSTRUZIONE**  
 1962

Tipo E

**TIPOLOGIA F - 1 EDIFICIO**

**TIPOLOGIA F - 1 EDIFICIO**

ESPOSIZIONE: NORD, OVEST, EST, SUD

**CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE**

**TIPOLOGIA**  
 Edificio in linea con due alloggi per piano

**STRUTTURA**  
 Struttura: telai in c.a. a vista

**TAMPONAMENTI**  
 Muratura a cassetta con mattoni faccia a vista senza isolamento

**N° PIANI**  
 Quattro, uno seminterrato e un sottotetto

**N° ALLOGGI**  
 8

**ANNO DI COSTRUZIONE**  
 1962

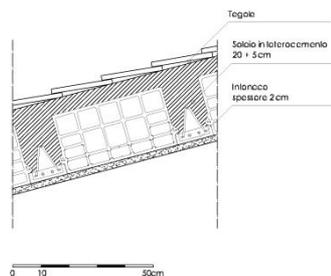
Tipo F

## ► Il caso di studio

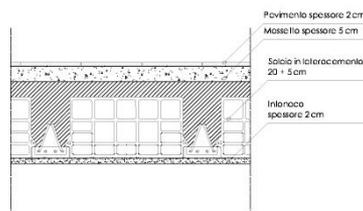
### ► stato attuale

## Analisi delle tecnologie costruttive

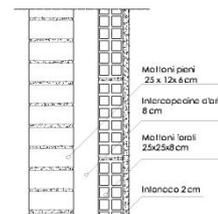
CHIUSURA ORIZZONTALE  
 DI COPERTURA



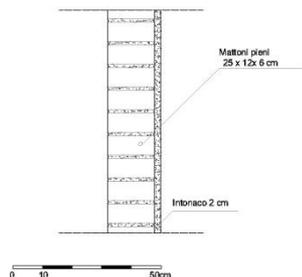
CHIUSURA ORIZZONTALE  
 INTERPIANO



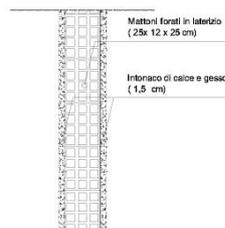
CHIUSURA VERTICALE OPACA



CHIUSURA VERTICALE  
 SOTTOFINESTRA



TRAMEZZO DIVISORIO



INFISSO



ELEMENTI COSTRUTTIVI	
STRUTTURA	TELAIO IN C.A. A VISTA
FONDAZIONI	CEMENTO ARMATO
CH. VERTICALI	MURATURA A VISTA
MURI DIVISORI	FORATI DI LATERIZIO
SOLAI DI INTERPIANO	LATERO - CEMENTO
COPERTURA	TEGOLE
INFISSI	IN LEGNO CON PERSIANE
BALCONI-PENSILINE	CLS



La copertura in fase di realizzazione

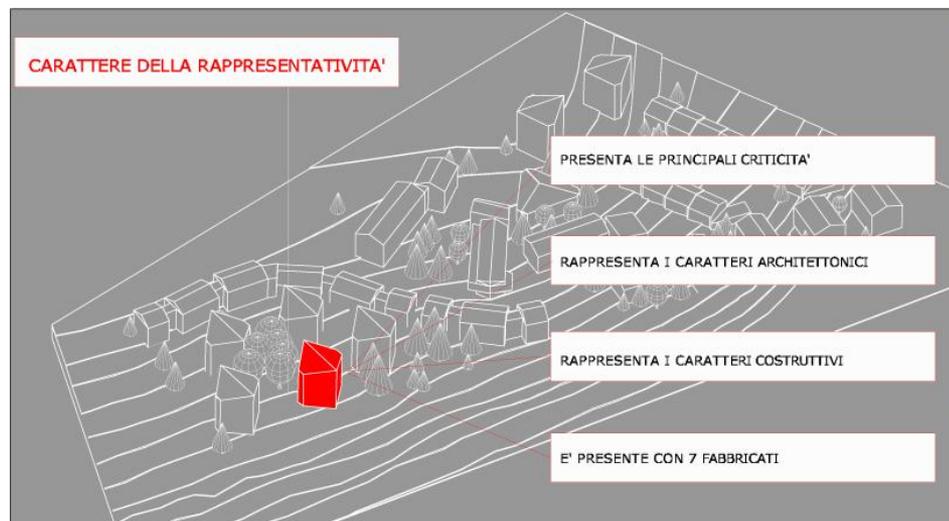
Analisi del danno e scelta dell'edificio rappresentativo

► Il caso di studio

► stato attuale



Il danno sismico sulla struttura (Terremoto del 6 aprile 2009)

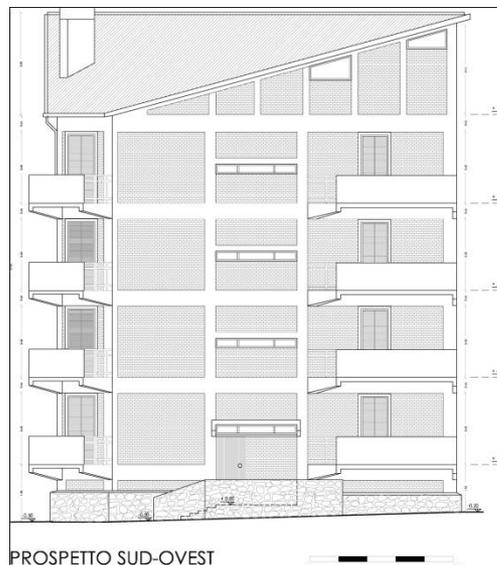


La scelta dell'edificio per il caso di studio: il tipo A

## ► Il caso di studio

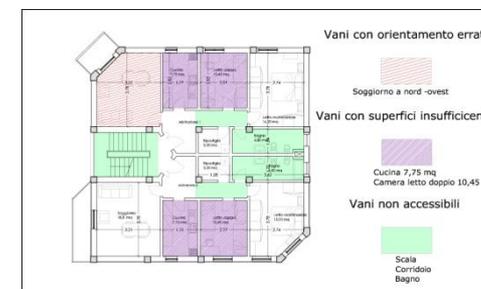
## ► stato attuale

Pianta tipo e prospetto



## Rilievo architettonico e analisi :

- spazio funzionale
- energetica
- bioclimatica
- della struttura



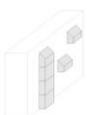
Analisi spazio funzionale

Zona tipologica		A			B			C			D			E			F		
Sottozona climatica		a	b	c	a	b	c	a	a	a	a	b	a	b	a	b	a	b	c
ANALISI SPAZIO-FUNZIONALE	Criticità soleggiamento	Alta	Medio-bassa	Medio-bassa	Medio-bassa	Medio-bassa	Medio-bassa	Alta											
	Criticità ventilazione	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Criticità soleggiamento	Alta	Medio-bassa	Medio-bassa	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
ANALISI SPAZIO-FUNZIONALE	Criticità ventilazione	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Criticità termica	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Criticità fruibilità	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
ANALISI SPAZIO-FUNZIONALE	Criticità orientamento	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
	Criticità accessibilità	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Riepilogo delle criticità

## ► Il caso di studio

### Le strategie progettuali

AGGIUNTA DI VOLUMI	
<b>INSERIMENTI VANI NON RISCALDATI</b>	Codice: T 1
	<b>Descrizione dell' intervento:</b> Lo spazio di ingresso esistente viene ampliato con l'aggiunta di un nuovo volume esterno, di un solo piano, permettendo di ridefinirlo e di integrarvi nuove funzioni.
<b>INSERIMENTI VANI RISCALDATI</b>	Codice: T 2
	<b>Descrizione dell' intervento:</b> Ampliamento degli appartamenti attraverso la costruzione di torri o di elementi alti solo un piano essenzialmente opachi e isolate con cui ampliare i vani contigui
<b>AGGIUNTA DI VANI TECNICI</b>	Codice: T 3
	<b>Descrizione dell' intervento:</b> Realizzazione di nuove torri esterne, appoggiate all'edificio esistente, contenenti gruppi scala e ascensori o implementazioni impiantistiche. Permettono di aggiungere collegamenti verticali o di sostituire quelli esistenti in quanto insufficienti o non a norma.

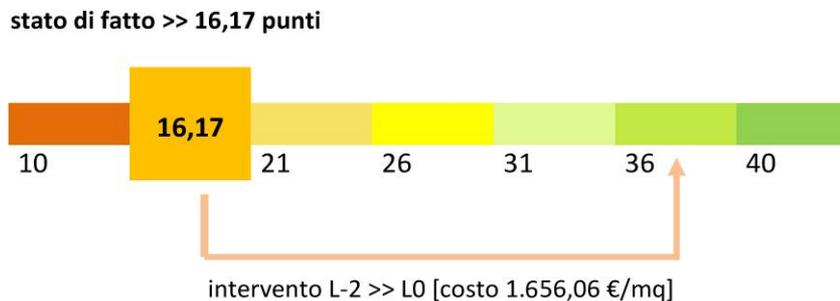
- strategie per il controllo delle prestazioni **spazio-funzionali**
  - strategie per il controllo dell'**efficienza energetica**
- strategie per il controllo delle **prestazioni bioclimatiche**
- strategie per il controllo delle **prestazioni strutturali**

### Strategie per il controllo delle prestazioni spazio funzionali

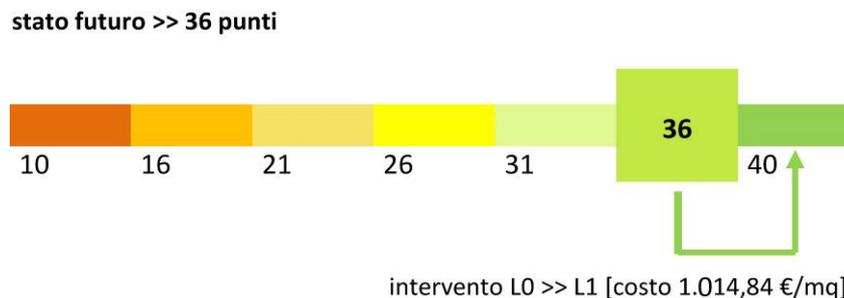
## ► Il caso di studio

- stato attuale >> stato futuro
- validazione di ECO Tool

### Scenario 1 L-2 >> L0



### Scenario 2 L0 >> L1



- ▶ Ipotesi di sviluppi futuri della procedura
  - ▶ applicazione al nuovo costruito
  - ▶ applicazione ai centri storici
  - ▶ riferimenti dei costi unitari a prezzari nazionali
  - ▶ programmazione informatica
  - ▶ integrazione con lo strumento normativo vigente

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

## LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA COME STRUMENTO DI CONTROLLO E VALUTAZIONE DEGLI EDIFICI A CONSUMO ZERO

ING. ANNALISA TABALLIONE

DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA EDILE ARCHITETTURA UE – XXII CICLO

Coord. Prof. Ing. Marco Morandotti

Tutor Prof. Ing. Pierluigi De Berardinis

