

LIFE CYCLE THINKING E INDICI PRESTAZIONALI INTEGRATI PER LA CONCEZIONE E VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI

Prof. Ing. Alessandra Marini
Università degli Studi di Bergamo
alessandra.marini@unibg.it



Univ. della Basilicata
(prof. A. Masi)



Univ. Bergamo
(prof. A. Marini, A. Belleri,
C. Passoni, P. Riva)



Univ. Cagliari
(prof. M. Sassu)



Univ. Chieti-Pescara
(prof. E. Spacone)



IUSS, Pavia
(prof. GM. Calvi,
prof. R. Monteiro)



Univ Napoli Federico II
(prof. A. Prota, C. Menna)



Univ Napoli Partenope
(prof. N. Caterino)



Univ di Pavia
(prof. R. Pinho)



Univ. di Pisa
(prof. L. Giresini)



Joint Research Centre
(P. Negro, E. Romano)

IMPATTI e VULNERABILITÀ DELL'EDILIZIA

Verso uno sviluppo sostenibile

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

11 Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable

United Nations, General Assembly, Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development

50%
MATERIE PRIME

35%
RIFIUTI

35%
ENERGIA

40%
**ESAURITO
VITA UTILE**

APPROCCIO TRADIZIONALE NON COMBINATO



RECUPERO ENERGETICO
di edifici vulnerabili



Conforme a
normative di
sette

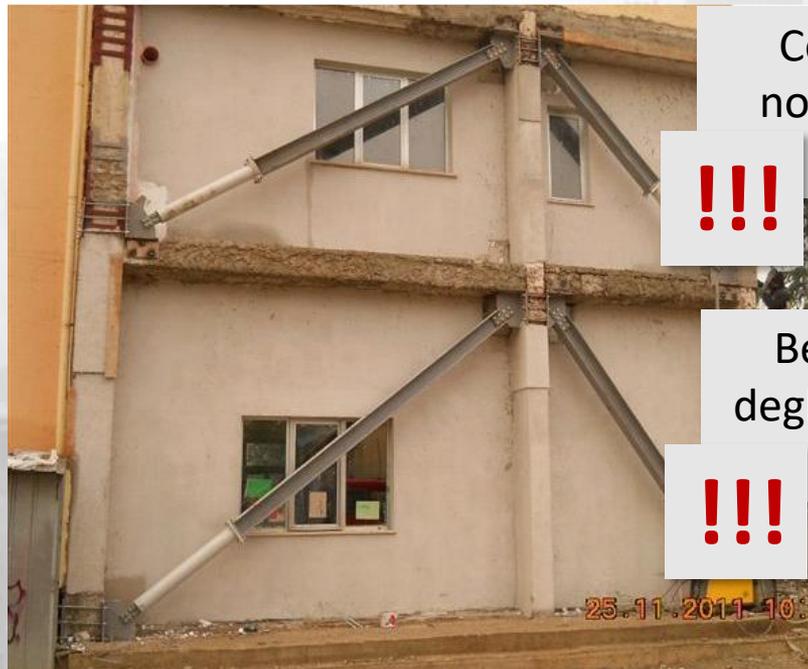


Beneficiano
degli incentivi
fiscali



RECUPERO STRUTTURALE
trascurando aspetti architettonici

APPROCCIO TRADIZIONALE NON COMBINATO



Conforme a
normative di
settore



Beneficiano
degli incentivi
fiscali



TASSO RECUPERO: **1,2%**

RIDURRE IMPATTI
MIGLIORARE PRESTAZIONI
STRUTTURALI
AUMENTARE RESILIENZA
MIGLIORARE COMFORT

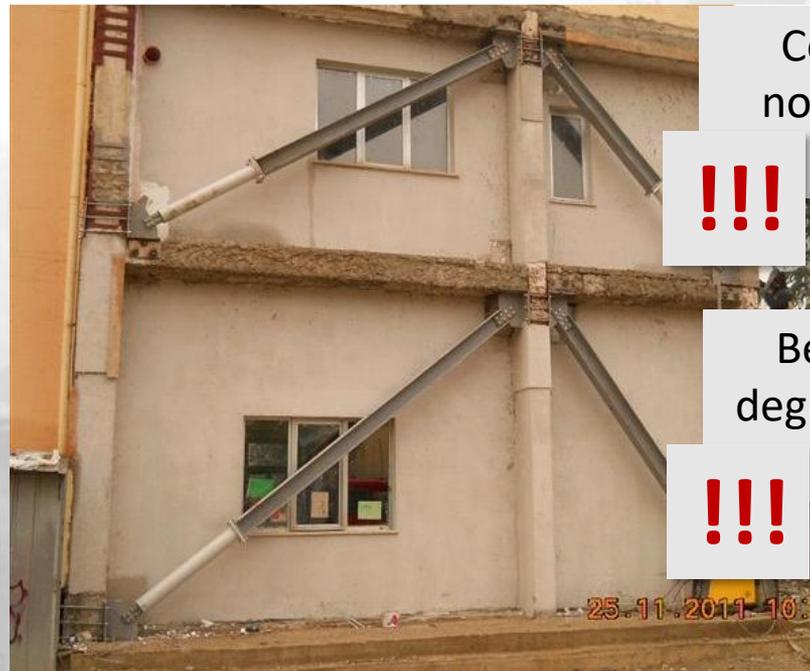
OBIETTIVI



BARRIERE

NECESSITÀ DI RILOCARE
GLI ABITANTI
COSTI
DURATA DEI LAVORI
CANTIERE IMPATTANTE

APPROCCIO TRADIZIONALE NON COMBINATO



Conforme a
normative di
setto



Beneficiano
degli incentivi
fiscali



SAFESUST ROADMAP (2015)

Concetto esteso di sostenibilità: ecoefficienza, resilienza e sicurezza devono essere perseguite contestualmente

- Strategie di riqualificazione integrata/olistica
- Superare le «barriere» per incrementare il tasso di retrofit

We cannot solve our problems
with the same thinking we used
when we created them.

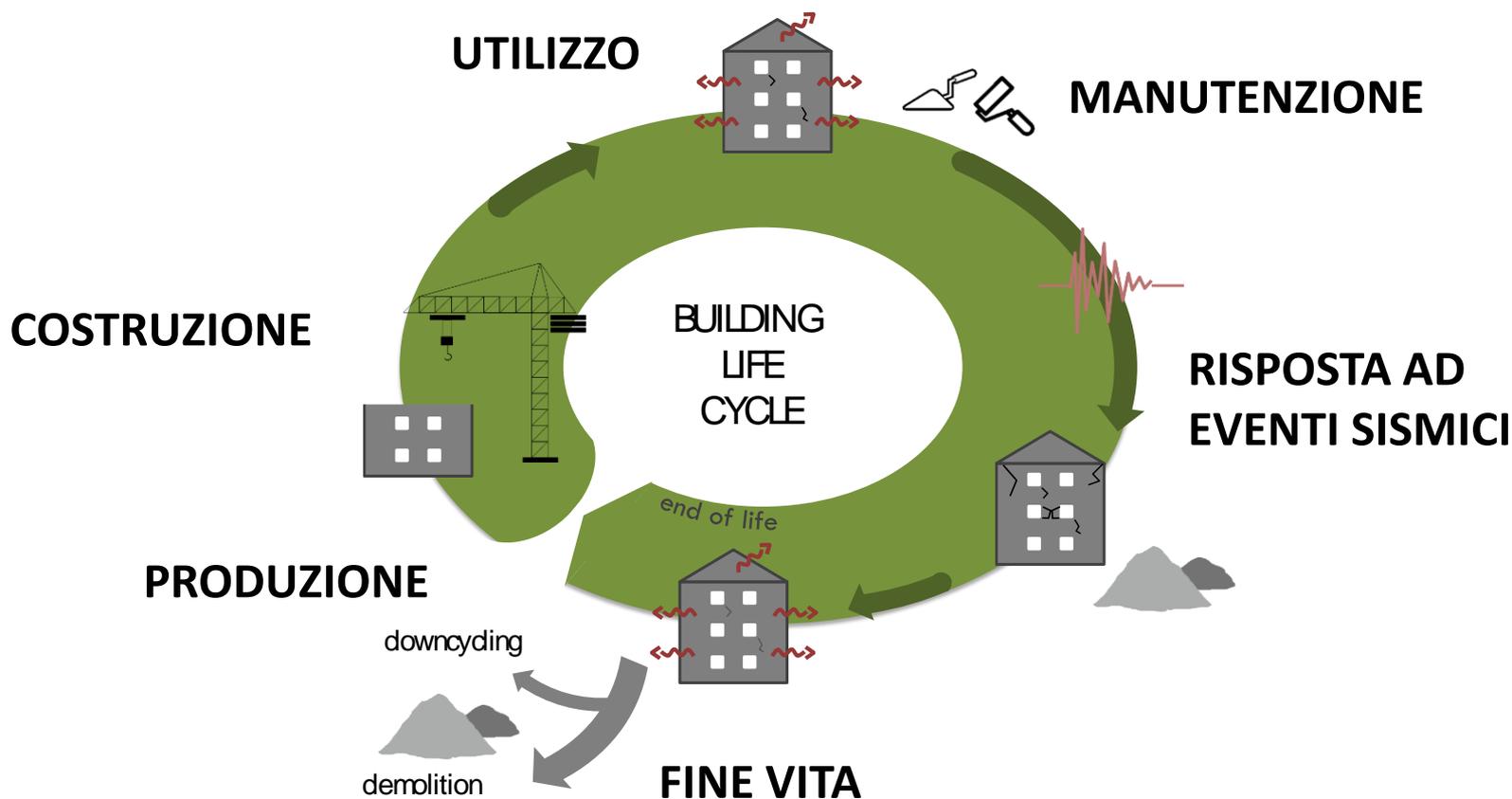
*[Non possiamo risolvere i problemi con lo stesso tipo di
pensiero che abbiamo usato quando li abbiamo creati]*

– Albert Einstein

LIFE CYCLE PERSPECTIVE

Progettazione per il ciclo di vita

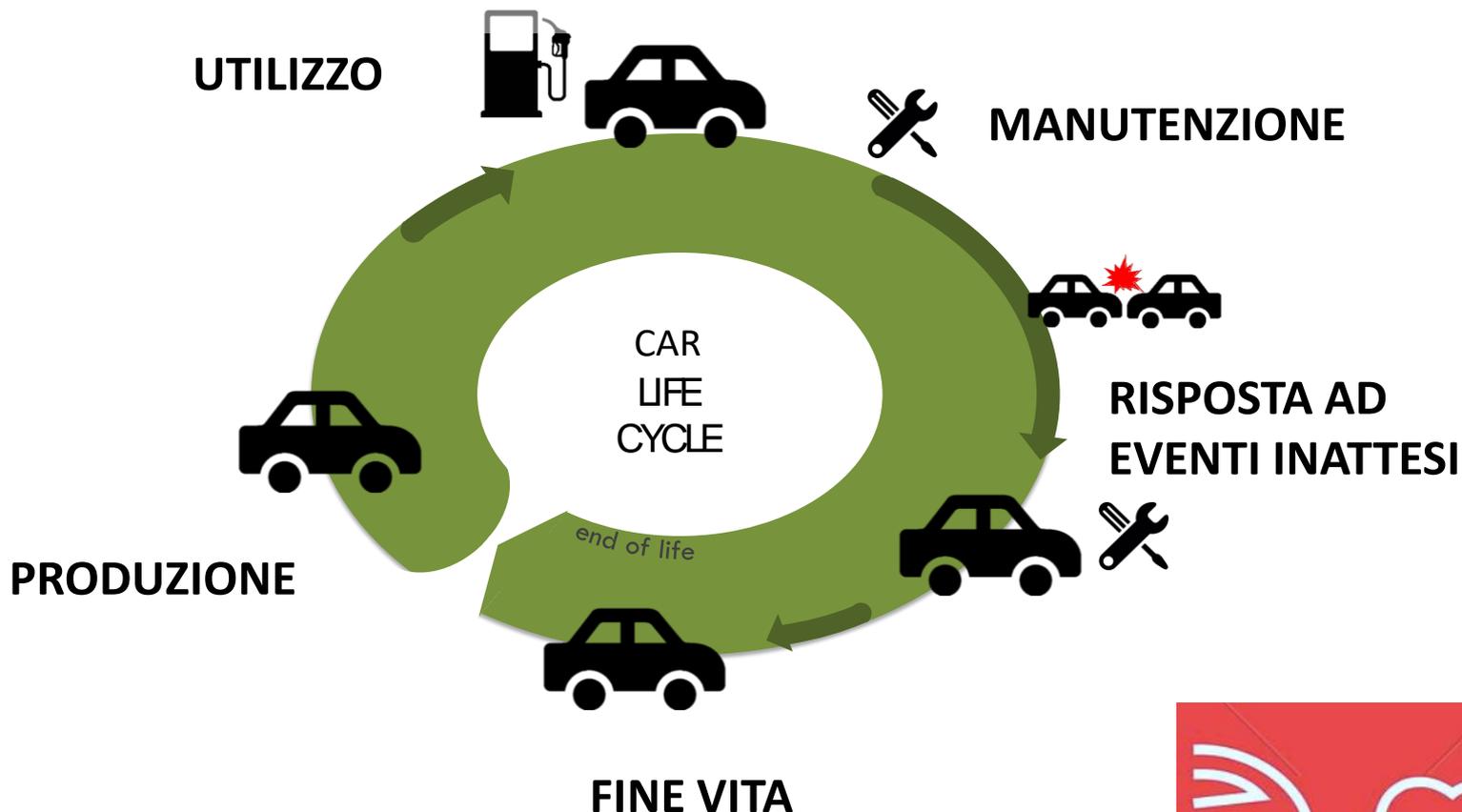
**PROGETTAZIONE CHE CONSIDERI LA RIDUZIONE DEGLI IMPATTI ECONOMICI,
AMBIENTALI E SOCIALI LUNGO TUTTO IL CICLO DI VITA DELL'EDIFICIO:**



LIFE CYCLE PERSPECTIVE

Progettazione per il ciclo di vita

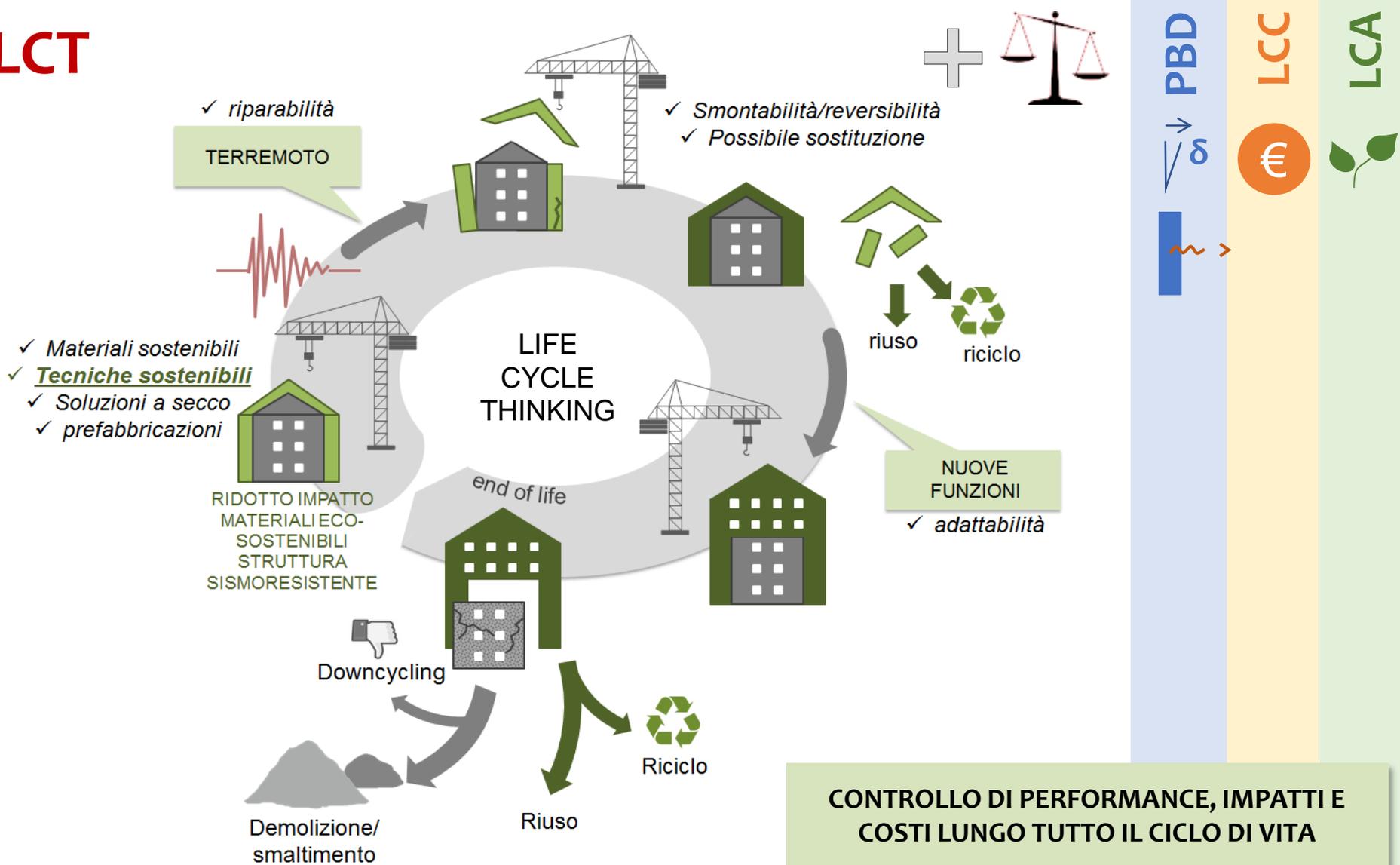
**PROGETTAZIONE CHE CONSIDERI LA RIDUZIONE DEGLI IMPATTI ECONOMICI,
AMBIENTALI E SOCIALI LUNGO TUTTO IL CICLO DI VITA DELL'EDIFICIO:**



LIFE CYCLE THINKING

un nuovo modo di concepire il progetto dell'edificio

LCT



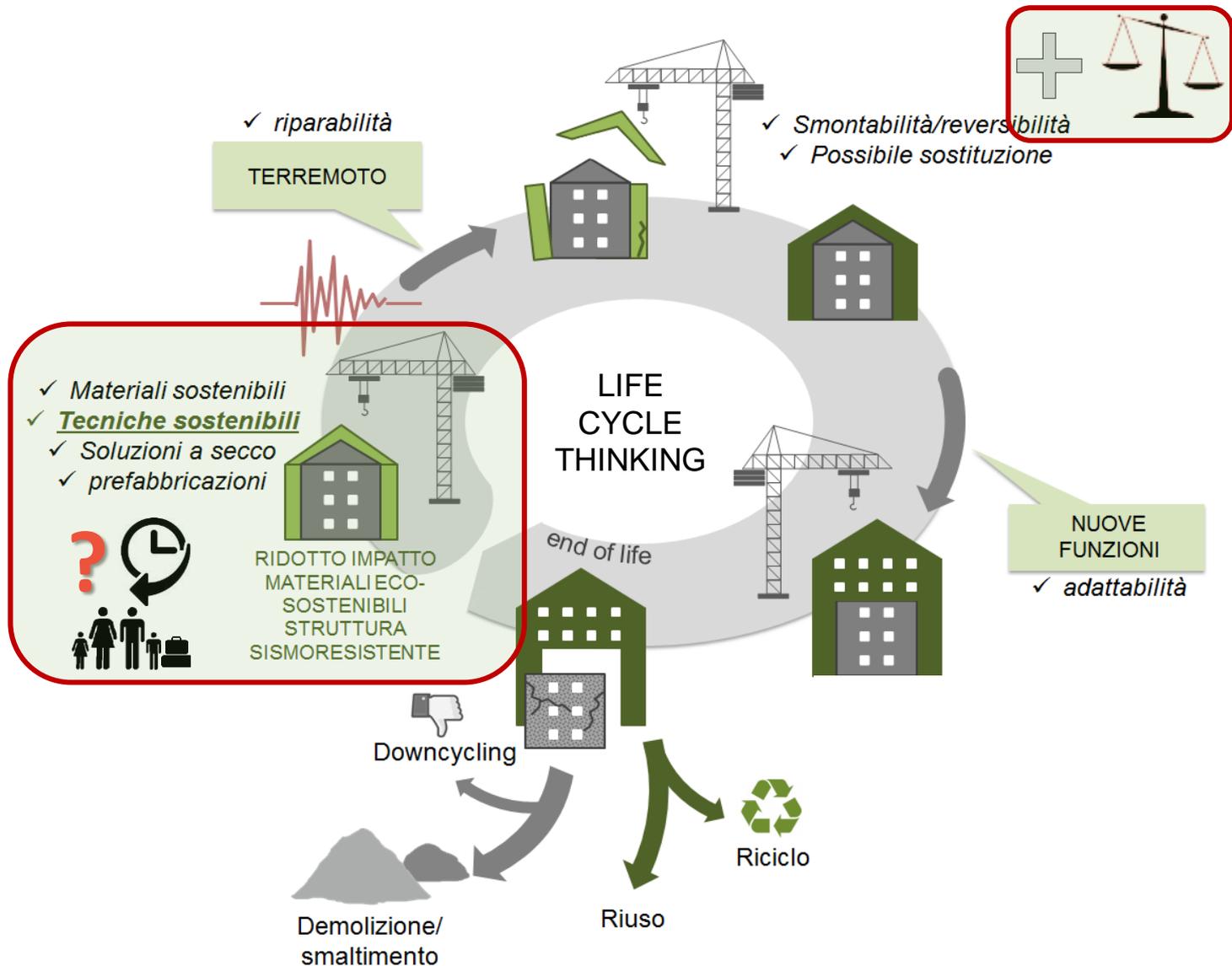
LIFE CYCLE THINKING

un nuovo modo di concepire il progetto dell'edificio

OBIETTIVI: SICUREZZA, RESILIENZA, SOSTENIBILITÀ

CONTROLLO DI
PERFORMANCE, IMPATTI
E COSTI LUNGO TUTTO IL
CICLO DI VITA

- ✓ **MATERIALI E
TECNICHE
SOSTENIBILI**
- ✓ SMONTABILITÀ
- ✓ FACILITÀ
MANUTENZIONE,
- ✓ RIPARABILITÀ DOPO
UN TERREMOTO
- ✓ MASSIMA
FLESSIBILITÀ
- ✓ ADATTABILITÀ
(integrabile con nuovi
component e
compatibili con
strategie di
riqualificazione
incrementale)



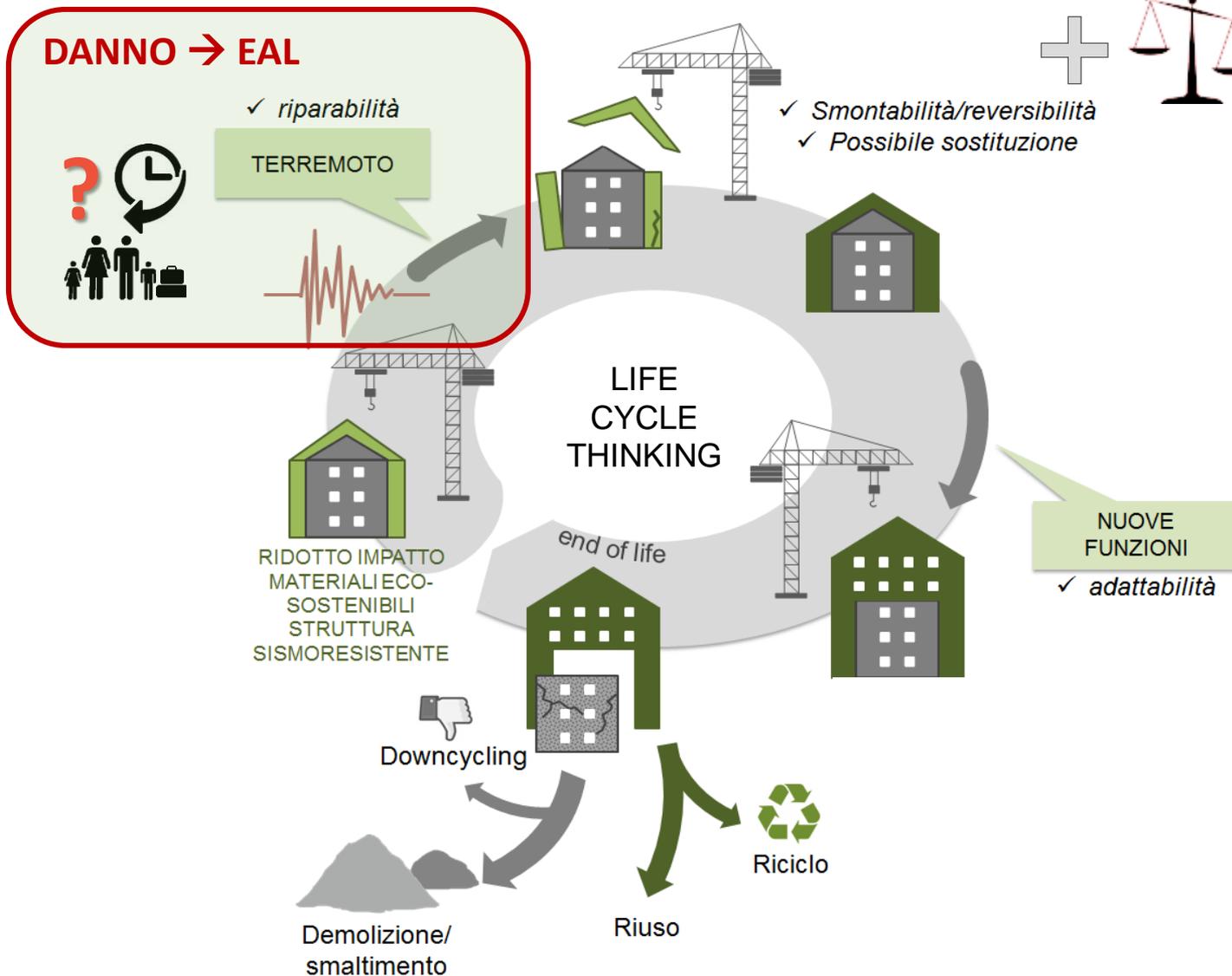
LIFE CYCLE THINKING

un nuovo modo di concepire il progetto dell'edificio

OBIETTIVI: SICUREZZA, RESILIENZA, SOSTENIBILITÀ

CONTROLLO DI
PERFORMANCE, IMPATTI
E COSTI LUNGO TUTTO IL
CICLO DI VITA

- ✓ MATERIALI E
TECNICHE
SOSTENIBILI
- ✓ SMONTABILITÀ
- ✓ FACILITÀ
MANUTENZIONE,
- ✓ **RIPARABILITÀ DOPO
UN TERREMOTO**
- ✓ MASSIMA
FLESSIBILITÀ
- ✓ ADATTABILITÀ
(integrabile con nuovi
component e
compatibili con
strategie di
riqualificazione
incrementale)



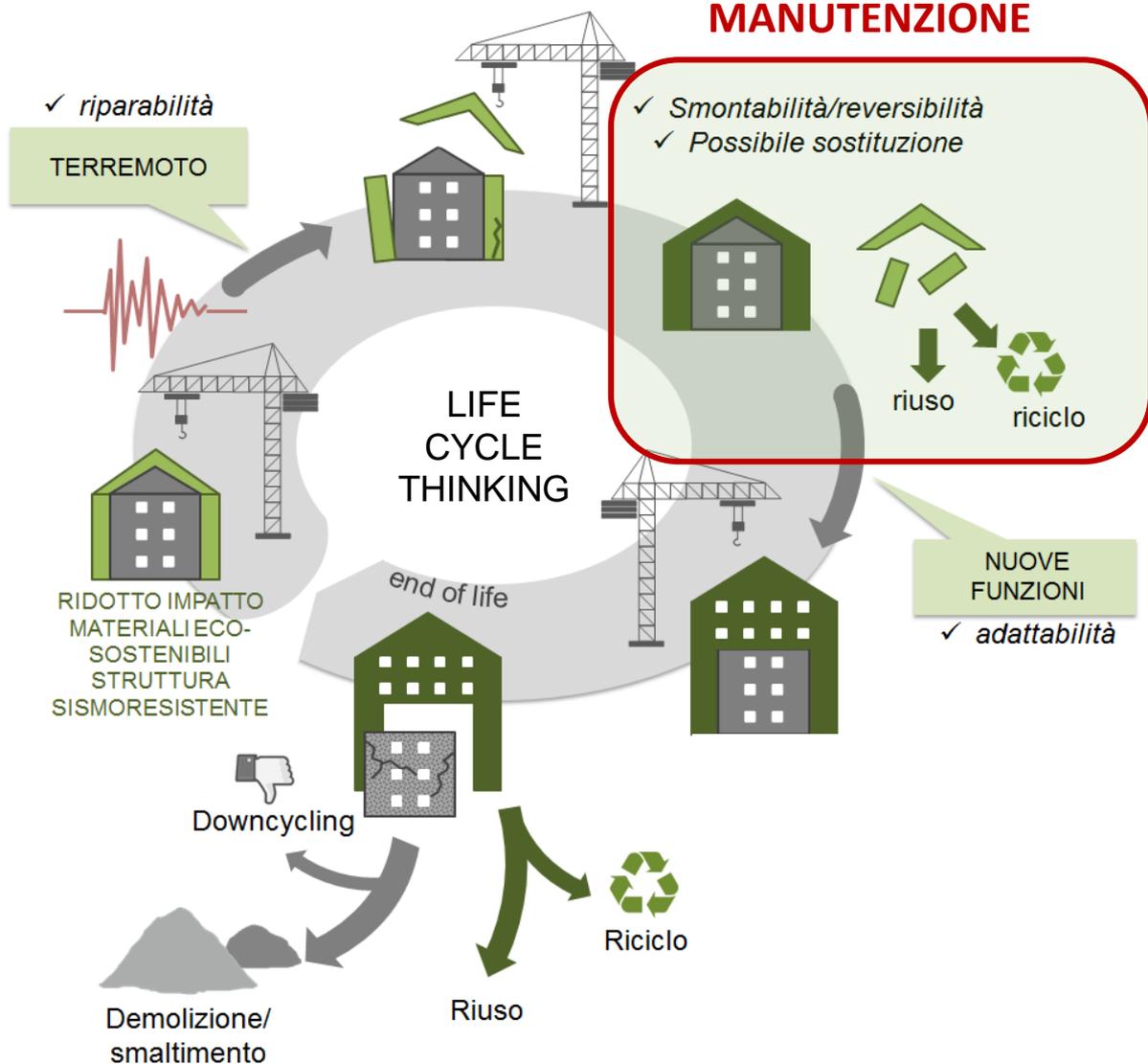
LIFE CYCLE THINKING

un nuovo modo di concepire il progetto dell'edificio

OBIETTIVI:
SICUREZZA, RESILIENZA,
SOSTENIBILITÀ

CONTROLLO DI
PERFORMANCE, IMPATTI
E COSTI LUNGO TUTTO IL
CICLO DI VITA

- ✓ MATERIALI E TECNICHE SOSTENIBILI
- ✓ **SMONTABILITÀ**
- ✓ **FACILITÀ**
- MANUTENZIONE,**
- ✓ RIPARABILITÀ DOPO UN TERREMOTO
- ✓ **MASSIMA FLESSIBILITÀ**
- ✓ **ADATTABILITÀ**
(integrabile con nuovi component e compatibili con strategie di riqualificazione incrementale)



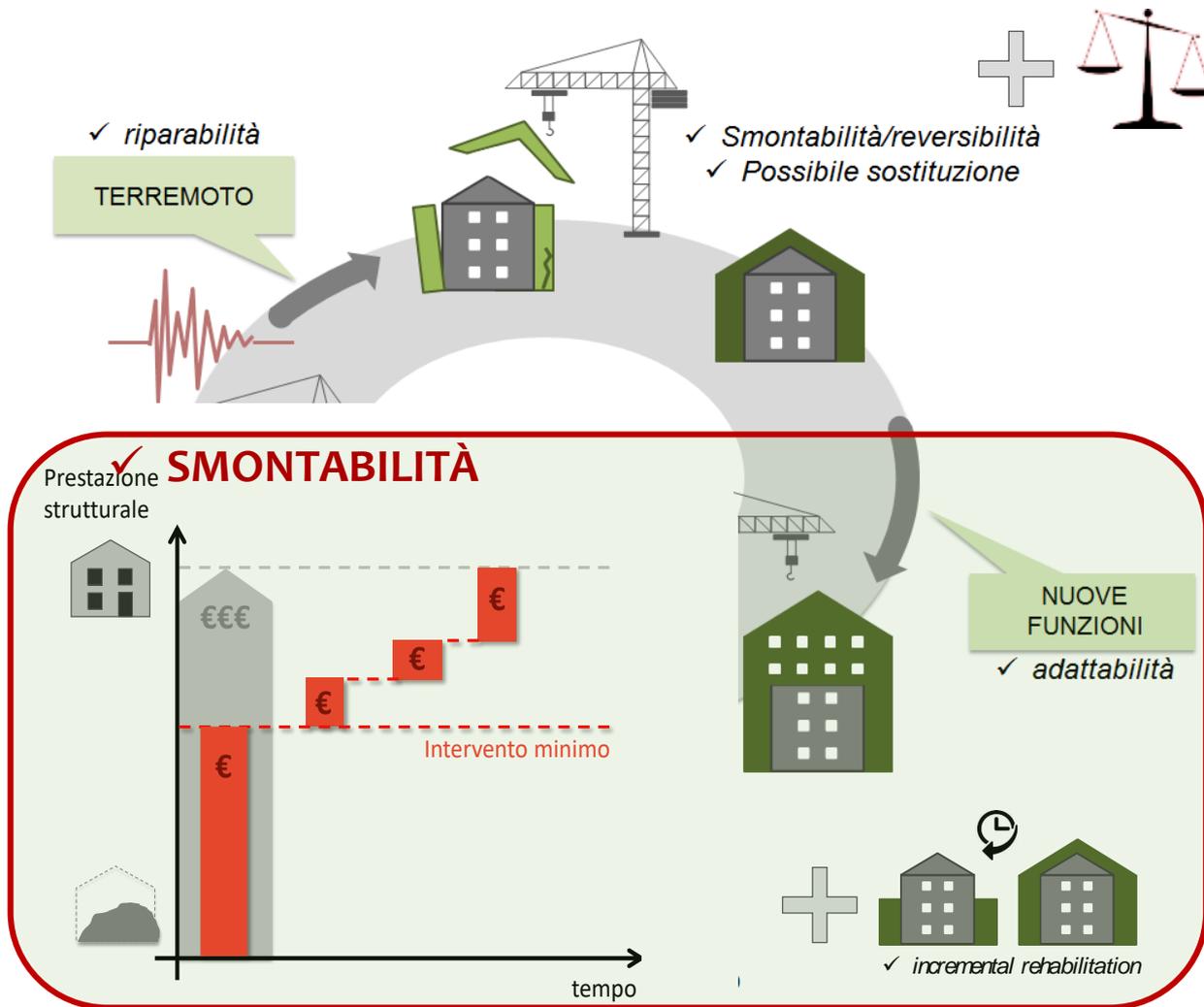
LIFE CYCLE THINKING

un nuovo modo di concepire il progetto dell'edificio

OBIETTIVI: SICUREZZA, RESILIENZA, SOSTENIBILITÀ

CONTROLLO DI
PERFORMANCE, IMPATTI
E COSTI LUNGO TUTTO IL
CICLO DI VITA

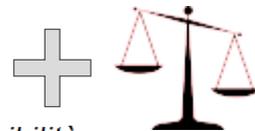
- ✓ MATERIALI E
TECNICHE
SOSTENIBILI
- ✓ SMONTABILITÀ
- ✓ FACILITÀ
MANUTENZIONE,
- ✓ RIPARABILITÀ DOPO
UN TERREMOTO
- ✓ MASSIMA
FLESSIBILITÀ
- ✓ **ADATTABILITÀ**
(integrabile con nuovi
component e
compatibili con
strategie di
riqualificazione
incrementale)



+ RIAB. INCREMENTALE

LIFE CYCLE THINKING

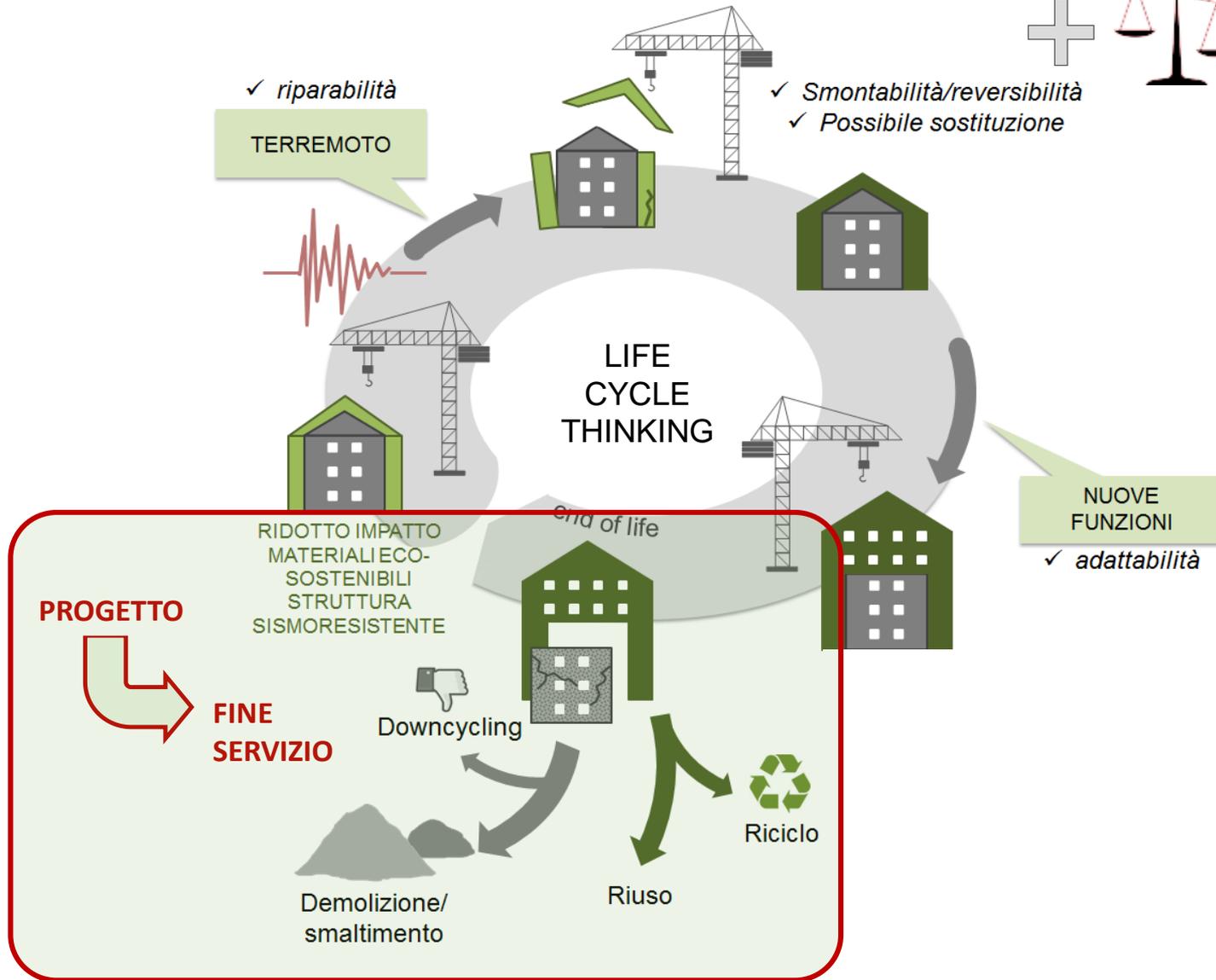
un nuovo modo di concepire il progetto dell'edificio



OBIETTIVI: SICUREZZA, RESILIENZA, SOSTENIBILITÀ

CONTROLLO DI
PERFORMANCE, IMPATTI
E COSTI LUNGO TUTTO IL
CICLO DI VITA

- ✓ **MATERIALI E TECNICHE SOSTENIBILI**
- ✓ **SMONTABILITÀ**
- ✓ FACILITÀ MANUTENZIONE,
- ✓ RIPARABILITÀ DOPO UN TERREMOTO
- ✓ MASSIMA FLESSIBILITÀ
- ✓ ADATTABILITÀ (facilmente integrabile con nuovi component E compatibili con strategie di riqualificazione incrementale)



LIFE CYCLE THINKING

un nuovo modo di concepire il progetto dell'edificio

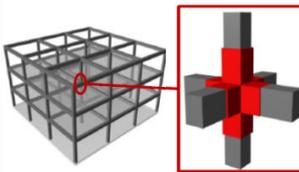
PBD

LCC

LCA

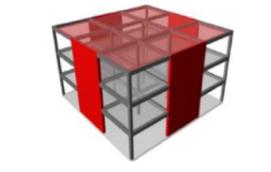
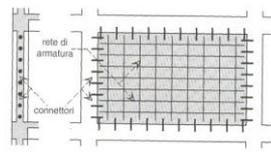


Rinforzo dei nodi

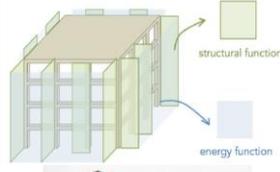


- Dismissione edificio
- Demolizione finiture incide sul costo
- Rifiuti
- ...

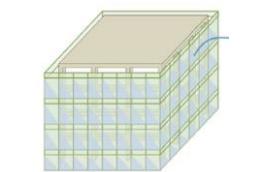
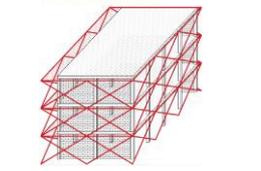
Rinforzo di alcune campate del telaio tamponato

Rinforzo dall'esterno con pareti in acciaio

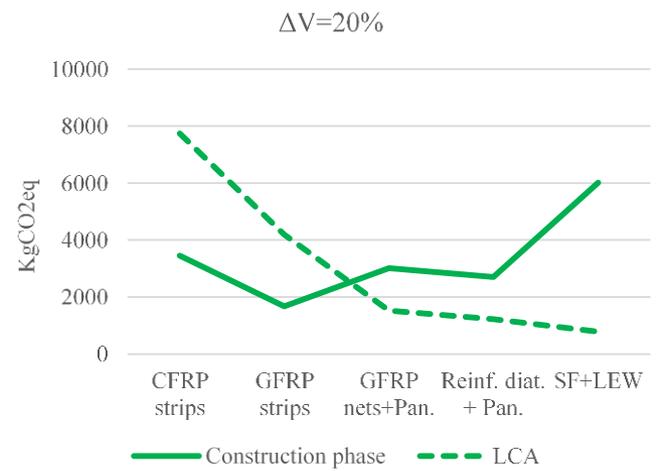
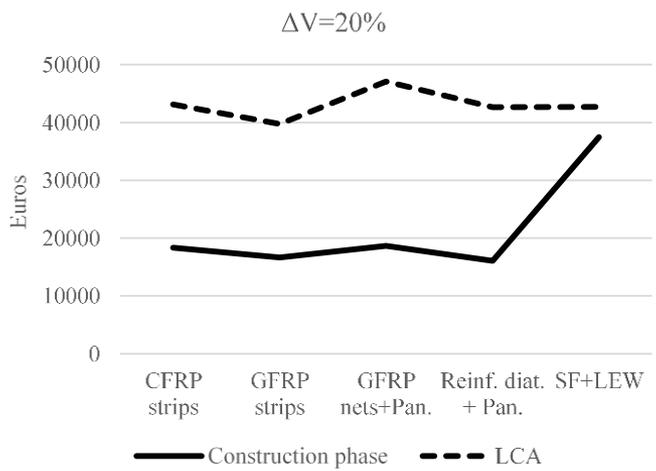



Rinforzo dall'esterno con guscio

...
Altre
...
?

STESSE PERFORMANCE STRUTTURALI MA DIFFERENTI COSTI E IMPATTI



PBD



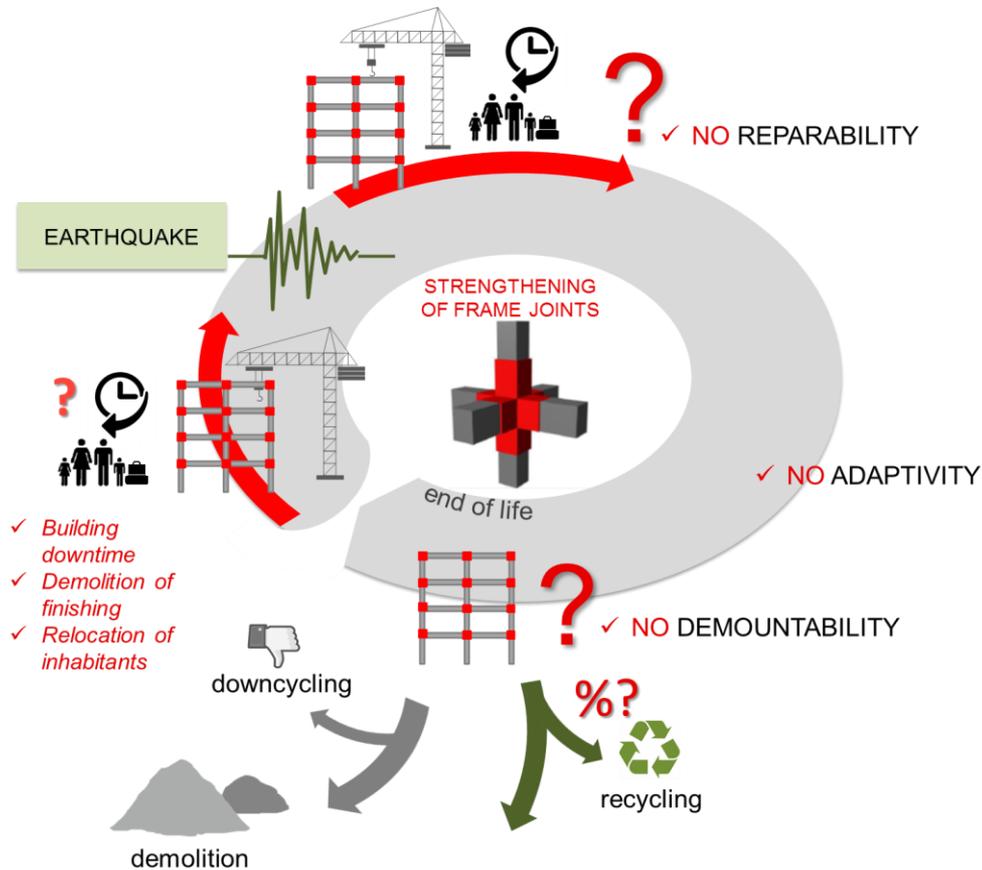
LCC



LCA



LCT



CRITICITÀ:

- DEMOLIZIONE PARZIALE DELLE FINITURE
- RILOCAZIONE DEGLI ABITANTI
- NO RIPARABILITÀ IN CASO DI TERREMOTO
- NO ADATTABILITÀ



PBD

δ

\rightarrow

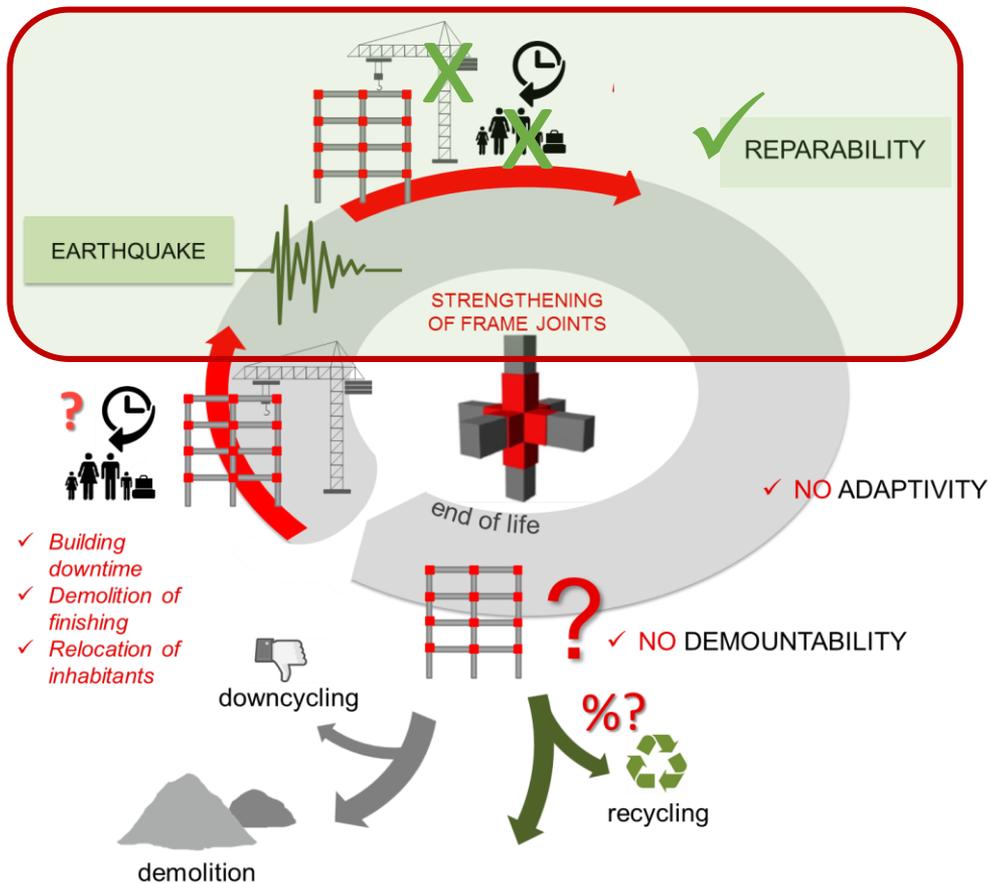
LCC

€

LCA



LCT



REVISIONE:

→ PARAMETRI DI PROGETTO PIÙ STRINGENTI PER LIMITARE IL DANNO E LE RIPARAZIONI

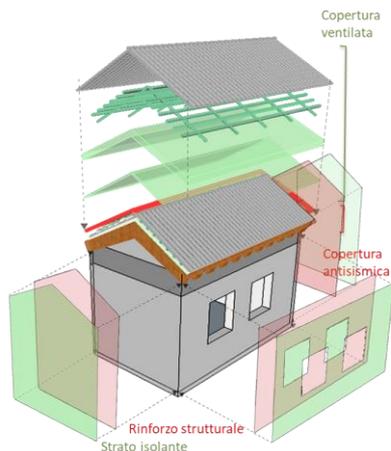
→ INTERVENTI POST TERREMOTO ANZICHÈ MISURE PREVENTIVE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO



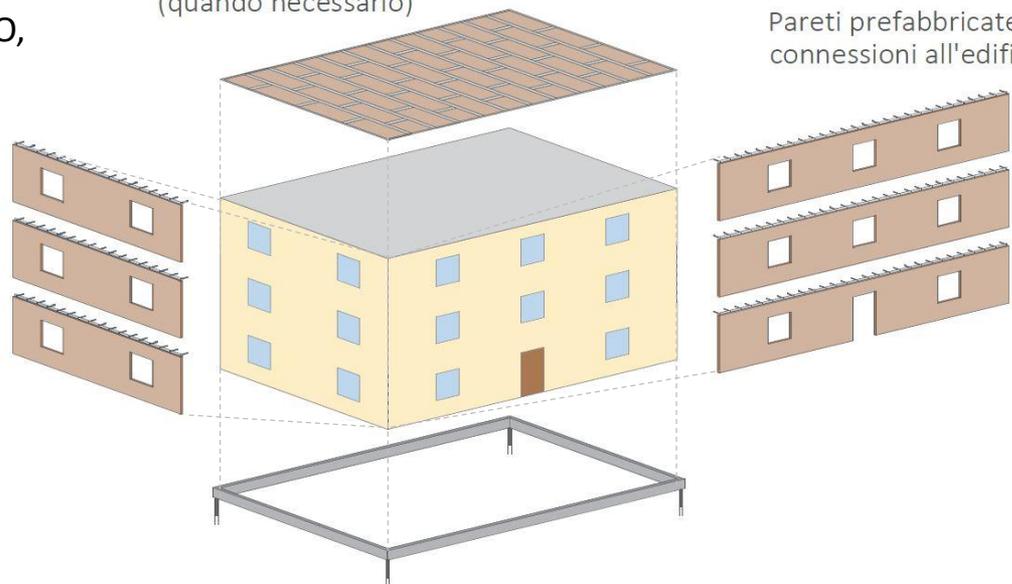
ESOSCHELETRO A GUSCIO

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO, RINFORZO SISMICO,
RESTYLING ARCHITETTONICO

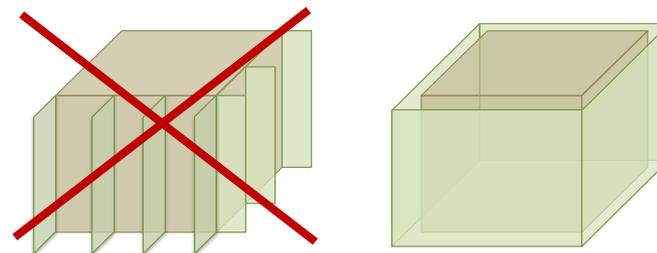
LCT



Diaframma sismico
(quando necessario)

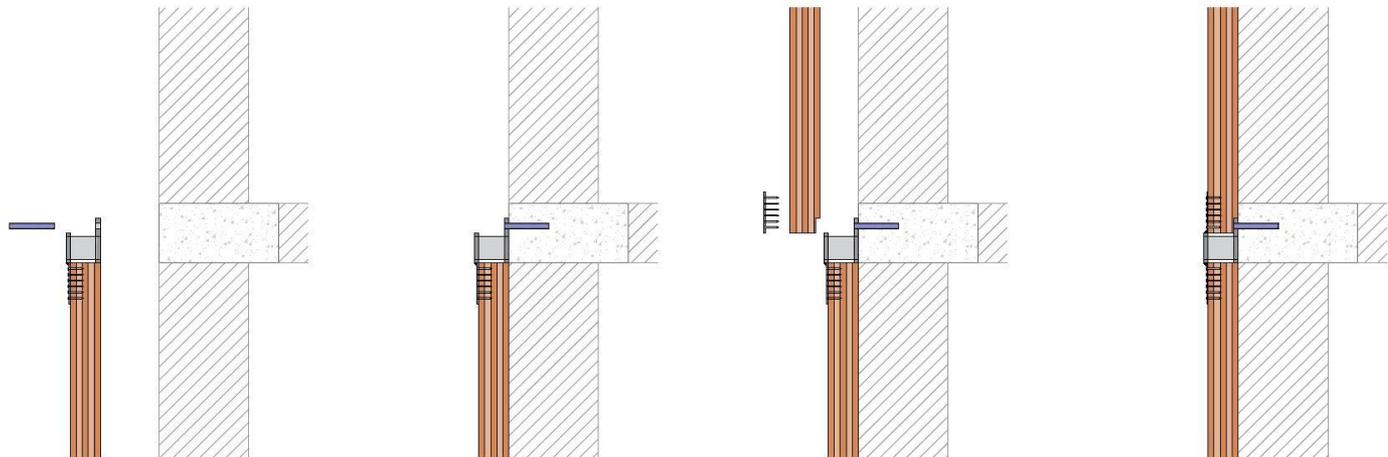
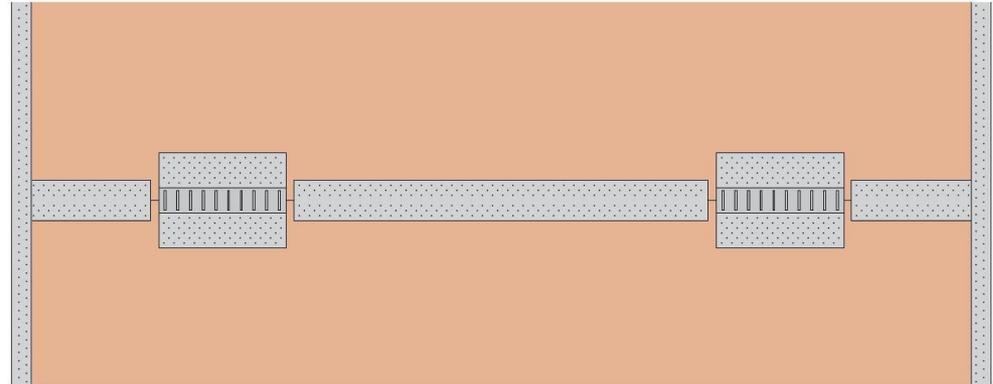
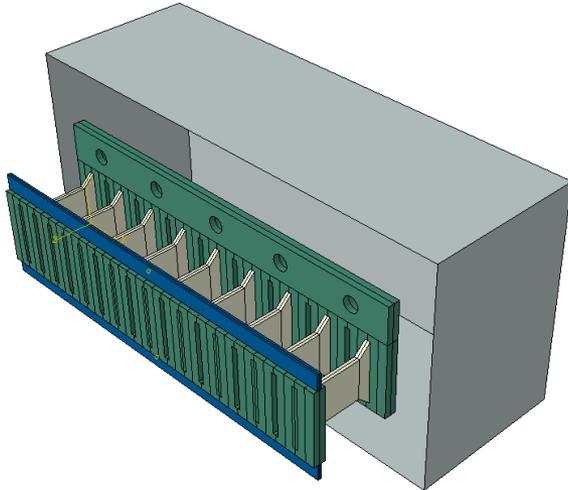


- ✓ PRODUZIONE OFF-SITE COMPONENTI
PREFABBRICAZIONE O MICRO-PREFABBRICAZIONE
- ✓ APPLICATO ALL'ESTERNO
- ✓ SMONTAGGIO SELETTIVO E RICICLO A FINE VITA



- ✓ ESOSCHELETRO A GUSCIO (MINIMO IMPATTO E COSTI PER OPERE DI FONDAZIONE)

- ✓ CONNESSIONI STANDARDIZZATE (LOCALIZZAZIONE DANNO, SOSTITUIBILI DOPO IL TERREMOTO, E PER SMONTAGGIO A FINE VITA)



- ✓ APPLICAZIONE AD UNA PALESTRA (27x13x7,5mc) SITA IN BRESCIA, ex ZONA SISMICA 2, REGIONE CLIMATICA E



Classe energetica: E → B [Cond. Invernali: il carico termico passa da 63338 kWh a 31343 kWh (-50.51%); per climatizzazione estiva il salto è da 21137 kWh a 8851 kWh (-58.12%)]

Classe sismica: F → A

Costo costruzione: 380€/mq guscio (pareti+copertura) [30% EN, 30% STR]

Tempi di realizzazione (no covid) 4/5 mesi – 1 squadra di 3 uomini

- ✓ APPLICAZIONE AD UNA PALESTRA (27x13x7,5mc) SITA IN BRESCIA, ex ZONA SISMICA 2, REGIONE CLIMATICA E



Classe energetica: E → B [Cond. Invernali: il carico termico passa da 63338 kWh a 31343 kWh (-50.51%); per climatizzazione estiva il salto è da 21137 kWh a 8851 kWh (-58.12%)]

Classe sismica: F → A

Costo costruzione: 380€/mq guscio (pareti+copertura) [30% EN, 30% STR]

Tempi di realizzazione (no covid) 4/5 mesi – 1 squadra di 3 uomini

- ✓ ESTENSIONE DELLE SOLUZIONI PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E IL RESTILING ARCHITETTONICO PROPOSTE IN EUROPA PENSATE

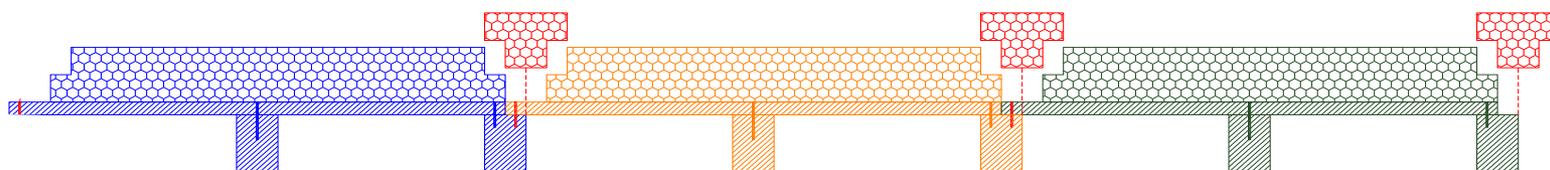
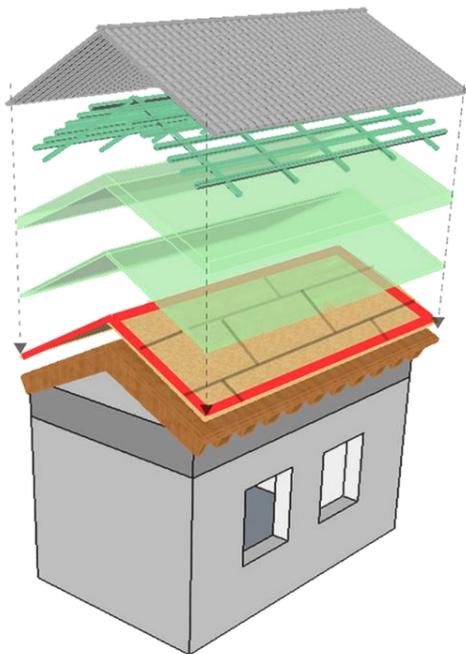
ENERGIESPRONG PROJECT



MODULI PREFABBRICATI PER RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E ARCHITETTONICA

ref: www.energiesprong.org

COPERTURE ANTISISMICHE AD ALTA EFFICIENZA TERMICA

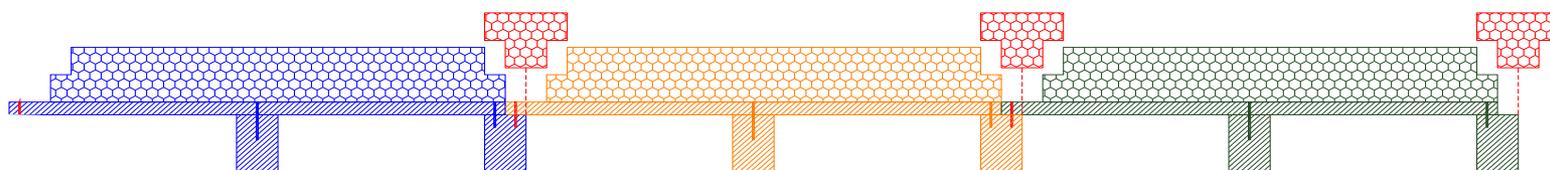
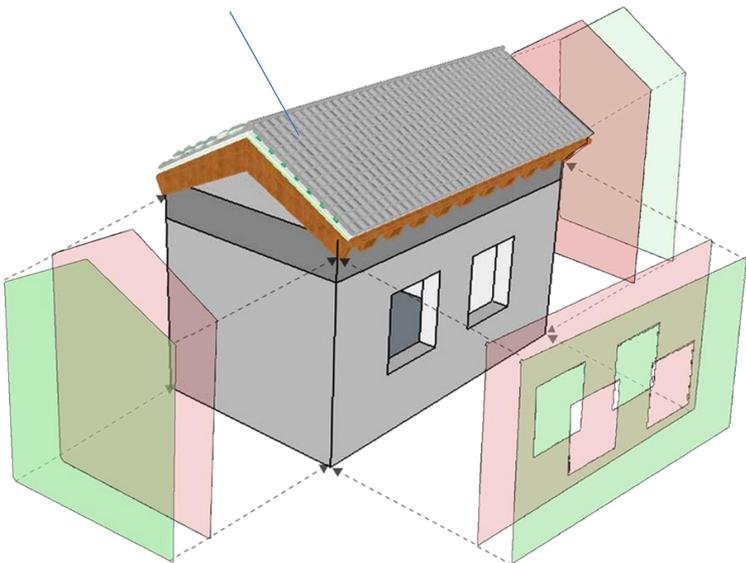


✓ IMPIEGABILE IN PROGETTI DI RIQUALIFICAZIONE INCREMENTALE

COPERTURE ANTISISMICHE AD ALTA EFFICIENZA TERMICA

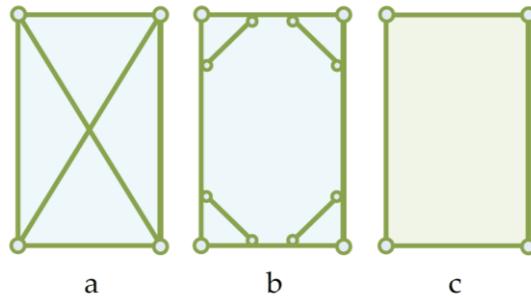
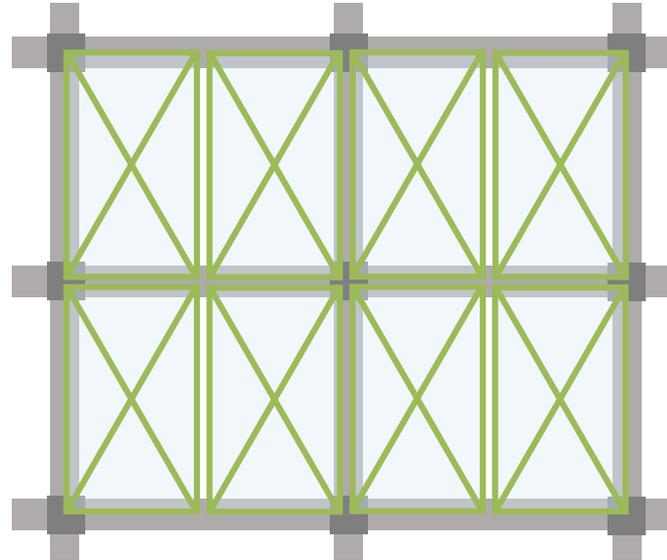
COPERTURA ANTISISMICA
– TERMICA COMPLETATA
CON LO STEP 1

STEP 2

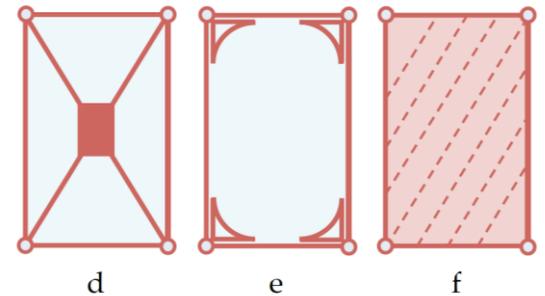


✓ IMPIEGABILE IN PROGETTI DI RIQUALIFICAZIONE INCREMENTALE

CURTAIN WALLS RE-INGEGNERIZZATE

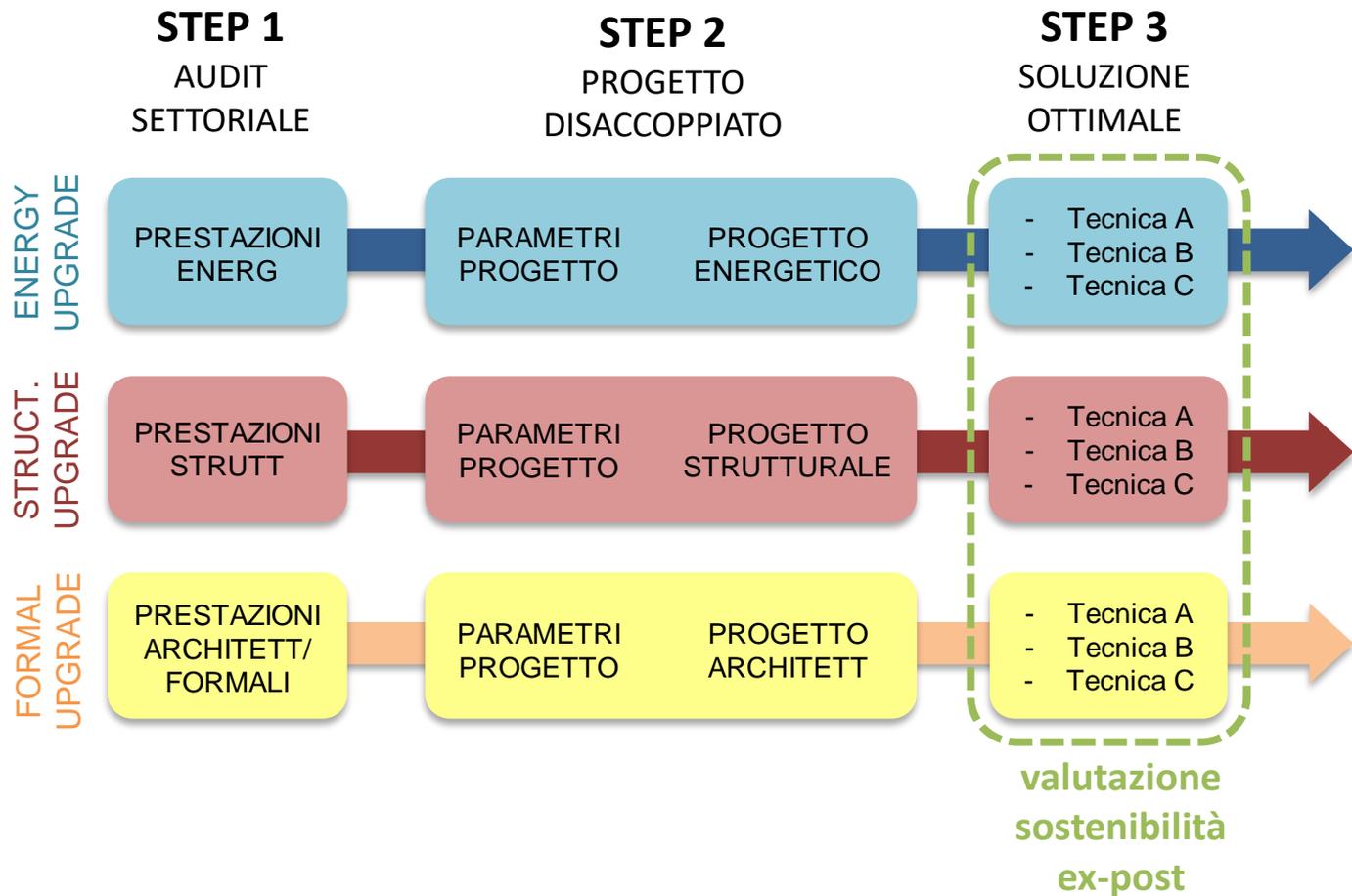


NON-DISSIPATIVE

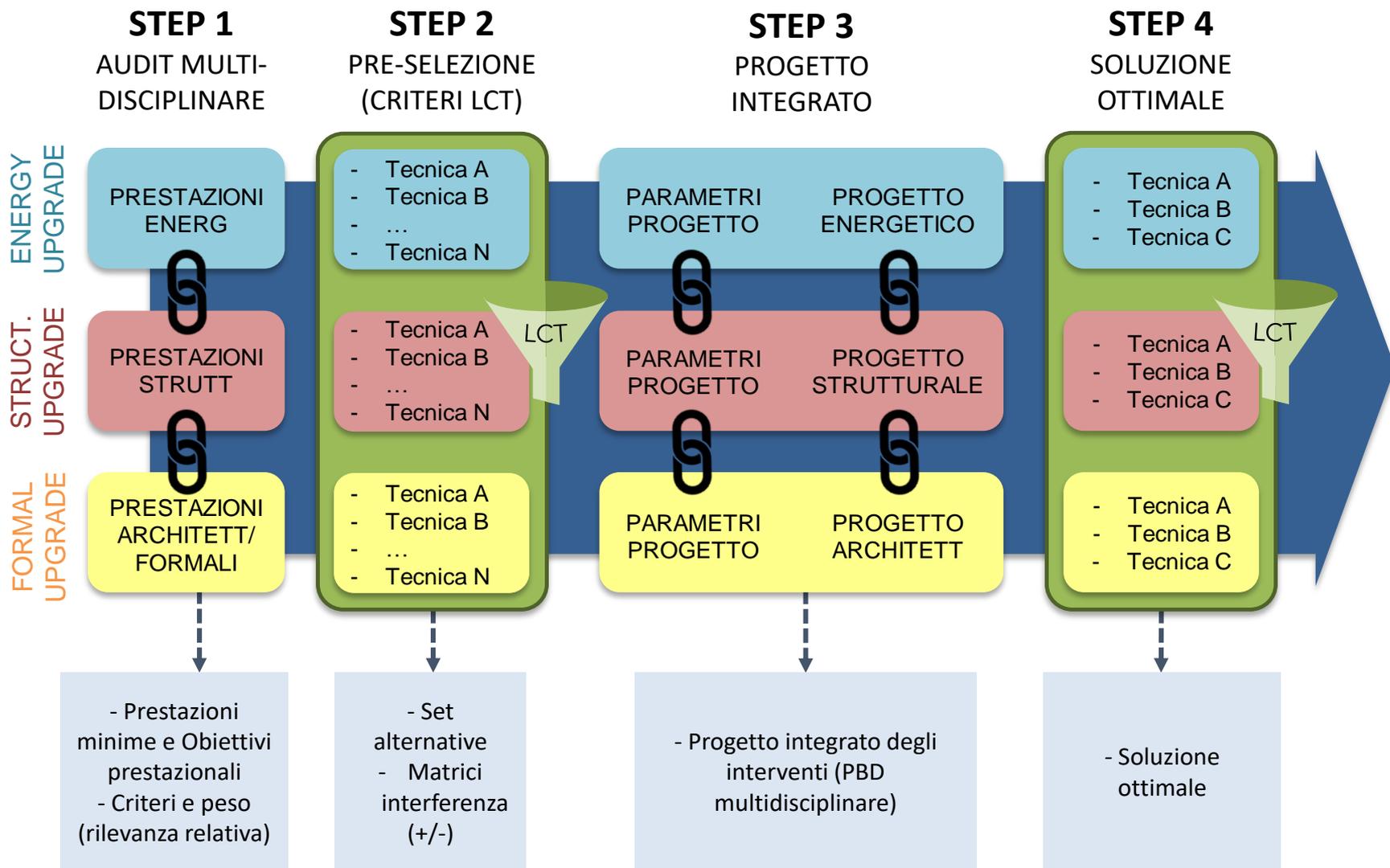


DISSIPATIVE

APPROCCIO TRADIZIONALE DISACCOPPIATO

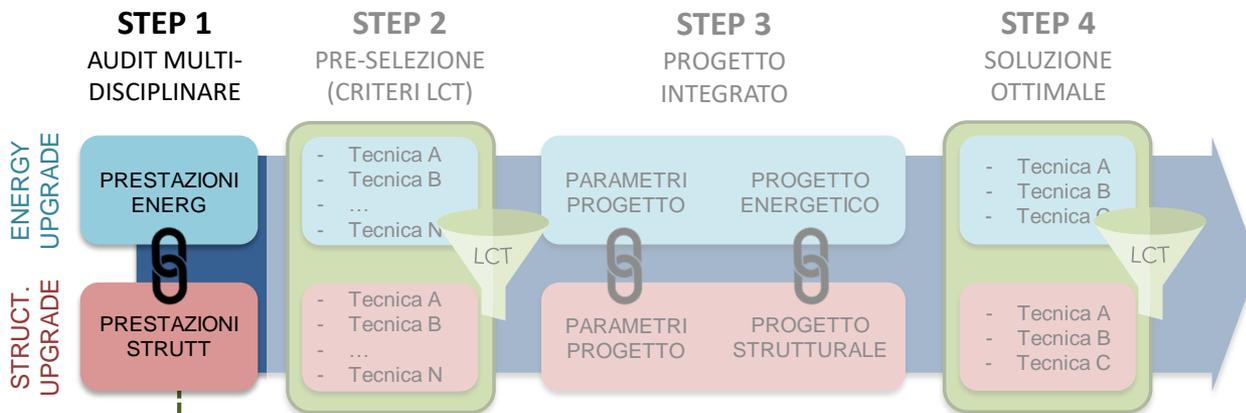


NUOVO APPROCCIO INTEGRATO



LCT IN PRATICA - C

FRAMEWORK PER LA PROGETTAZIONE INTEGRATA

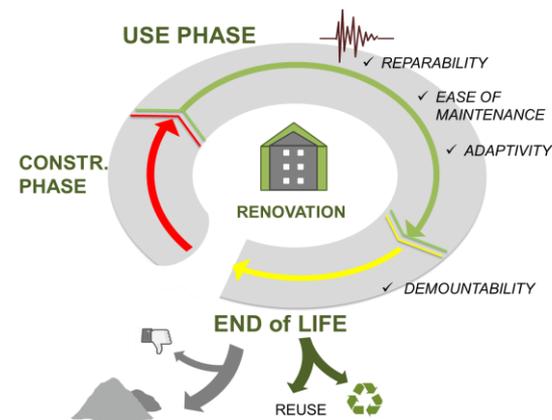


- Carenze energetiche, strutturali, architettoniche, ...
- Pericolosità sismica, zona climatica, vincoli urbanistici, ...
- Barriere economiche (budget), sociali, ...



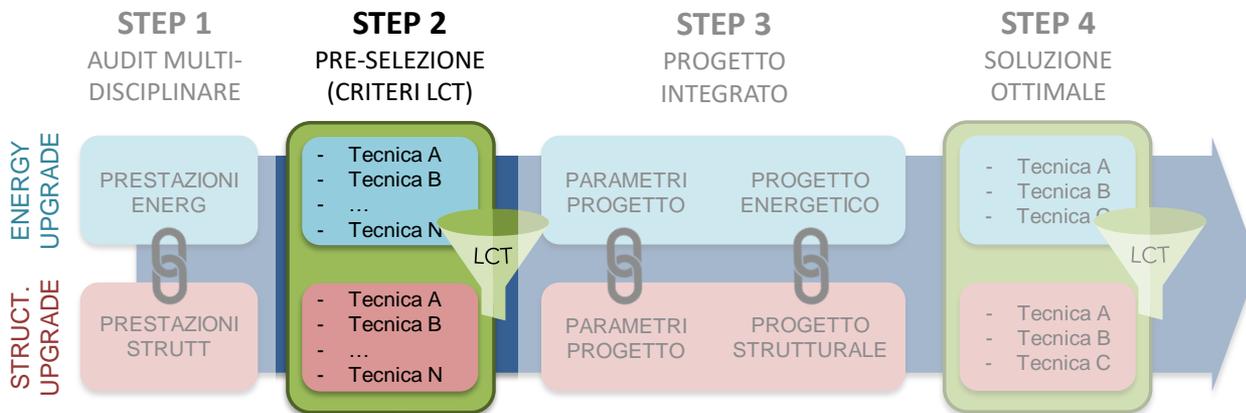
- **Prestazioni minime/Obiettivi prestazionali multicriterio**
- **Criteri (barriere + LCT) + peso**

	CRITERI	PESO [0 - 1]
SOCIALE	Durata dei lavori	0.5
	Spazio intorno all'edificio	0
	...	
	Intervento da fuori	1
AMBIENTALE	Prefabbricazione/soluzioni a secco	0.8
	Riciclabilità	0.6
	Impatti connessi riparazione	0.6
	...	
ECON.	Costo dell'intervento	0.9
	...	



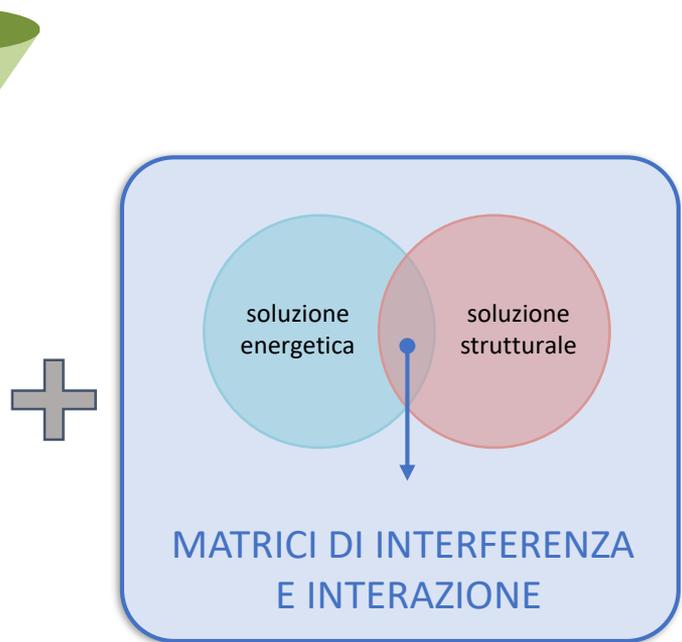
LCT IN PRATICA - C

FRAMEWORK PER LA PROGETTAZIONE INTEGRATA



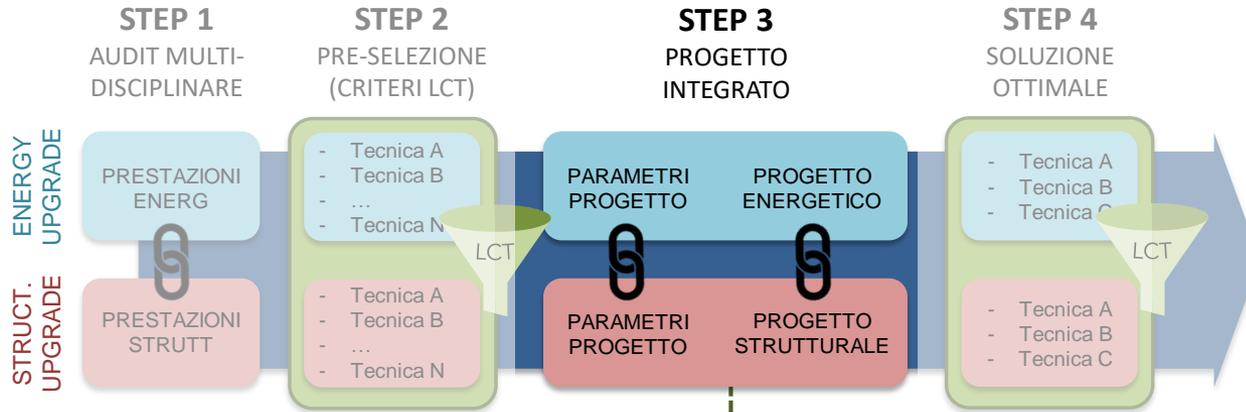
VALUTAZIONE QUALITATIVA

	CRITERI	PESO [0 - 1]	SOL OTTIMALE	SOL A	SOL B	...	SOL N
SOCIALE	Durata dei lavori	0.5					
	Spazio intorno all'edificio	0					
	Intervento da fuori	1	✓	✓	✓		✗
AMBIENTALE	Prefabbricazione/soluzioni a secco	0.8					
	Riciclabilità	0.6					
	Impatti connessi riparazione	0.6					
ECON.	Costo dell'intervento	0.9					
	...						



LCT IN PRATICA - C

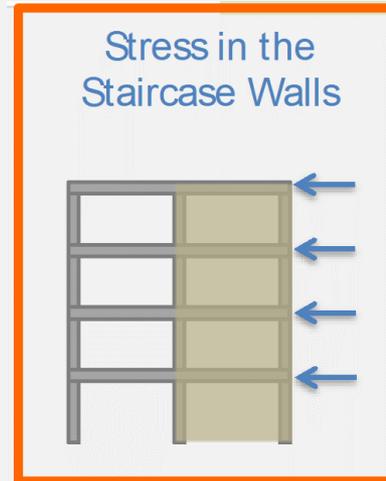
FRAMEWORK PER LA PROGETTAZIONE INTEGRATA



PBD INTEGRATO



NEW DRIFT TARGET TO CONSIDER INTERFERENCES WITH ENERGY CLADDING

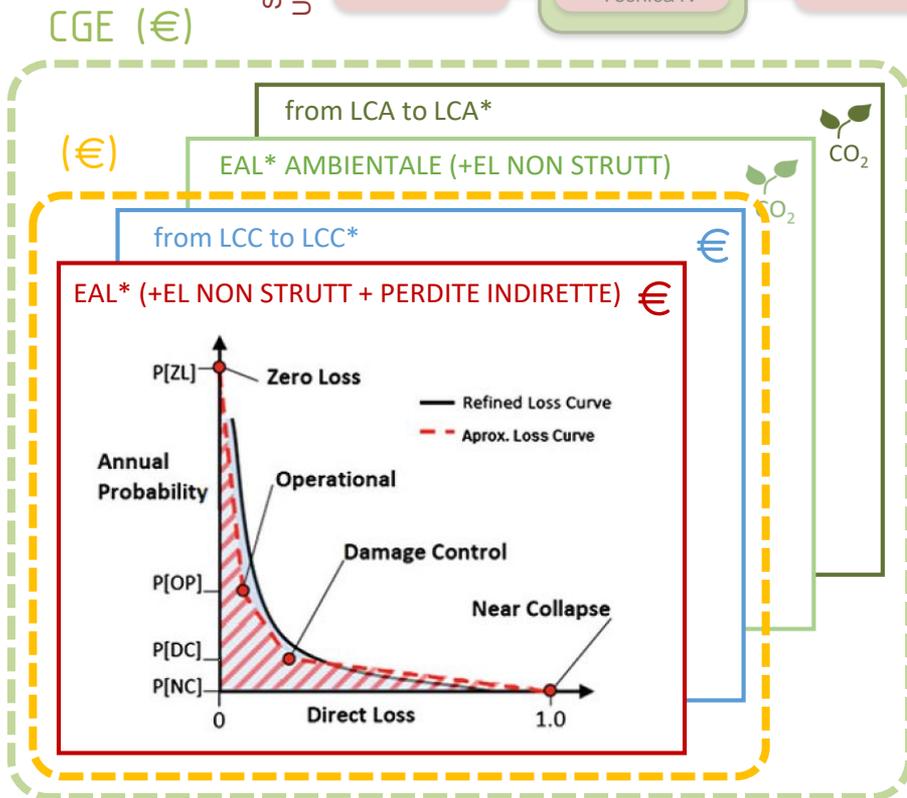
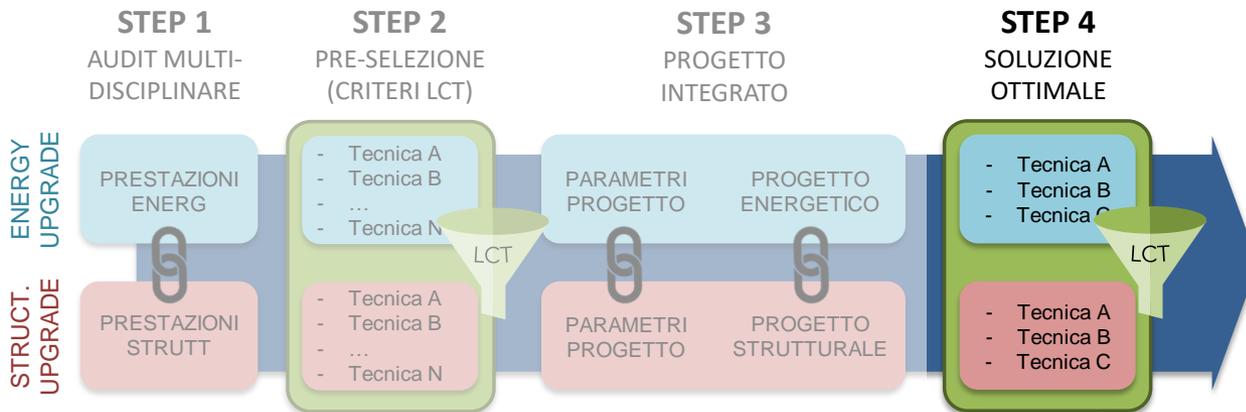


NEW DRIFT TARGET TO PROTECT THE ESCAPE ROUTE



LCT IN PRATICA - C

FRAMEWORK PER LA PROGETTAZIONE INTEGRATA



Matrice decisionale quantitativa

VALUTAZIONE QUANTITATIVA

LCT

		SOLUZIONE A	SOLUZIONE B	SOLUZIONE C
SOCIALE/ SICUREZZA	EAL			
	...			
AMBIENT	LCA*			
	...			
ECON.	LCC*			
	...			

B
C 1 A
2 3

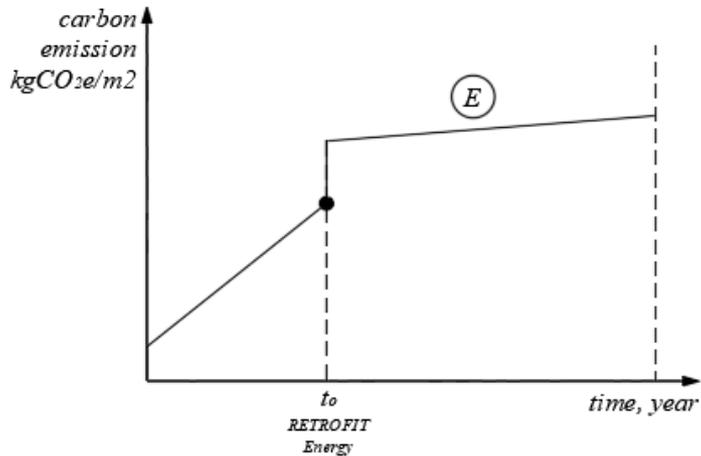
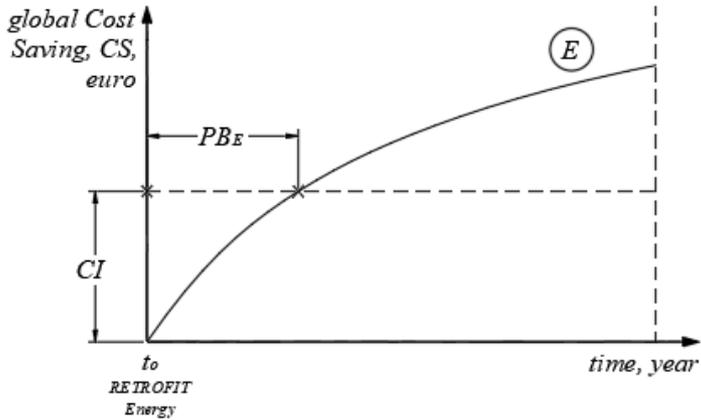
RANKING

- PARAMETRI SEMPLIFICATI DI COSTO E IMPATTO
- COSTO GLOBALE EQUIVALENTE (CGE)
- PERIODO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO

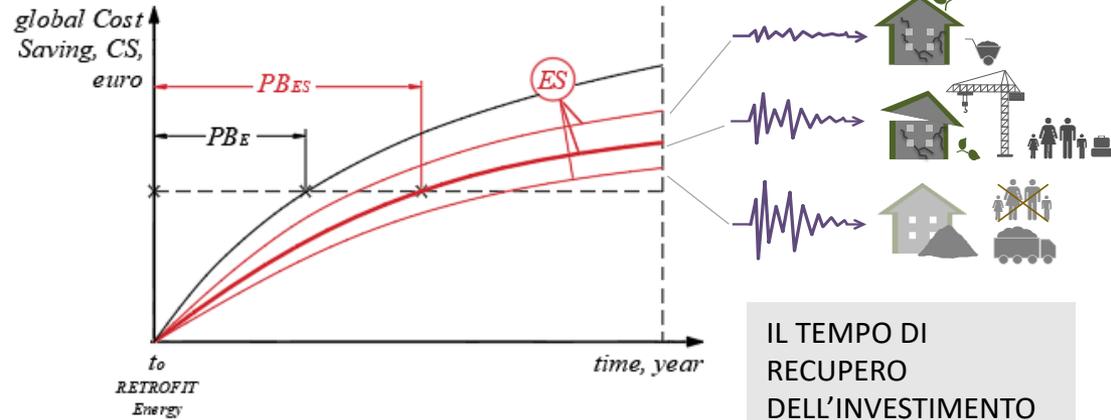
LCT IN PRATICA - C

EFFICACIA INTERVENTO SOLO ENERGETICO?

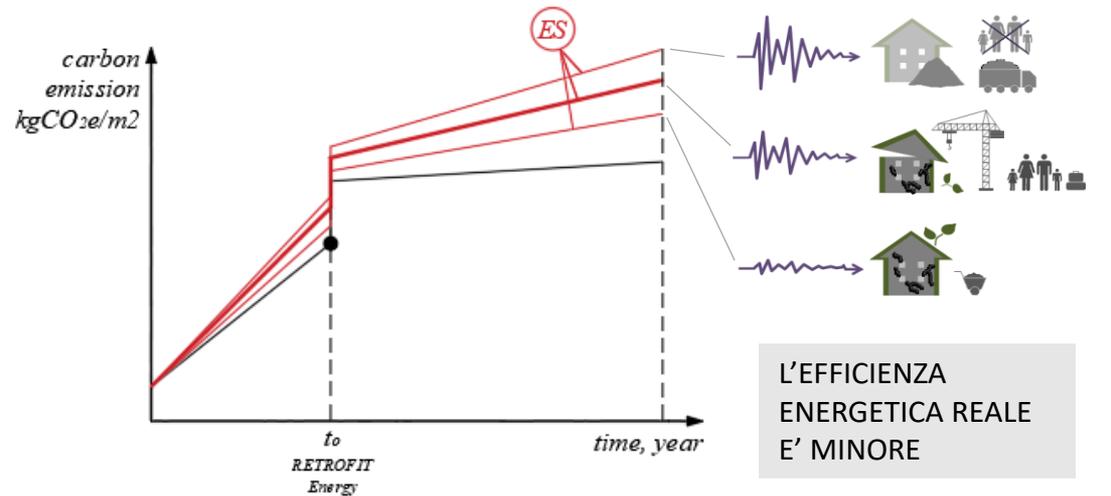
VALUTAZIONE CON APPROCCIO TRADIZIONALE (E)



VALUTAZIONE CON APPROCCIO INTEGRATO (ES)



IL TEMPO DI RECUPERO DELL'INVESTIMENTO CRESCE



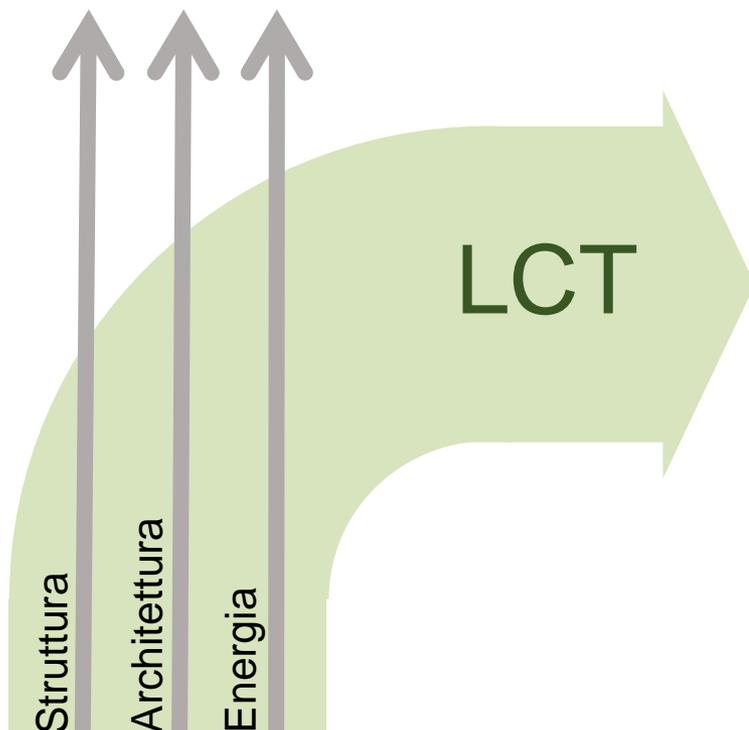
L'EFFICIENZA ENERGETICA REALE E' MINORE

LCT IN PRATICA

UNA GRANDE OPPORTUNITÀ



APPROCCIO DISACCOPPIATO
+ CODICI SETTORIALI



APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE/
INTEGRATO + LCT + PROG.
INTEGRATA

- ✓ **CAMBIAMENTO DI PARADIGMA
NELLA RIQUALIFICAZIONE
DELL'ESISTENTE**
- ✓ OPPORTUNITA' PER I TECNICI
- ✓ INNOVAZIONE SETTORE
COSTRUZIONI
- ✓ SOSTENIBILITÀ, SICUREZZA,
RESILIENZA DEL COSTRUITO



LCT IN PRATICA

UNA GRANDE OPPORTUNITÀ



Univ. della Basilicata
(prof. A. Masi)



Univ. Bergamo
(prof. A. Marini, A. Belleri,
C. Passoni, P. Riva)



Univ. Cagliari
(prof. M. Sassu)



Univ. Chieti-Pescara
(prof. E. Spacone)



IUSS, Pavia
(prof. GM. Calvi,
prof. R. Monteiro)



Univ Napoli Federico II
(prof. A. Prota, C. Menna)



Univ Napoli Parthenope
(prof. N. Caterino)



Univ di Pavia
(prof. R. Pinho)



Univ. di Pisa
(prof. L. Giresini)



Joint Research Centre
(P. Negro, E. Romano)

Grazie dell'attenzione!