



SALONE DELL'ECONOMIA, DELLA CONSERVAZIONE DELLE TECNOLOGIE E DELLA  
VALORIZZAZIONE DEI BENI CULTURALI E AMBIENTALI  
FERRARA 23 MARZO 2017



Convegno e tavola rotonda

**La riqualificazione energetica profonda  
del patrimonio edilizio pubblico:  
panorama normativo, criticità e  
opportunità, metodi e strumenti operativi**

**23 marzo ore 15.00-18.00**

Salone del Restauro 2017, via della Fiera, Ferrara  
Pad. 6, Sala Diamanti

**STRUMENTI DI SUPPORTO ALLA PROGRAMMAZIONE  
DELLE STRATEGIE DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA  
DI AMPI PATRIMONI IMMOBILIARI**

*Marta Calzolari*

*Arch. Phd Marta Calzolari, docente a contratto e assegnista di ricerca,  
Centro Ricerche Architettura>Energia, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara*

## RILEVAMENTO DELLE ESIGENZE

Motore dell'operazione  
Risorse economiche  
Obiettivi finali

## OBBLIGHI NORMATIVI

**D.LGS. 12/2014** Decreto 16.9.16

d.lgs. 152/2005  
d.lgs. 311/2006  
**L. 90/2013**

**D.L. 63/2013**

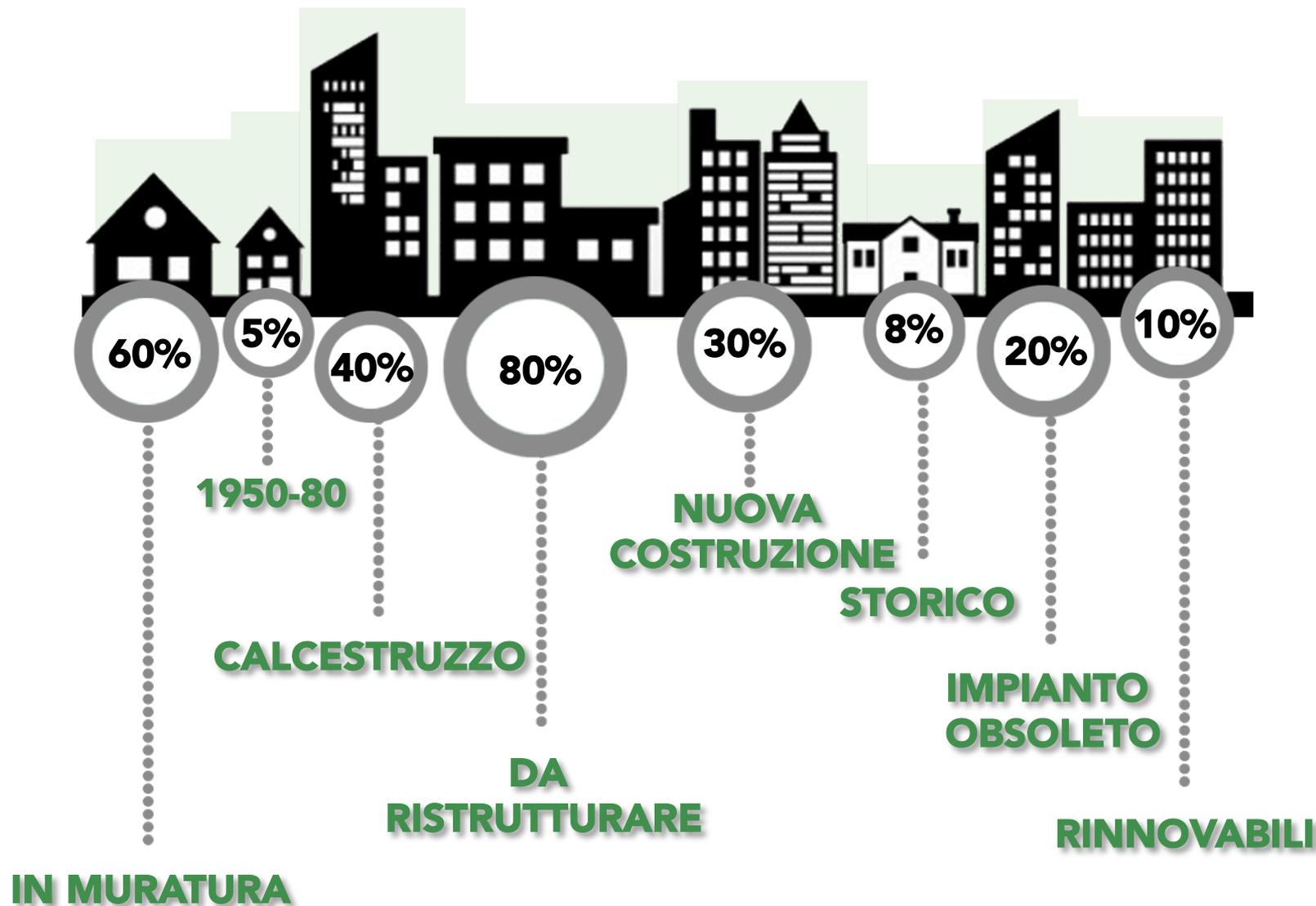
DM 26 Giugno 2015

DM 16  
febbraio  
2016

## CRITICITÀ

Comprendere le  
potenzialità  
del patrimonio edilizio e le  
priorità  
di intervento

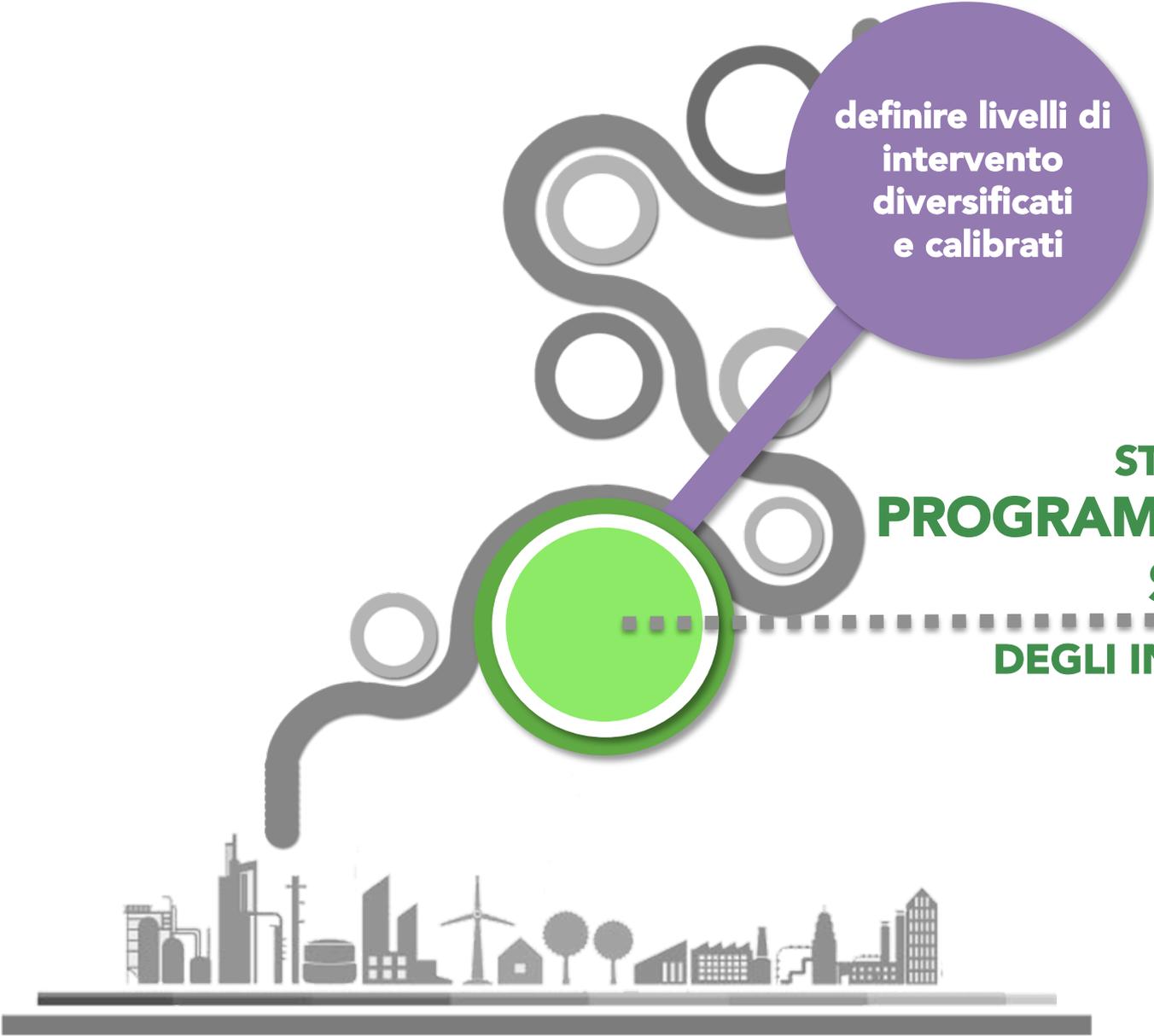






**STRUMENTO DI  
PROGRAMMAZIONE  
SPEDITIVA  
DEGLI INTERVENTI DI  
RETROFIT**





**definire livelli di  
intervento  
diversificati  
e calibrati**

**STRUMENTO DI  
PROGRAMMAZIONE  
SPEDITIVA  
DEGLI INTERVENTI DI  
RETROFIT**

**individuare gli  
edifici con  
maggiori  
potenzialità  
di retrofit**

**definire livelli di  
intervento  
diversificati  
e calibrati**

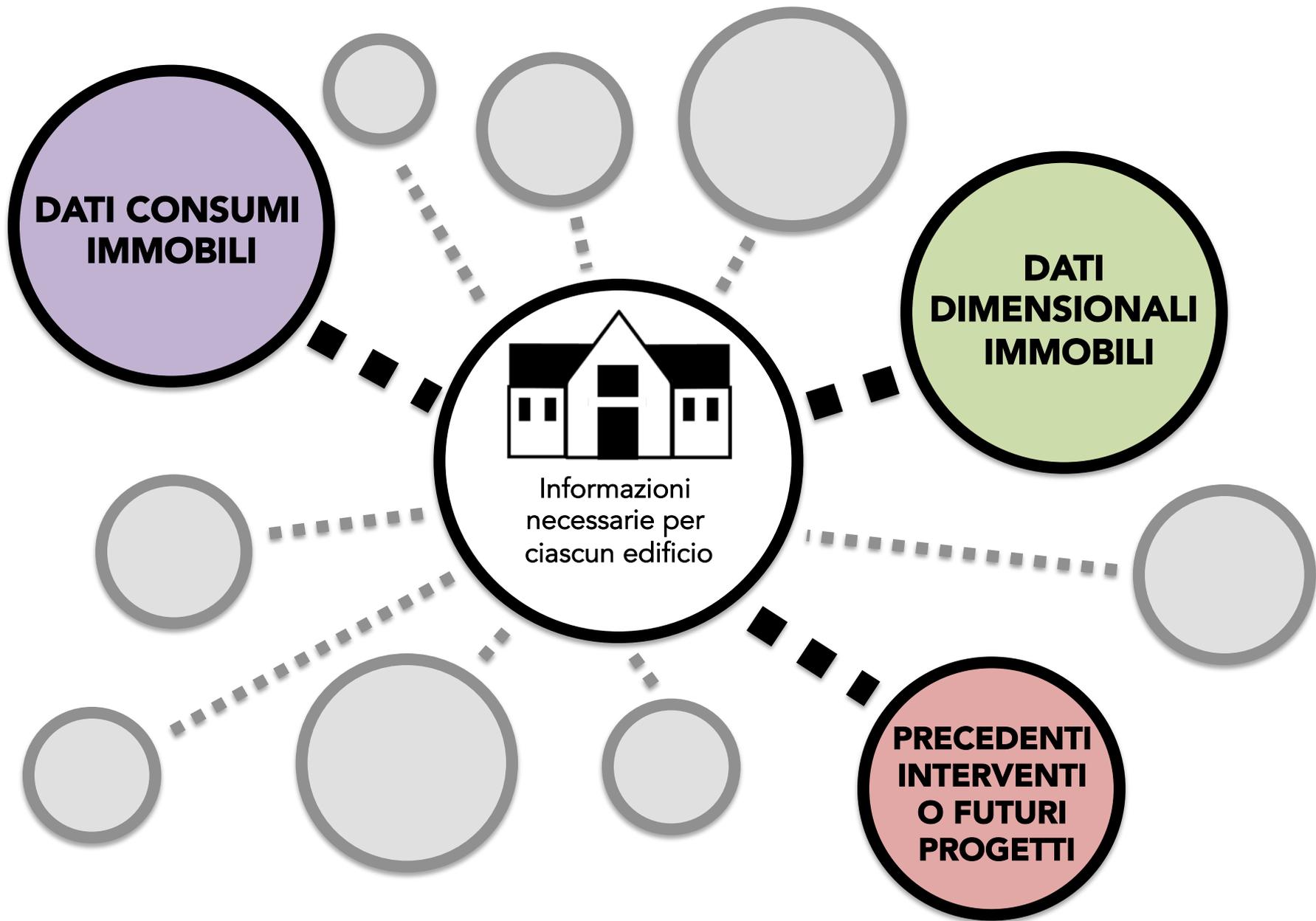
**STRUMENTO DI  
PROGRAMMAZIONE  
SPEDITIVA  
DEGLI INTERVENTI DI  
RETROFIT**

**individuare gli edifici con maggiori potenzialità di retrofit**

**definire livelli di intervento diversificati e calibrati**

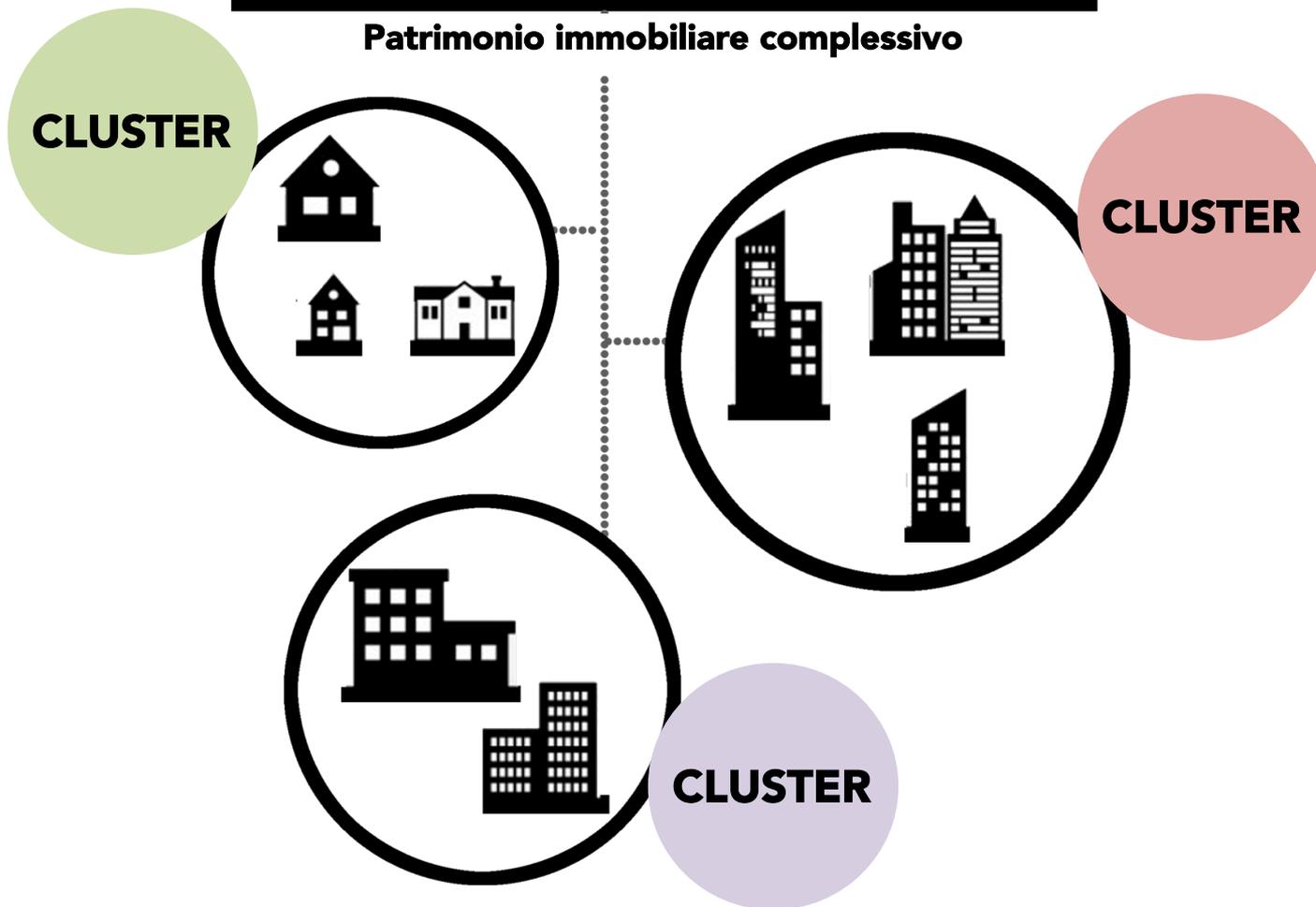
**Condurre analisi economiche e stime di rientro degli investimenti**

**STRUMENTO DI  
PROGRAMMAZIONE  
SPEDITIVA  
DEGLI INTERVENTI DI  
RETROFIT**





## Patrimonio immobiliare complessivo





**CLUSTER**

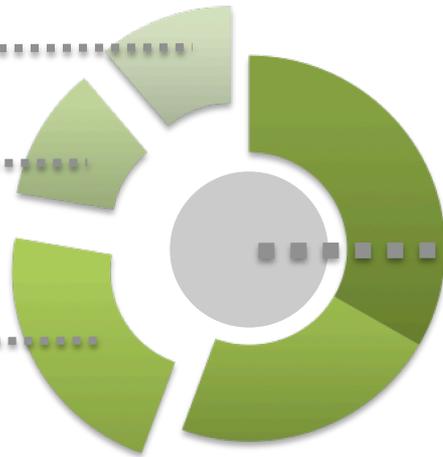


## 1. CARATTERIZZAZIONE ENERGETICA DELL'EDIFICIO CAMPIONE

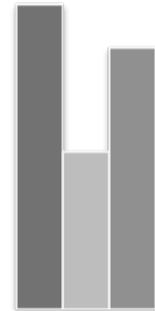
infiltrazioni

occupazione

caratterizzazione  
tecnologica



SIMULAZIONE ENERGETICA



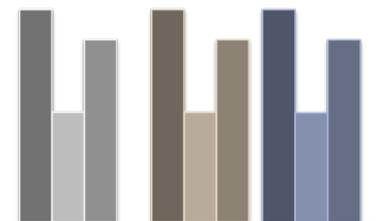
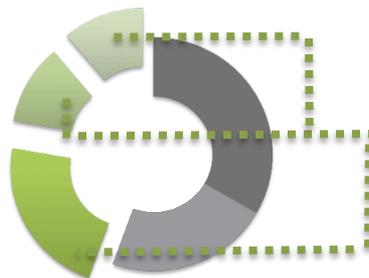
**CLUSTER**



1. CARATTERIZZAZIONE ENERGETICA DELL'EDIFICIO CAMPIONE



2. **ESTENSIONE DEI RISULTATI AL CLUSTER**  
E DEFINIZIONE DELLO STATO DI FATTO ENERGETICO



**CLUSTER**



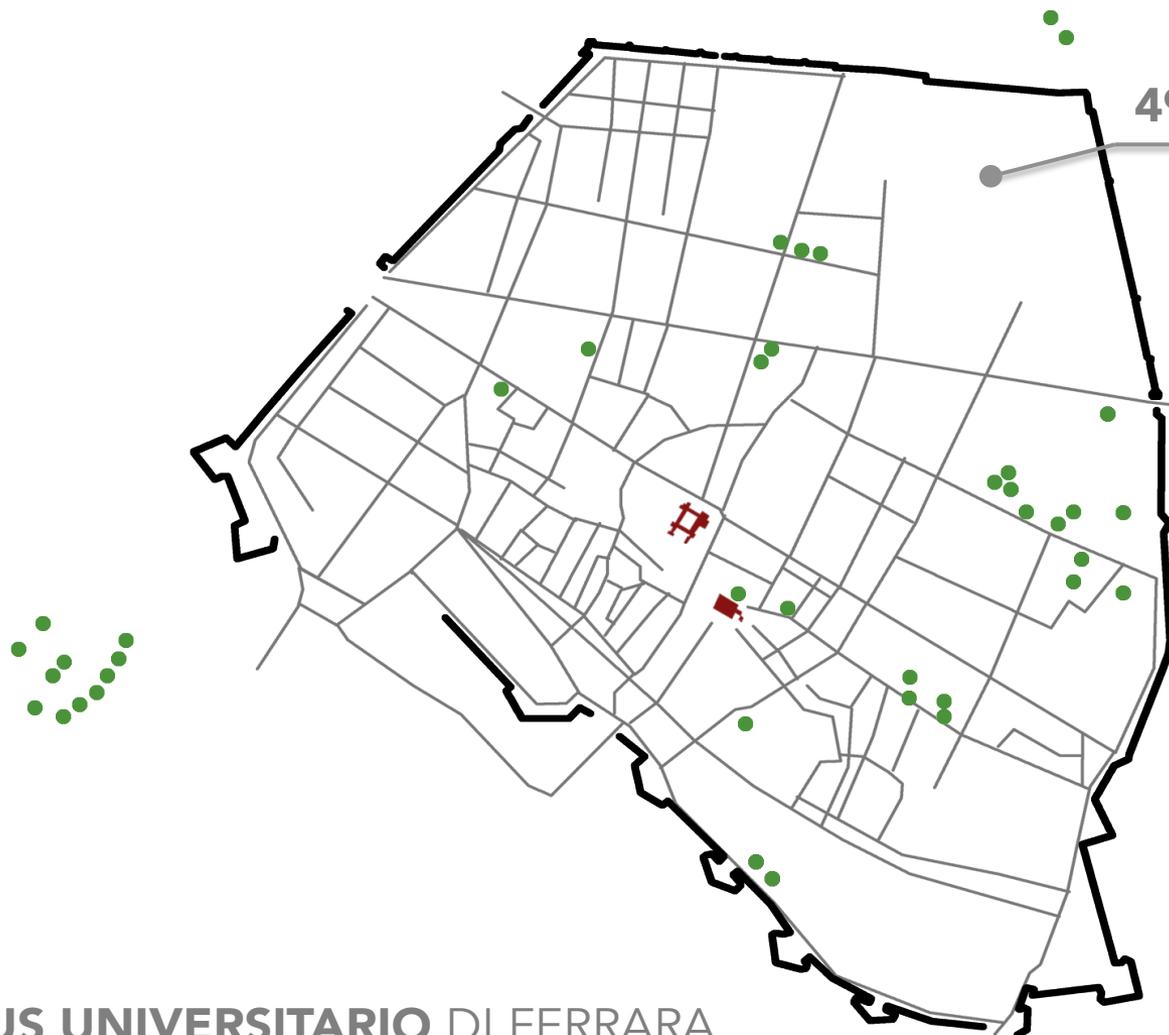
**1. CARATTERIZZAZIONE ENERGETICA  
DELL'EDIFICIO CAMPIONE**



**2. ESTENSIONE DEI RISULTATI AGLI ALTRI  
EDIFICI E DEFINIZIONE DELLO STATO DI FATTO  
ENERGETICO**



**3. PROPOSTE DI RETROFIT E ANALISI  
ECONOMICA**



49 COMPLESSI EDILIZI

154.000  
mq

## CAMPUS UNIVERSITARIO DI FERRARA



## 7 EDIFICI COSTRUITI TRA IL 1950 E IL 1980

Strumenti di supporto alla programmazione delle strategie di riqualificazione energetica di ampi patrimoni immobiliari  
Marta Calzolari, Centro Ricerche Architettura>Energia, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara



## 2 EDIFICI EX INDUSTRIALI

Strumenti di supporto alla programmazione delle strategie di riqualificazione energetica di ampi patrimoni immobiliari  
Marta Calzolari, Centro Ricerche Architettura>Energia, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara



## 10 EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE

Strumenti di supporto alla programmazione delle strategie di riqualificazione energetica di ampi patrimoni immobiliari  
Marta Calzolari, Centro Ricerche Architettura>Energia, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara



## 29 EDIFICI STORICI **MONUMENTALI E MINORI**

Strumenti di supporto alla programmazione delle strategie di riqualificazione energetica di ampi patrimoni immobiliari  
 Marta Calzolari, Centro Ricerche Architettura>Energia, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara



PRESTAZIONE ENERGETICA  
POST INTERVENTO

STATO DI FATTO

SCENARI DI RETROFIT

INTERVENTI MINIMI

MIGLIORAMENTO

"NZEB"





# STRUMENTO DI PROGRAMMAZIONE SPEDITIVA DEGLI INTERVENTI DI RETROFIT



Strumenti di supporto alla programmazione delle strategie di riqualificazione energetica di ampi patrimoni immobiliari  
Marta Calzolari, Centro Ricerche Architettura>Energia, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara

SCENARI DI RETROFIT

EDIFICIO dati dim. Modellino		CONSUMI TERMICI REALI kWh/mqa. (mq reali)	CONSUMI TERMICI STATO DI FATTO modellino kWh/mqa. (mqa modellino)	SCENARI DI RETROFIT																	
VOLUME mc	SUPERFICIE mq			SCENARIO 1					SCENARIO 2					SCENARIO 3							
		DESCRIZIONE	CONSUMI TERMICI kWh/mqa.	SCARTO % rispetto sff modellino	COSTO INTERVENTO €	COSTO INTERVENTO AL MQ	ANNI RIENTRO	DESCRIZIONE	CONSUMI TERMICI kWh/mqa.	SCARTO % rispetto sff modellino	COSTO INTERVENTO €	COSTO INTERVENTO AL MQ	ANNI RIENTRO	DESCRIZIONE	CONSUMI TERMICI kWh/mqa.	SCARTO % rispetto sff modellino	COSTO INTERVENTO €	COSTO INTERVENTO AL MQ	ANNI RIENTRO		
<b>PALAZZO TROTTI MOSTI</b>		93,03	134,90	SCENARIO 1 intervento su impianto:regolazione	123	-9%	48.585,00 €	15,00 €	7,00	SCENARIO 2A 1 + sostituzione infissi + vent. Meccanica	97,90	-27%	600.650,60 €	185,41 €	16,00	SCENARIO 3A 1+ 2 + isolamento copertura	64,1	-52%	507.835,05 €	156,76 €	9,00
21429,68	3239,5			-	-	-	-	-	SCENARIO 2B 1 + sostituzione infissi + NO vent. Meccanica (vent nat 0,2)	103,50	-18%	386.353,80 €	119,26 €	13,00	SCENARIO 3C 1 + 2 + isolamento copertura e isolamento CV dall'interno	21,1	-84%	775.382,20 €	239,35 €	10,00	
<b>PALAZZO GIORDANI</b>		142,74	126,70	SCENARIO 1 intervento su impianto:regolazione	115	-9%	41.055,00 €	15,00 €	7,00	SCENARIO 2A 1 + sostituzione infissi + vent. Meccanica	95,70	-24%	378.739,40 €	138,38 €	15,00	SCENARIO 3A 1+ 2 + isolamento copertura	53,7	-58%	272.092,10 €	99,41 €	8,00
				-	-	-	-	-	SCENARIO 2B 1 + sostituzione infissi + NO vent. Meccanica (vent nat 0,2)	100,50	-21%	238.894,60 €	79,98 €	11,00	SCENARIO 3C 1 + 2 + isolamento copertura e isolamento CV dall'interno	11	-91%	641.563,20 €	234,40 €	9,00	
15984,48	2737,02			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SCENARIO 3C bis 1 + 2 + isolamento copertura e isolamento CV dall'interno solo corpo più nuovo	36,2	-71%	522.472,80 €	190,89 €	9,00	
<b>PALAZZO GULINELLI</b>		110,2	78,65	SCENARIO 1 intervento su impianto:regolazione	71,5	-9%	28.890,00 €	15,00 €	9,00	SCENARIO 2A 1 + sostituzione infissi + vent. Meccanica	53,19	-32%	192.239,20 €	99,81 €	15,00	SCENARIO 3A 1+ 2 + isolamento copertura	28,88	-63%	146.767,75 €	76,20 €	8,00
				-	-	-	-	-	SCENARIO 2B 1 + sostituzione infissi + NO vent. Meccanica (vent nat 0,2)	56,84	-28%	110.641,00 €	57,45 €	10,00	SCENARIO 3B 1 + 2 + isolamento copertura e isolamento solaio a terra	27,94	-64%	259.675,80 €	134,83 €	10,00	
8159,82	1926,00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SCENARIO 3D 1 + 2 + isolamento copertura e isolamento solaio a terra+ iso cv	25,1	-68%	363025,8	188,49 €	12,00	
<b>PALAZZO TURCHI DI BAGNO</b>		90	100	SCENARIO 1 intervento su impianti	47,6	-9%	11.800,00 €	8,00 €	13,00	SCENARIO 2A 1 + sostituzione infissi + Meccanica	31,60	-40%	637.189,00 €	189,00 €	14,00	SCENARIO 3A 1+ 2 + isolamento copertura	11,2	-79%	540.000,00 €	100,00 €	9,00
				-	-	-	-	-	SCENARIO 2B 1 + so infissi + Meccanica (vent nat 0,2)	-	-	-	-	-	SCENARIO 3B 1+ 2 + isolamento copertura	-	-	-	-	-	
				-	-	-	-	-	SCENARIO 2C 1 + so infissi + Meccanica (vent nat 0,2)	-	-	-	-	-	SCENARIO 3C 1+ 2 + so + isolamento copertura	-	-	-	-	-	
				-	-	-	-	-	SCENARIO 2D 1 + so infissi + Meccanica (vent nat 0,2)	-	-	-	-	-	SCENARIO 3D 1 + 2 + so + isolamento copertura	-	-	-	-	-	

**DATI EDIFICIO  
STATO DI  
FATTO**

**SCENARIO 1**

**SCENARIO 2**

**SCENARIO 3**

EDIFICIO	CONSUMI REALI	CONSUMI SIMULATI	DESCRIZIONE INTERVENTO	CONSUMI OTTENIBILI	MIGLIORAMENTO %	COSTO INTERVENTO €	ANNI DI RIENTRO
----------	---------------	------------------	------------------------	--------------------	-----------------	--------------------	-----------------

PALAZZO  
TROTTI  
MOSTI

100  
kWh/mqa

135  
kWh/mqa

**DATI EDIFICIO  
STATO DI  
FATTO**

EDIFICIO	CONSUMI REALI	CONSUMI SIMULATI	DESCRIZIONE INTERVENTO	CONSUMI OTTENIBILI	MIGLIORAMENTO %	COSTO INTERVENTO €	ANNI DI RIENTRO
----------	---------------	------------------	------------------------	--------------------	-----------------	--------------------	-----------------

PALAZZO  
TROTTI  
MOSTI

100  
kWh/mqa

135  
kWh/m

**SCENARIO 1**

Sostituzione  
impianto  
regolazione

**SCENARIO 1**

EDIFICIO	CONSUMI REALI	CONSUMI SIMULATI	DESCRIZIONE INTERVENTO	CONSUMI kWh/mqa	MIGLIORAMENTO %	COSTO INTERVENTO €	ANNI DI RIENTRO
----------	---------------	------------------	------------------------	-----------------	-----------------	--------------------	-----------------

PALAZZO  
TROTTI  
MOSTI

100  
kWh/mqa

135  
kWh/mqa

**SCENARIO 1**

Sostituzione  
impianto  
regolazione

123

EDIFICIO	CONSUMI REALI	CONSUMI SIMULATI	DESCRIZIONE INTERVENTO	CONSUMI kWh/mqa	MIGLIORAMENTO %	COSTO INTERVENTO €	ANNI DI RIENTRO
----------	---------------	------------------	------------------------	-----------------	-----------------	--------------------	-----------------

PALAZZO  
TROTTI  
MOSTI

100  
kWh/mqa

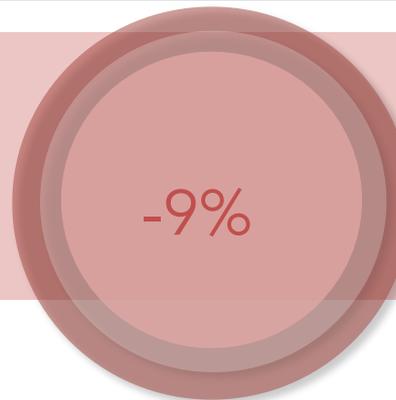
135  
kWh/mqa

**SCENARIO 1**

Sostituzione  
impianto  
regolazione

123

-9%



EDIFICIO	CONSUMI REALI	CONSUMI SIMULATI	DESCRIZIONE INTERVENTO	CONSUMI kWh/mqa	MIGLIORAMENTO %	COSTO INTERVENTO €	ANNI DI RIENTRO
----------	---------------	------------------	------------------------	-----------------	-----------------	--------------------	-----------------

PALAZZO  
TROTTI  
MOSTI

100 kWh/mqa  
135 kWh/mqa

### SCENARIO 1

Sostituzione  
impianto  
regolazione

123

-9%

48.585

## FOGLIO A PARTE CON **CALCOLI ECONOMICI**

PALAZZO TROTTI MOSTI						
	u.m.	quantità	val.un.	costo tot.	scenario 1	
Sostituzione infissi con doppio vetro	mq	582,36	€ 580,00	€ 337.768,80		
Isolamento copertura dall'interno (actis)	mq	1.619,75	€ 75,00	€ 121.481,25		
Isolamento copertura dall'esterno (lana di roccia)	mq	-	€ 100,00	-		
Isolamento chiusura opaca dall'esterno	mq	-	€ 100,00	-		
Isolamento chiusura opaca dall'interno (actis)	mq	4.116,11	€ 65,00	€ 267.547,15		
Isolamento solaio freddo contro terra e sostituzione sottosistema di distribuzione	mq	-	€ 65,00	-		
Sostituzione generatore di calore (con caldaia a condensazione)	a corpo	-	€ 5.000,00	-		
Impianto di ventilazione meccanica controllata	vol	21.429,68	€ 600,00	€ 214.296,80		
Sottosistema di regolazione: valvole termostatiche	mq	3.239,00	€ 15,00	€ 48.585,00	€	48.585,00
<b>TOTALI COSTI RIQUALIFICAZIONE</b>					€	48.585,00

EDIFICIO	CONSUMI REALI	CONSUMI SIMULATI	DESCRIZIONE INTERVENTO	CONSUMI kWh/mqa	MIGLIORAMENTO %	COSTO INTERVENTO €	ANNI DI RIENTRO
----------	---------------	------------------	------------------------	-----------------	-----------------	--------------------	-----------------

PALAZZO  
TROTTI  
MOSTI

100 kWh/mqa	135 kWh/mqa
----------------	----------------

### SCENARIO 1

Sostituzione  
impianto  
regolazione

123

-9%

48.585

7

Scenario 1		
<b>Gas consumptions</b>		
3.239,50 Surface mq		
134,90 kWh/mq per year	before	DB simulations
123,00 kWh/mq per year	after	DB simulations
437.006,55 kWh per year	before	
398.456,50 kWh per year	after	
<b>Prezzo Teleriscaldamento (Iren)</b>	0,95 €/mc	
<b>Electricity price (Autorità energia)</b>	0,18 €/kWh	
<b>Energy savings (thermal)</b>		
3.655,01 mc per year	Gas savings after intervention	
3.662,25 € per year	Energy Savings after intervention	

Renovation investment						
€						
Total Investment						
Savings (non weighed, thermal)						
Savings (non weighed, electrical)						
Fiscal incentive (on renovation i)						
Fiscal incentive rate (10 years plan)						
Energy inflation rate						
Incoming			Outgoing			
Year	Savings	In Production P1	Incentive 65%	Consumptions	Cashflow	Sum
0	0,00		0,00	0,00	-48.585,00	-48.585,00
1	3.662,25	0,00	3.158,03	0,00	6.820,28	-41.764,72
2	3.735,50	0,00	3.158,03	0,00	6.893,52	-34.871,20
3	3.810,21	0,00	3.158,03	0,00	6.968,23	-27.902,96
4	3.886,41	0,00	3.158,03	0,00	7.044,44	-20.858,52
5	3.964,14	0,00	3.158,03	0,00	7.122,17	-13.736,35
6	4.043,43	0,00	3.158,03	0,00	7.201,45	-6.534,90
7	4.124,29	0,00	3.158,03	0,00	7.282,32	747,41
8	4.206,76	0,00	3.158,03	0,00	7.364,80	8.112,22
9	4.290,92	0,00	3.158,03	0,00	7.448,94	15.561,16
10	4.376,73	0,00	3.158,03	0,00	7.534,76	23.095,92
11	4.464,27	0,00		0,00	4.464,27	27.560,19
12	4.553,55	0,00		0,00	4.553,55	32.113,74
13	4.644,62	0,00		0,00	4.644,62	36.758,36
14	4.737,52	0,00		0,00	4.737,52	41.495,88
15	4.832,27	0,00		0,00	4.832,27	46.328,15
16	4.928,91	0,00		0,00	4.928,91	51.257,06
17	5.027,49	0,00		0,00	5.027,49	56.284,55
18	5.128,04	0,00		0,00	5.128,04	61.412,59
19	5.230,60	0,00		0,00	5.230,60	66.643,19
20	5.335,21	0,00		0,00	5.335,21	71.978,41
21	5.441,92	0,00		0,00	5.441,92	77.420,33
22	5.550,76	0,00		0,00	5.550,76	82.971,08
23	5.661,77	0,00		0,00	5.661,77	88.632,85
24	5.775,01	0,00		0,00	5.775,01	94.407,86
25	5.890,51	0,00		0,00	5.890,51	100.298,37
26	6.008,32	0,00		0,00	6.008,32	106.306,68
27	6.128,48	0,00		0,00	6.128,48	112.435,17
28	6.251,05	0,00		0,00	6.251,05	118.686,22
29	6.376,07	0,00		0,00	6.376,07	125.062,30
30	6.503,60	0,00		0,00	6.503,60	131.565,89

## FOGLIO A PARTE CON RIENTRO INVESTIMENTO

Pay-back time 27 year

Strumenti di supporto alla programmazione delle strategie di riqualificazione energetica di ampi patrimoni immobiliari  
Marta Calzolari, Centro Ricerche Architettura>Energia, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara



EDIFICIO	CONSUMI REALI	CONSUMI SIMULATI	DESCRIZIONE INTERVENTO	CONSUMI kWh/mqa	MIGLIORAMENTO %	COSTO INTERVENTO €	ANNI DI RIENTRO
PALAZZO TROTTI MOSTI	100 kWh/mqa	135 kWh/mqa	<b>SCENARIO 1</b>				
			Sostituzione impianto regolazione	123 kWh/mqa	-9%	48.585	7
			<b>SCENARIO 2</b>				
			Sostituzione infissi e impianto vent. meccanica	97,90 kWh/mqa	-30%	600.650	16
			<b>SCENARIO 2</b>				

EDIFICIO	CONSUMI REALI	CONSUMI SIMULATI	DESCRIZIONE INTERVENTO	CONSUMI kWh/mqa	MIGLIORAMENTO %	COSTO INTERVENTO€	ANNI DI RIENTRO
PALAZZO TROTTI MOSTI	100 kWh/mqa	135 kWh/mqa	<b>SCENARIO 1</b>				
			Sostituzione impianto regolazione	123 kWh/mqa	-9%	48.585	7
			<b>SCENARIO 2</b>				
			Sostituzione infissi e impianto vent. meccanica	97,90	-30%	600.650	16
			<b>SCENARIO 3</b>				
			Isolamento della copertura	65,00	-50%	722.120	11

**SCENARIO 3**

EDIFICIO	CONSUMI REALI	CONSUMI SIMULATI	DESCRIZIONE INTERVENTO	CONSUMI kWh/mqa	MIGLIORAMENTO %	COSTO INTERVENTO€	ANNI DI RIENTRO
PALAZZO TROTTI MOSTI	100 kWh/mqa	135 kWh/mqa	<b>SCENARIO 1</b>				
			Sostituzione impianto regolazione	123 kWh/mqa	-9%	48.585	7
			<b>SCENARIO 2</b>				
Sostituzione infissi e impianto vent. meccanica	97,90	-30%	600.650	16			
<b>SCENARIO 3</b>							
Isolamento della copertura	65,00	-50%	722.120	11			

**SCENARIO 3**

# Marta Calzolari

*Centro Ricerche Architettura>Energia  
Dipartimento di Architettura  
Università degli studi di Ferrara*

marta.calzolari@unife.it  
ae@unife.it  
0532 293631

