



Carbonia, 21 dicembre 2018
Centro Ricerche Sotacarbo
Grande miniera di Serbariu



PIÙ EFFICIENZA: obiettivo COMUNE

L'EFFICIENTAMENTO NELL'EDILIZIA PUBBLICA:
PROGETTI ED OPPORTUNITÀ

Studi di Efficientamento del Patrimonio pubblico di Carbonia

Ing. Ph.D. Stefano Pili
stefano.pili@sotacarbo.it



Stefano Pili
Francesca Poggi
Eusebio Loria
Caterina Frau

@sotacarbo.it

L'obiettivo

definizione e sperimentazione di un approccio volto a supportare il processo di efficientamento energetico, e più in generale il recupero del patrimonio edificato della Pubblica Amministrazione tramite la costruzione della conoscenza condivisa alla base del processo:

- basata sulle specificità locali (materiali e tecnologie, paesaggio, profilo d'uso, risorse,...)
- coerente con gli approcci e le metodologie consolidate in letteratura
- coerente col contesto normativo nazionale.

Perché Carbonia?

Carbonia è una città mineraria di fondazione perciò è caratterizzata da un patrimonio immobiliare piuttosto omogeneo dal punto di vista materico – costruttivo, con un'alta incidenza di edifici di proprietà pubblica.

- 1) Obiettivo e contesto teorico
- 2) Approccio metodologico
- 3) Risultati
- 4) Futuri Sviluppi

Nuovi edifici e complessi di edifici

Dati del problema noti

Soluzioni possibili
(Tecnologie) note a priori



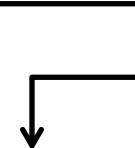
Problema di ottimizzazione tra diverse tecnologie

Edifici Esistenti

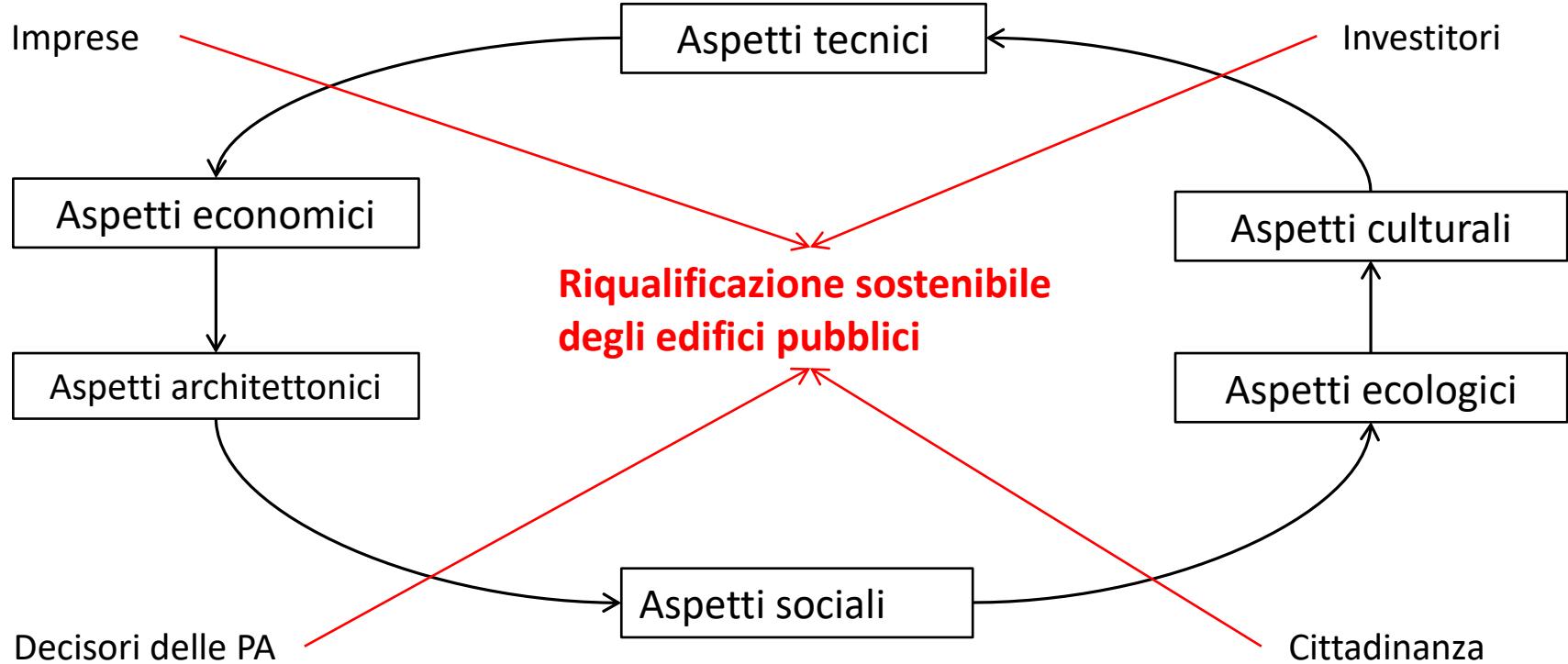
Non si conoscono i dati del problema:
le caratteristiche del sistema edificio impianto
I profili d'uso degli ambienti

Barriere all'efficientamento:

Limiti tecnici
Limiti economici
Limiti normativi
Limiti culturali – gestionali
Limiti di conoscenza
....



Processo complesso che coinvolge a più livelli progettisti, cittadini imprese, investitori e le Pubbliche Amministrazioni



<http://www.pattodeisindaci.eu/>



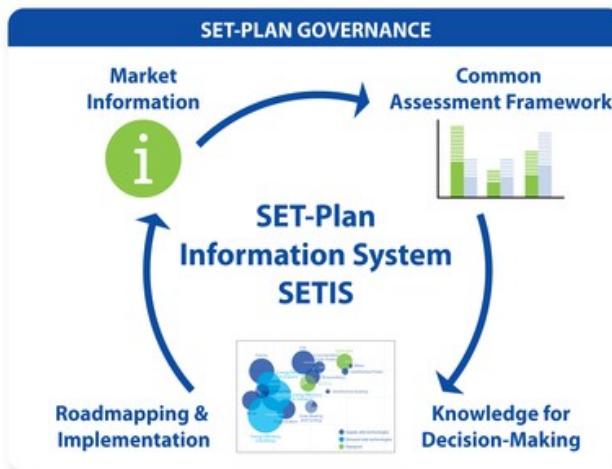
http://ec.europa.eu/energy/technology/platforms_en.htm

European Technology Platforms (ETPs)

Detailed information on individual platforms is available on the platform websites. The European Commission is not in any way bound by the views, results or recommendations arising from the activities of any of the technology platforms.

- [European Wind Energy Technology Platform](#)
- [European Photovoltaic Technology Platform](#)
- [European Biofuels Technology Platform](#)
- [European Technology Platform for the Electricity Networks of the Future](#)
- [European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling](#)
- [Zero Emission Fossil Fuel Power Plants](#)
- [Sustainable Nuclear Technology Platform](#)
- [The Fuel Cells and Hydrogen Joint Technology Initiative \(FCH JTI\)](#)

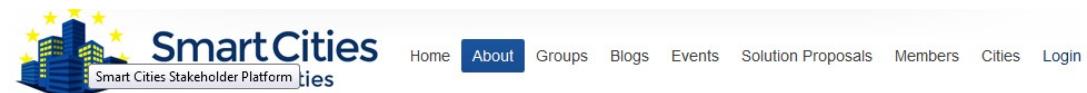
<http://setis.ec.europa.eu>



<http://concerto.eu/concerto/>



<http://www.eu-smartcities.eu/about>



Join the Platform...

... to share your smart city solution proposals, best practices, project ideas and more!





The diagram features a central graphic of five groups of stylized human silhouettes standing on a blue gradient base. Above them, a cloud-like shape contains the text "INTEGRATING ALL ASPECTS". Below the silhouettes is the CONCERTO logo, which includes a stylized city skyline and yellow stars. To the right, another cloud-like shape contains the text "BRINGING ALL ACTORS TOGETHER". At the top of the slide, a horizontal list of actors is displayed: Investors, Local authorities, Material suppliers, Designers, Urban Planners, Developers, Energy utilities, Contractors, Engineers, Tenants, and Owners.

Investors ✕ Local authorities ✕ Material suppliers ✕ Designers ✕ Urban Planners
Developers ✕ Energy utilities ✕ Contractors ✕ Engineers ✕ Tenants ✕ Owners

INTEGRATING ALL ASPECTS

BRINGING ALL ACTORS TOGETHER

Economic Aspects ✕ Social Issues ✕ Political Aspects ✕ Environmental Concerns
Energy planning ✕ Awareness Raising & Dissemination ✕ Monitoring of Results

CONCERTO

Definizione di Obiettivi SMART:

- Specifico**, ben definito, con un obiettivo chiaro, dettagliato e concreto
- Misurabile**, kWh, tempo, denaro, %, KgCO2...
- Attuabile**, fattibile, raggiungibile e come
- Realistico**, rispetto alle risorse disponibili ed alle priorità definite
- Temporizzato**, definizione di una scadenza o tabella di marcia

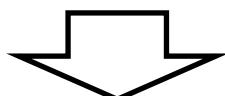
Approccio Metodologico

1. Analisi preliminare del patrimonio edilizio del contesto



Identificazione delle tipologie di edifici da studiare

2. Studio degli edifici tipo tramite diagnosi energetica



Attività di diagnosi energetica di edifici pubblici «TIPO», finalizzata a indentificare gli elementi ricorrenti

3. Riordino e sistematizzazione della conoscenza acquisita



Creazione di abachi, Data base, documenti sintetici,...
Definizione di uno strumento di supporto alla decisione

4. Strumento di rappresentazione e condivisione della conoscenza



Portale (Web GIS, GEO blog,...) per:
– Rappresentazione geografica della conoscenza
– la condivisione allargata della conoscenza;
– Coinvolgimento degli operatori del settore;
– Raccolta di buona pratica
–

Attività in svolgimento

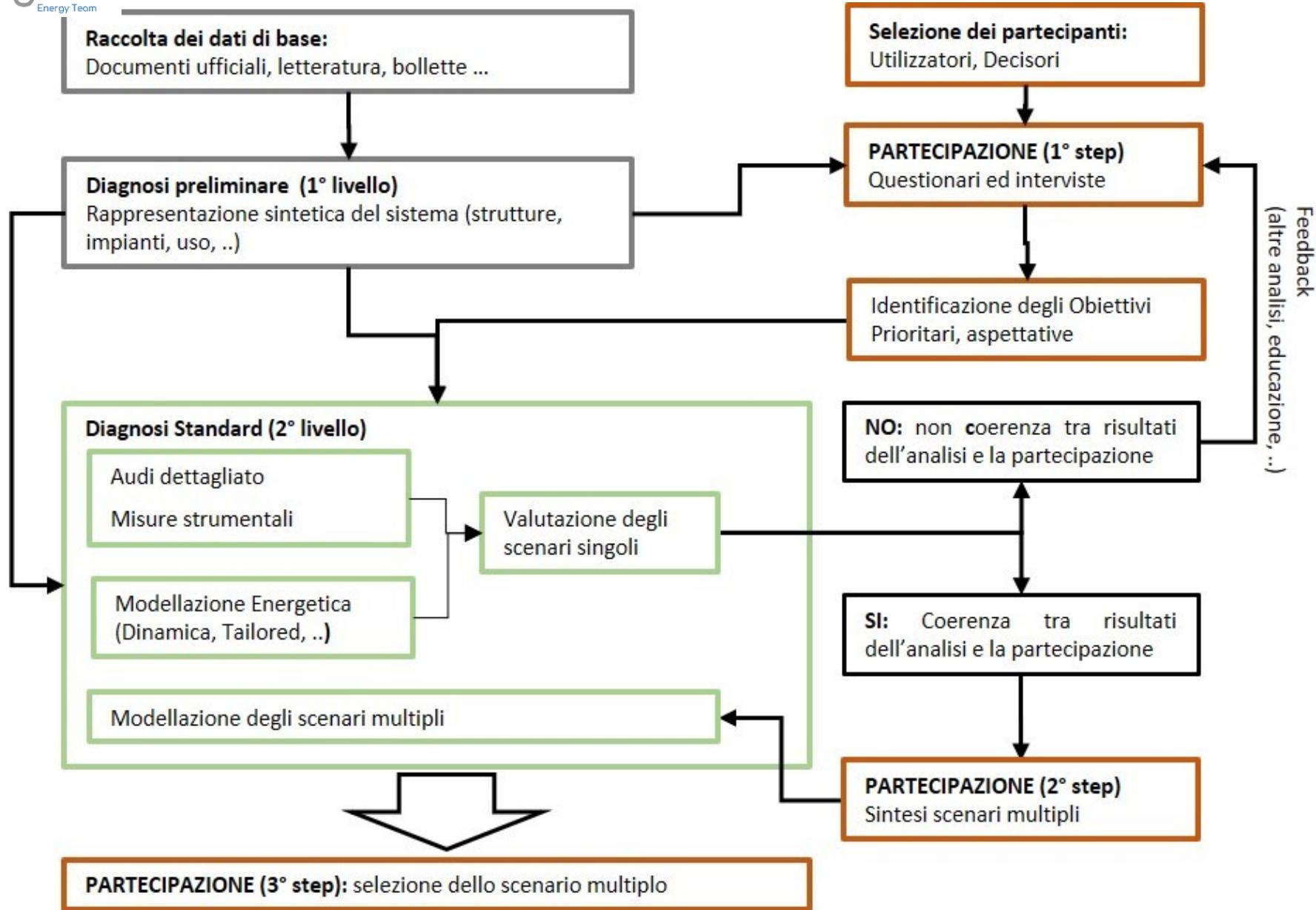
a. Diagnosi energetica di edifici rappresentativi → Protocollo adattato allo scopo dello studio (Semplificato, significativo, ripetibile,...)

b. Sviluppo di uno strumento per la misurazione delle caratteristiche termofisiche dei materiali →



c. Attività di divulgazione e sensibilizzazione → Alternanza Scuola Lavoro; Laboratorio ZOE; Notte dei ricercatori,(oltre 1000 presenze anno 2017-18)

d. Sviluppo di progetti in collaborazione con altri gruppi di ricerca orientati alla nuove tecnologie → PRELUDE³ (DICAAR, DIEE), ACCUMULO TERMICO, SMART GRID (DIMCM),



Studio dei valori storico paesaggistici

Definizione dei profili d'uso (presenza, consumi, attività,..)

Caratterizzazione del Sistema Edificio - Impianto

Misure di comfort interno

Indagini strumentali su involucro ed impianti

Modellazione energetica (UNI 11300, ISO EN 52016-1)

Valutazione di Scenari di retrofit singoli e multipli

Coinvolgimento dei fruitori degli ambienti (interviste, questionari,..)



Criteri di valutazione economica degli impatti delle ipotesi progettuali

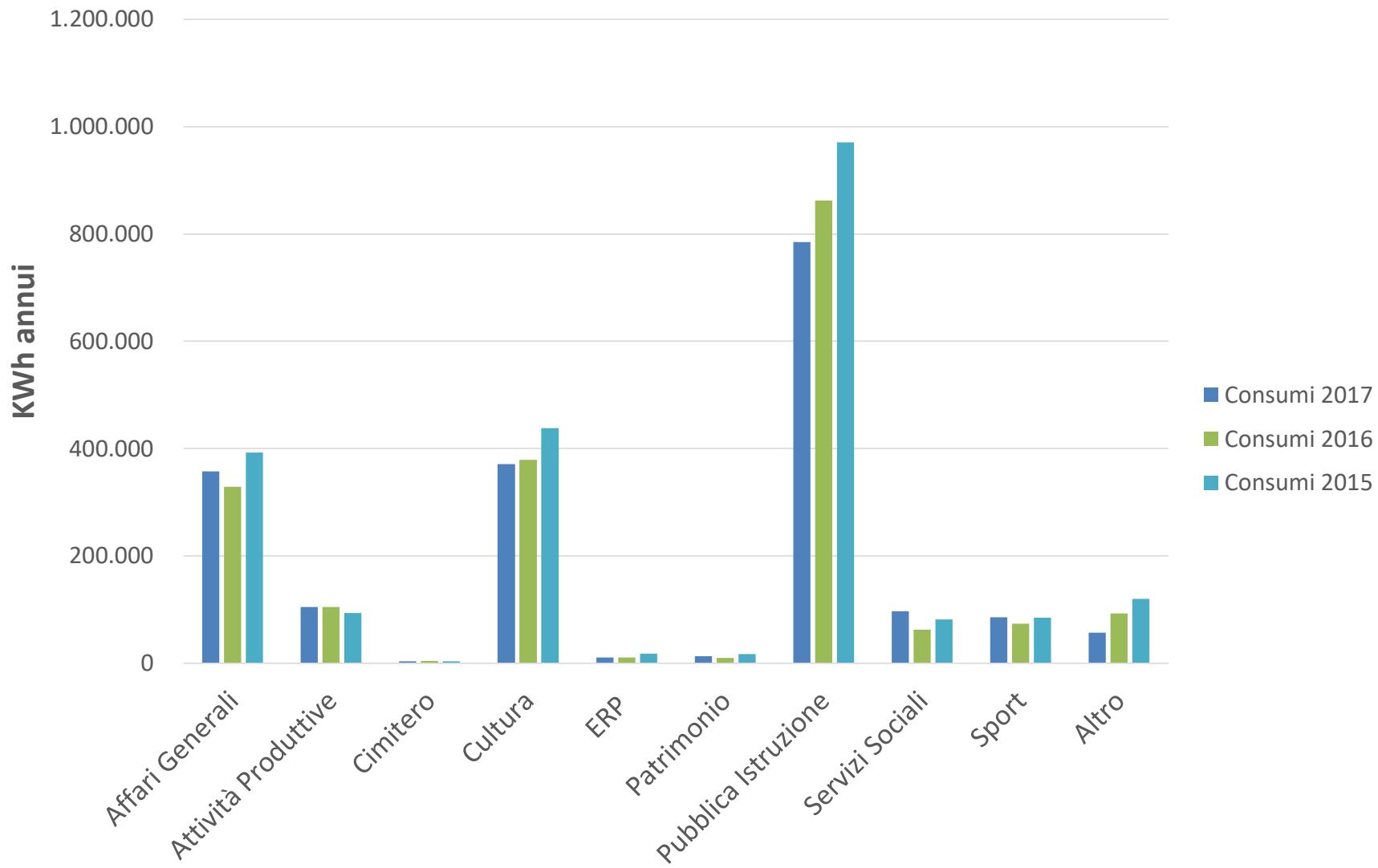
	Criteri	Cr_1 - Cr_2	Cr_3	Cr_4
punti	giudizio	<i>Cr_1 - Fabbisogno energetico</i> <i>Cr_2 - Costi operativi</i>	<i>Investimento iniziale</i>	<i>Tempo di Ritorno</i>
4	Molto positivo	Risparmio > 50%	<= 10% costo op. annuo (CA)	TR < = 3 anni
2	Positivo	20% < risparmio <= 50%	10% < investimento <= 40% CA	3 < TR <= 5 anni
1	Moderatamente positivo	5% < risparmio <= 20%	40% < investimento <= 70% CA	5 < TR <= 8 anni
0	Trascurabile (Cr_1, Cr_2) Moderato (Cr_3, Cr_4)	risparmio <= 5% aumento <= 5%	70% < investimento <= 100% CA	8 < TR <= 10 anni
-1	Moderatamente negativo	5% < Aumento <= 20%	100% < investimento <= 200% CA	10 < TR <= 15 anni
-2	Negativo	20% < Aumento <= 50%	200% < investimento <= 300% CA	15 < TR <= 20 anni
-5	Molto Negativo	Aumento > 50%	> 300% Costo op. annuo	> della vita utile

Criteri di valutazione qualitativa degli impatti delle ipotesi progettuali

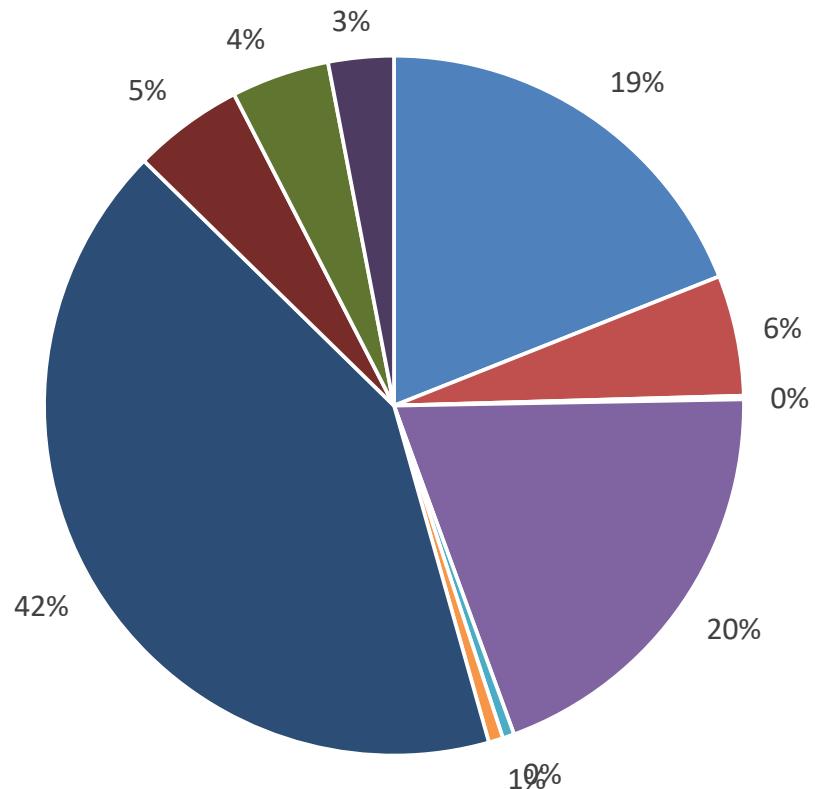
	Criteri	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8
punti	giudizio	<i>Microclima interno</i>	<i>Fruibilità dell'edificio</i>	<i>Qualità arc. Interna</i>	<i>Qualità arc. Esterna e paesaggio</i>
4	Molto positivo				
2	Positivo				
1	Moderatamente positivo				
0	Trascurabile (Cr_1, Cr_2)				
-1	Moderatamente negativo				
-2	Negativo				
-5	Molto Negativo				

Valutazione qualitativa

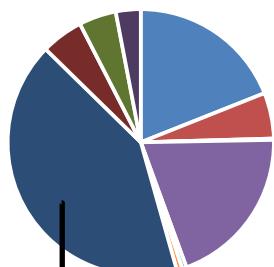
Consumi Energia elettrica nel Patrimonio della PA di Carbonia*



Ripartizione dei consumi energia elettrica nei diversi settori*



- Affari Generali ■ Attività Produttive ■ Cimitero ■ Cultura
- ERP ■ Patrimonio ■ Pubblica Istruzione ■ Servizi Sociali
- Sport ■ Altro



Istruzione
40%



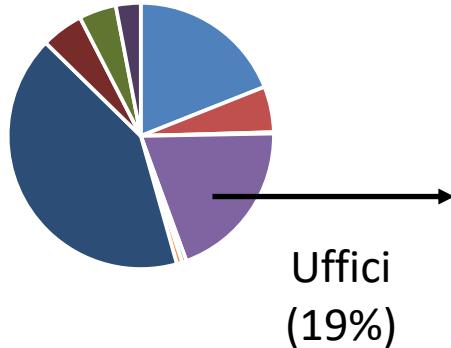
Sede dell'Istituto Comprensivo SATTA



Scuola Primaria IS GANNAUS



Scuola Primaria IS MEIS



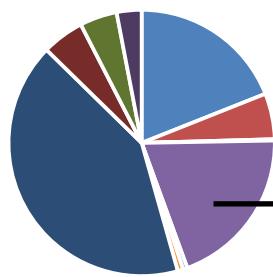
Uffici del Comune - Ex Uffici Giudiziari (edificio moderno)



Centro Ricerche Sotacarbo
(edificio storico della miniera)



Sede del Municipio di Carbonia (Edificio Storico)



Cultura
(20%)

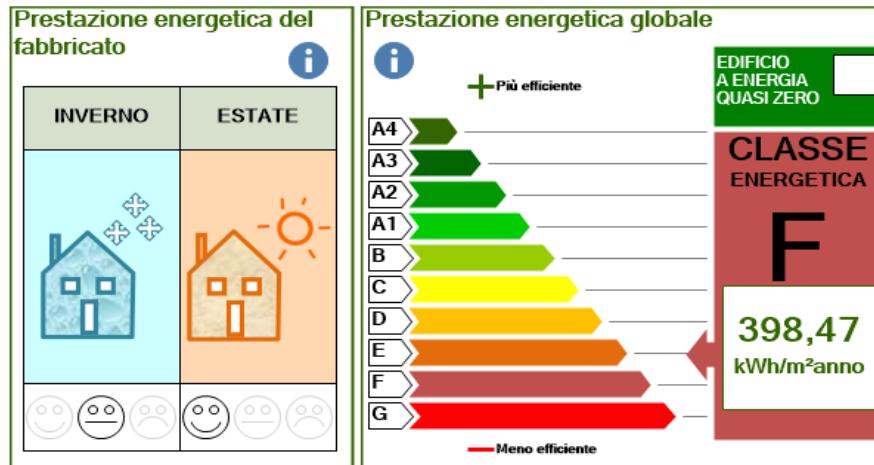


Museo Paleo Ambienti Sulcitani (PAS) –E.A. Martel



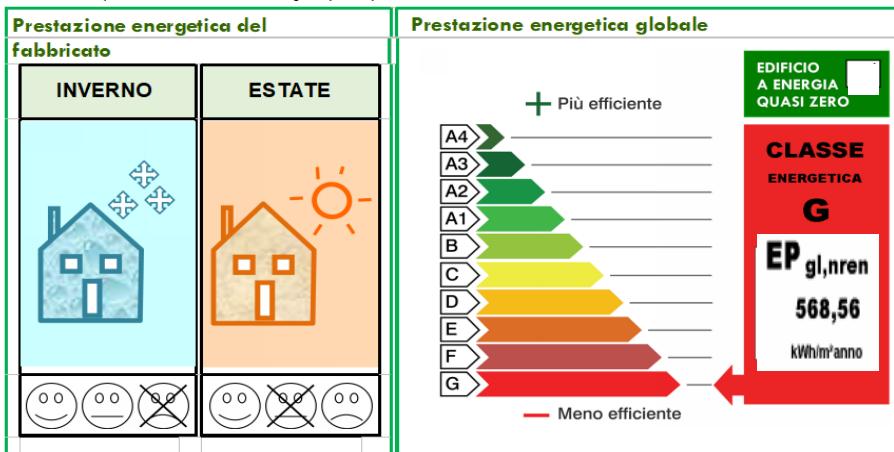
Museo del Carbone

Museo PAS E. A. Martel*



* S. Pili, F. Poggi, E. Loria, C. Frau (2019), "The influence of building use on the definition of energy retrofitting strategies. An expository public building case study", 51st AiCARR International Conference - 20-22 Febbraio 2019, Venezia

Museo del Carbone



Scenario Base Museo PAS E.A.Martel

Servizi energetici del Museo PAS	Consumo [kWh]	Spesa [euro]
Riscaldamento zona termica della diagnosi +	8092	1620
Raffrescamento zona termica della diagnosi +	2305	460
ACS, zona termica diagnosi +	282	71,91
Illuminazione ed altri apparecchi*	14037	3579
Riscaldamento stato attuale (stufette Ufficio_1, Ingresso) *	3000	750
totale	22376	5730
+ consumi calcolati col modello energetico		
* consumo stimato da misure reali a campione		

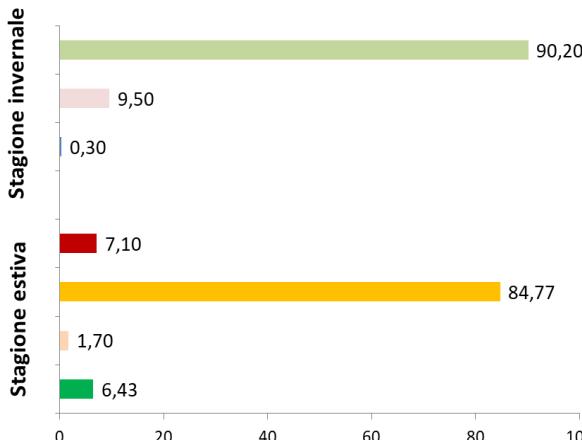
Scenario Base Museo del Carbone

Museo del Carbone	Consumo [kWh]	Spesa [euro]
Consumo teorico climatizzazione zona termica +	40271	8135
Riscaldamento zona termica della diagnosi +	23099	4666
Raffrescamento zona termica della diagnosi +	13102	2647
Ventilazione zona termica della diagnosi +	4070	822
ACS, zona termica diagnosi	0	0
Illuminazione ed altri apparecchi*	2336	472
totale	82878	16742
+ consumi calcolati col modello energetico		
* consumo stimato da misure reali a campione		

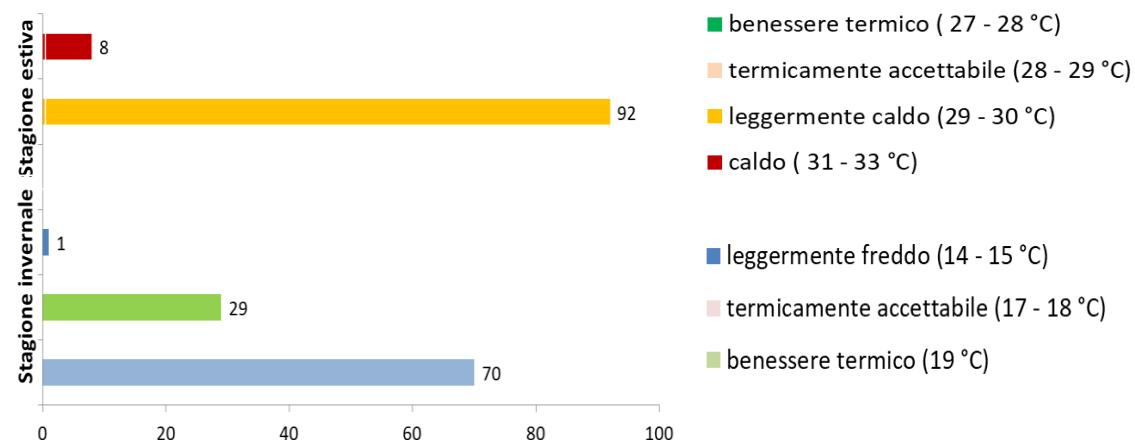
Valutazione scenari Singoli museo del carbone

Interventi museo del Carbone	invest. [Euro]	PBT [anni]	Energia [%]	C. Oper. [%]	Cr_1	Cr_2	Cr_3	Cr_4	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8
Isolamento muratura	31650	36	-8,3	-8,3	1	1	-2	-2	1	0	0	0
Isolamento Copertura	10300	25	-3,9	-3,9	0	0	0	-2	2	0	0	0
Pellicole selettiva	800	3,1	-2,4	-2,4	0	0	4	4	2	1	1	0
Sostituzione infissi	4100	226	-0,5	-0,5	0	0	2	-5	1	0	0	0
Isolamento solaio di base	10100	nessuno	0,6	0,6	0	0	0	-5	1	0	0	0
Sostituzione HP (aria-acqua) di pari potenza e maggiore capacità modulante	15000	7,7	-18,3	-18,3	-1	-1	-1	1	1	0	0	0
Sostituzione HP (aria-acqua) di minore potenza e maggiore capacità modulante	10000	4,6	-20,5	-20,5	0	0	0	2	1	0	0	0
Regolazione:	8000	9,9	-7,5	-7,5	0	0	0	1	4	2	-1	0
Stufe irraggiamento bagni dipendenti	500	nessuno	0,2	0,2	0	0	4	-5	4	4	0	0
Boiler elettrico bagni dipendenti	200	nessuno	0,3	0,3	0	0	4	-5	0	4	0	0
Impianto fotovoltaico	32000	10,9	-45	-45	-5	4	4	2	0	0	0	-2

Comfort termico uffici - Museo Carbone



Comfort termico uffici - Museo PAS

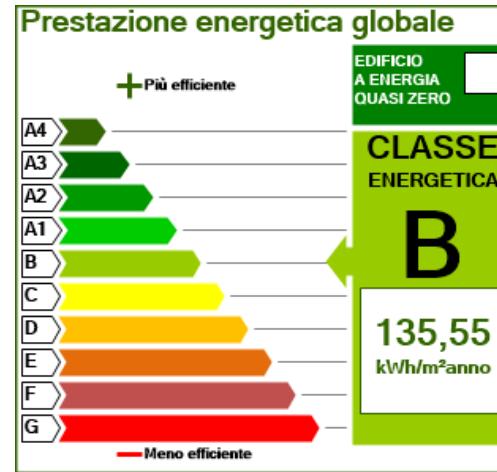


Ripartizione percentuale nelle Classi di Comfort – PMV [%]

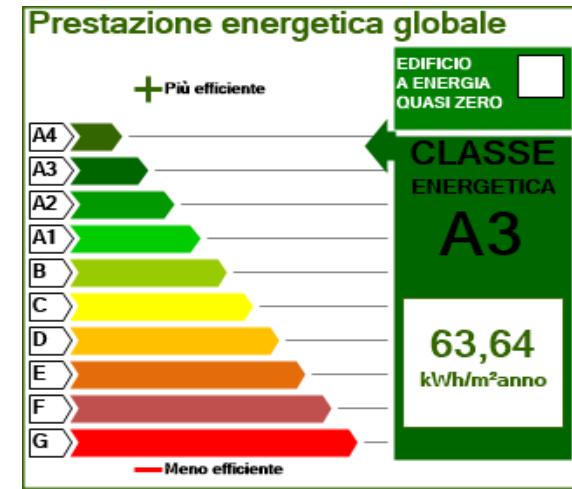
Museo PAS E.A.Martel (Tailored 11300)



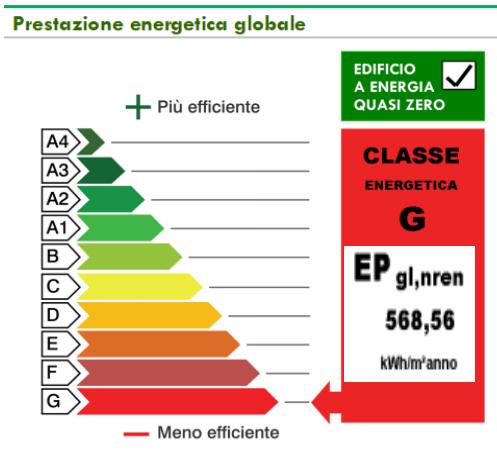
Scenario condiviso, minimo intervento



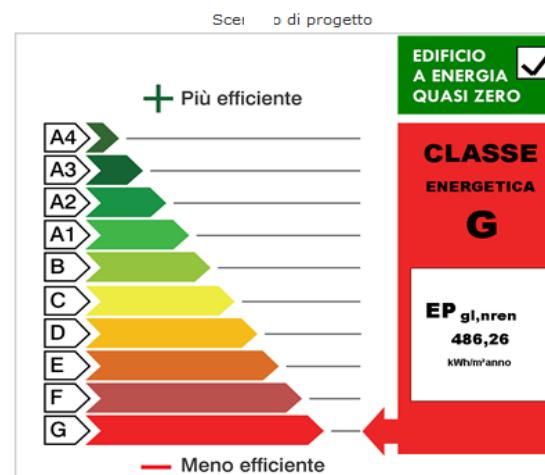
Scenario massimo intervento



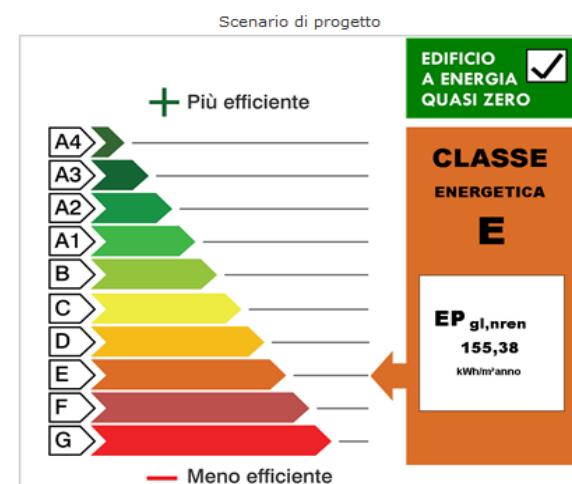
Museo del Carbone (Asset Rating 11300)



Scenario condiviso, minimo intervento



Scenario massimo intervento



Interventi sull'Involturo

- Limitata Incidenza sul fabbisogno (5-15%)
- Alti costi iniziali con conseguente alto tempo di ritorno (18-25 anni), raggiungono la convenienza in caso di degrado (8-12 anni)
- A volte non graditi perché possono interferire con le attività dell'edificio



Interventi sugli impianti

- Alta incidenza sul fabbisogno (20-30%)
- Alcuni interventi possono avere costi limitati e ottimi tempi di ritorno (5-8 anni)
- Spesso i sistemi di regolazione e gestione degli impianti sono carenti, ma nel nostro non è sempre facile definire l'impatto di una misura di efficientamento



Utilizzo delle FER

- Alta incidenza sul fabbisogno (20-40%)
- Nonostante gli alti investimenti iniziali possono avere buoni tempi di ritorno (6-10 anni)
- Molti edifici sono in un contesto storico di pregio è necessaria una valutazione di impatto paesaggistica complessiva



Disponibilità dei dati base

Documentazione non completa e non omogenea

Non sempre di dati presenti sono affidabili e/o sufficienti

Disponibilità dei dati dei consumi

Dati di fatturazione energetica non sempre facilmente reperibili con adeguato dettaglio temporale

Sono spesso necessarie misurazioni per quantificare l'incidenza dei diversi servizi energetici (Risc. Raffesc, ACS, ..)

Disomogeneità di dettaglio dei documenti ufficiali disponibili

Profilo d'uso e partecipazione

Le comfort inaccettabili cambiano l'obiettivo dell'intervento verso il recupero

Spesso i locali sono utilizzati in maniera differente rispetto alla loro destinazione d'uso progettuale

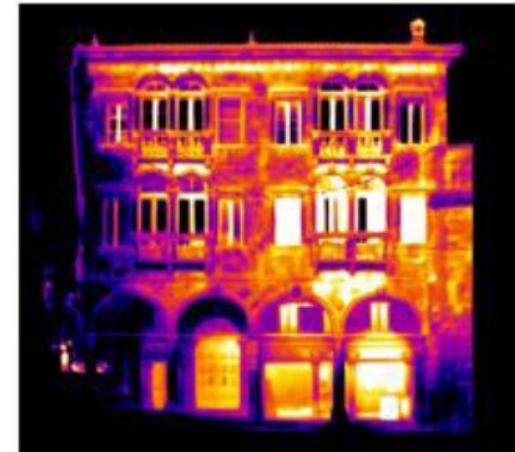
Modellazione energetica

Modellazione Tailored / Modellazione dinamica

La nuova ISO EN 52016 come opportunità

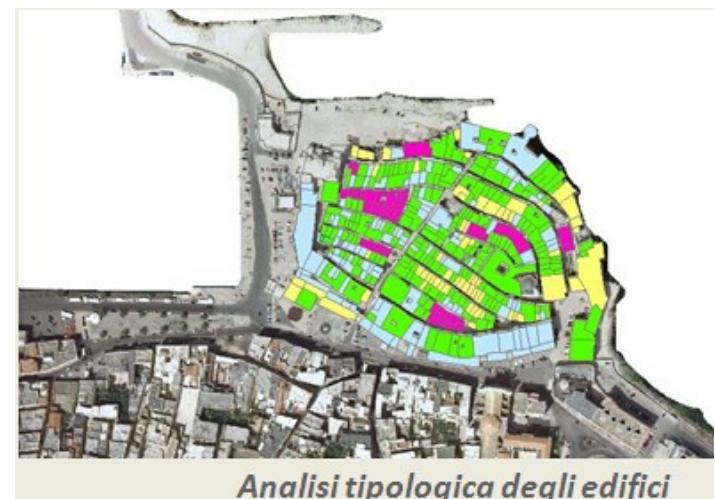
Attività di diagnosi e tipizzazione del patrimonio

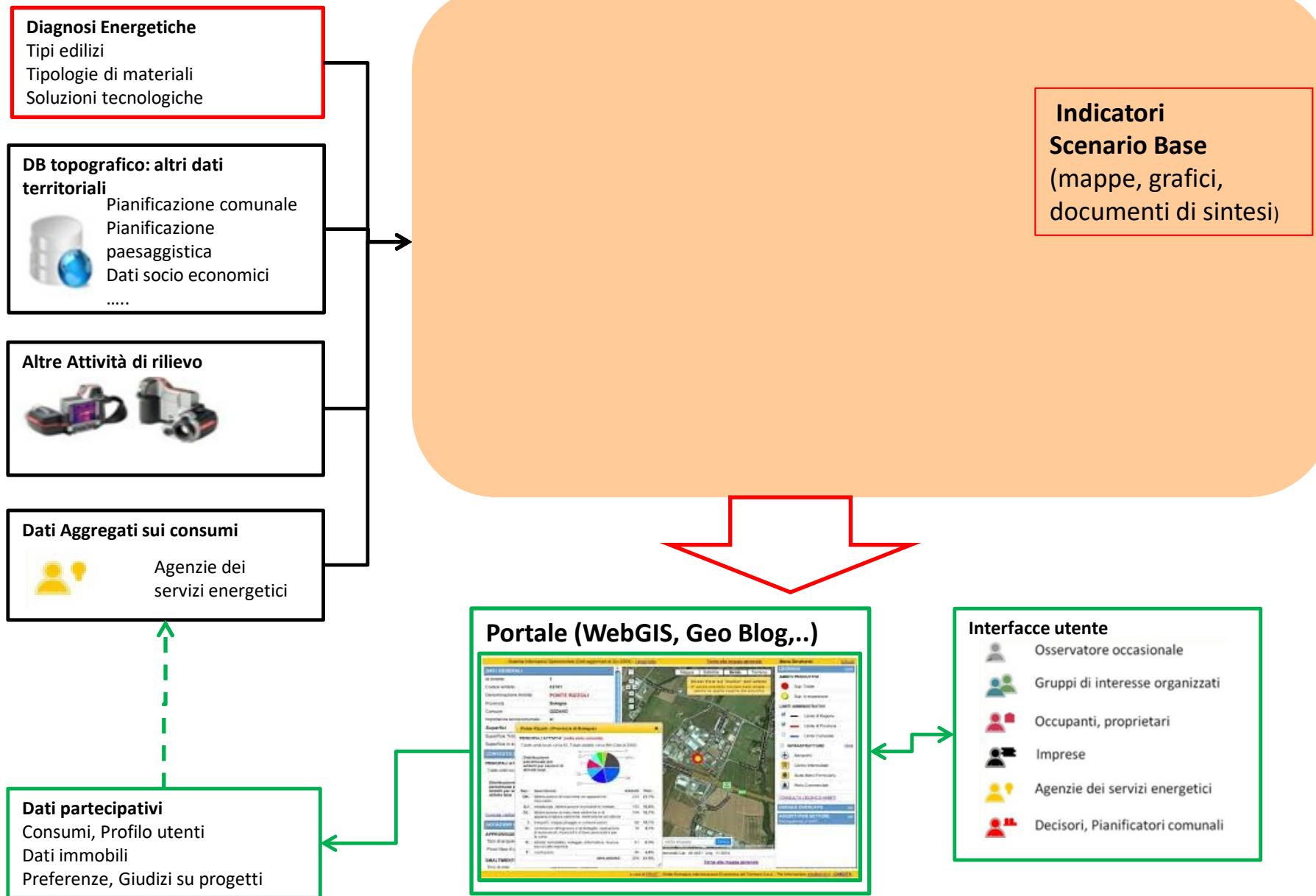
- Testare la modellazione energetica con motore dinamico orario semplificato (UNI EN ISO 52016)
- Raffinare la procedura di indagine strumentale e di Audit dell'edificio
- Valutare lo sviluppo di metodi di rilievo speditivo a scala urbana (LiDAR, Droni,..)
- Definire un approccio semplificato al monitoraggio stagionale dei profili di utilizzo da utilizzare in caso di incompletezza dei dati di base.



Proseguire con le fasi della ricerca

- Rappresentazione del patrimonio edilizio tramite strumenti di condivisione via web (WebGIS, GeoBlog,..);
- Definizione e sperimentazione uno strumento per il riordino della conoscenza;
- Sperimentare una metodologia per la sensibilizzazione ed il coinvolgimento della cittadinanza







GRAZIE PER L'ATTENZIONE

ing. Ph.D. Stefano Pili
stefano.pili@sotacarbo.it



Stefano Pili
Francesca Poggi
Eusebio Loria
Caterina Frau

@sotacarbo.it