



Ricerca di Sistema elettrico

Rapporto tecnico economico sulle attività SOTACARBO su efficientamento energetico III Anno (LA 1.28 e 1.31)

Marcella Fadda, Enrico Maggio

RAPPORTO TECNICO ECONOMICO SULLE ATTIVITÀ SOTACARBO SU EFFICIENTAMENTO ENERGETICO III ANNO (LA 1.28 e 1.31)

Marcella Fadda, Enrico Maggio (Sotacarbo SpA)

Con il contributo di: Gianni Serra, Alessandra Madeddu, Eusebio Loria, Alessandro Orsini, Giulia Cau, Stefano Pili, Francesca Poggi, Giovanni Perra, Alice Masili, Caterina Frau (Sotacarbo SpA)

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico (oggi Ministero della Transizione Ecologica) - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità

Obiettivo: *N. 1 - Tecnologie*

Progetto: *1.5 - Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti*

Work package: *1 - Edifici ad alta efficienza energetica*

Linea di attività: *LA1.31 - Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - III Anno*

Responsabile del Progetto: Giovanni Puglisi, ENEA

Responsabile del Work package: Domenico Iatauro, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "*Metodologie e strumenti per lo sviluppo di strategie di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente*"

Responsabile scientifico ENEA: Giovanni Puglisi

Responsabile scientifico SOTACARBO: Marcella Fadda

Indice

SOMMARIO.....	4
INTRODUZIONE.....	5
1. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI.....	6
1.1 WP1 - LA 1.28 PROTOCOLLO PER LA CREAZIONE DI UNO STRUMENTO DI SUPPORTO PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL PATRIMONIO EDILIZIO.....	6
METODOLOGIA GENERALE E DI URBAN BUILDING ENERGY MODELLING.....	6
<i>Pagina dell'Abaco geografico</i>	8
<i>Scheda edificio</i>	10
<i>Scheda unità immobiliare</i>	11
<i>Assegnazione degli impianti e scenario di stato attuale</i>	13
<i>Area di rilievo Urbano</i>	13
IL PORTALE AUREE.IT	14
<i>Building (Edificato)</i>	16
<i>Building audit (Questionario appartamento)</i>	17
<i>Building typology (Tipologie edilizie)</i>	18
CONCLUSIONI	21
1.2 WP1 - LA 1.31 COMUNICAZIONE, DIFFUSIONE DEI RISULTATI E COORDINAMENTO: ATTIVITÀ SOTACARBO SU EFFICIENTAMENTO ENERGETICO - III ANNO	23
CONVEGNI, WEBINAR E PUBBLICAZIONE DI ARTICOLI	23
WORKSHOP "CONTRIBUTI PER UNA ROADMAP PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA IN SARDEGNA"	25
SOTACARBO CON LE SCUOLE	26
NOTTE DEI RICERCATORI	26
OPEN YOUR MINE - MINIERE APERTE 2021.....	26
SITI WEB E SOCIAL NETWORK	27
CONCLUSIONI	27
PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE E PARTECIPAZIONE A CONVEGNI	29
PRINCIPALI SOGGETTI ESTERNI COINVOLTI	30
ELENCO DEI RAPPORTI TECNICI E DEI PRODOTTI REALIZZATI.....	30
CRONOPROGRAMMA ATTIVITÀ.....	31
RENDICONTAZIONE ECONOMICA.....	32
COSTO COMPLESSIVO DEL PROGETTO A PREVENTIVO.....	32
COSTI SOSTENUTI NEL TERZO ANNO DI RICERCA.....	33
COSTI SOSTENUTI NEL TRIENNIO DI RICERCA	34
AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DI PROGRAMMA E DI COSTO DEL PROGETTO.....	35
CONCLUSIONI	38
ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI	40

Sommario

Il presente documento si riferisce all'accordo di collaborazione tra ENEA e SOTACARBO dal titolo *"Metodologie e strumenti per lo sviluppo di strategie di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente"* inserito nelle attività del Piano triennale di realizzazione 2019-2021 Progetto 1.5 "Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti" – WP1 "Edifici ad alta efficienza energetica".

Il progetto triennale, denominato AUREE - "Abaco URbano Energetico degli Edifici", ha avuto l'obiettivo di sviluppare uno strumento di supporto alla definizione di strategie di efficientamento energetico e recupero del patrimonio edilizio urbano, specificatamente indirizzato per il contesto italiano di città di medio – piccola dimensione a clima mediterraneo.

Durante la prima annualità si sono sviluppati il quadro teorico e l'approccio metodologico preliminare che poi è stato sperimentato nella seconda annualità tramite lo sviluppo del caso studio della città di Carbonia. In particolare, nella seconda annualità si sono prima definiti i dettagli della metodologia a livello di algoritmi e strumenti utilizzati e poi, tramite la sperimentazione, si sono ricavati preziosi indirizzi per il raffinamento delle procedure avvenuto in questa terza annualità, dove si sono raffinate le metodologie di trattamento dei dati base, delle procedure di calcolo e delle interfacce del portale AUREE.it al fine di realizzare lo strumento di supporto all'efficientamento energetico del patrimonio edilizio delineato nelle prime fasi del progetto.

L'attività ha perciò seguito principalmente due indirizzi di ricerca: da una parte semplificare e standardizzare i processi al fine di definire un protocollo costituito da strumenti e linee guida ripetibili, e dall'altra studiare e testare ulteriormente le procedure al fine di individuarne i punti di forza di debolezza per successivi sviluppi e altre applicazioni. L'attività ha consentito di sviluppare e testare metodologia e strumenti in un caso studio di particolare interesse per la peculiarità del patrimonio immobiliare. La sperimentazione ha permesso di creare uno strumento, che potrà essere replicato su altri centri urbani regionali.

Il lavoro è stato supportato dalle collaborazioni con gli enti universitari partner (DICAAR, DIMCM, DIEE) specificatamente impegnati nelle LA 1.33-35-37. È proseguito l'impegno nella comunicazione e diffusione dei risultati al fine di dare visibilità al progetto stesso e alle attività svolte, con l'obiettivo di diffondere le tematiche trattate nella comunità locale, intesa come comunale e regionale, vista la natura del progetto stesso.

Introduzione

L'efficienza energetica è uno strumento essenziale per attuare politiche con obiettivi climatici ambiziosi: la riduzione dei consumi attraverso misure di efficienza energetica è un passaggio sostanziale per lo sviluppo di un piano di decarbonizzazione globale. Obiettivi ambiziosi richiedono un concreto ripensamento dei sistemi e delle abitudini e nuovi approcci per accelerare il progresso. Secondo lo scenario di sviluppo sostenibile elaborato dall'Agenzia internazionale dell'energia (Iea), sono necessari miglioramenti massicci dell'efficienza energetica, nonostante questa già offra un contributo di oltre il 40% nell'abbattimento delle emissioni necessario per raggiungere l'azzeramento entro il 2040. Raggiungere gli obiettivi di "zero netto" annunciati dai paesi di tutto il mondo non significa solo generare energia più pulita, significa anche aver bisogno di meno energia. L'efficienza energetica è un combustibile ideale per raggiungere obiettivi climatici di lungo termine, migliorare la qualità della vita e ridurre l'energia richiesta per riscaldare, raffreddare ed elettrificare un edificio, azzerando le emissioni. Così facendo, nel percorso verso la neutralità, l'ottimizzazione degli impianti ridurrebbe le emissioni di un edificio esistente di quasi il 50% sino allo zero netto. La riqualificazione energetica negli edifici è una componente sostanziale della decarbonizzazione e richiede miglioramenti significativi per rendere più efficiente l'uso delle risorse energetiche. Agire sul comparto edilizio rappresenta una delle strategie chiave.

In questo panorama, il progetto si prefigge di contribuire a promuovere strumenti e soluzioni tecnologiche per incrementare le prestazioni degli edifici nuovi ed esistenti. L'obiettivo generale è definire una metodologia di studio e sperimentare uno strumento per supportare il processo di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio tramite un approccio multi scala, che integra la prospettiva del singolo edificio con quella urbana e di quartiere, in un'ottica partecipativa adattata a contesti di piccola o media dimensione, caratterizzati da limitato accesso a risorse economiche e umane. Il modello energetico a scala urbana è stato applicato al caso studio della città di Carbonia, pertanto il progetto avrà diverse ricadute sugli utenti e abitanti della città. In primis le Amministrazioni Pubbliche interessate dai progetti pilota che avranno a disposizione una modello informativo degli stessi, utile per la gestione degli immobili e completo di informazioni relative alle possibili misure di efficientamento energetico perseguibili. Gli utenti delle abitazioni pubbliche riceveranno informazioni sui consumi energetici delle proprie abitazioni, sui possibili interventi di risparmio energetico e di installazione di fonti rinnovabili realizzabili.

Tramite il modello urbano e il portale, tali dati saranno estesi all'intera città di Carbonia e disponibili anche a utenti non direttamente interessati dai monitoraggi. La replicabilità del modello su contesti simili consentirà l'estensione anche ad altre realtà urbane.

L'obiettivo principale della terza annualità è stato il raffinamento delle metodologie di trattamento dei dati base, delle procedure di calcolo e delle interfacce del portale AUREE.it al fine di realizzare lo strumento di supporto all'efficientamento energetico del patrimonio edilizio delineato nelle prime fasi del progetto. Sono stati identificati alcuni punti di forza e di debolezza dello strumento sviluppato in rapporto ad altri presenti in letteratura, e sono delineati alcuni possibili nuovi obiettivi di studio.

Il presente documento si inquadra all'interno Progetto 1.5 "Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti" – WP1 "Edifici ad alta efficienza energetica", dell'Accordo di Programma MISE-ENEA 2019-2021. Nello specifico, è stato realizzato nell'ambito del WP1 – LA 1.31 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su efficientamento energetico - III Anno e riporta una descrizione sintetica delle attività svolte e dei risultati ottenuti nella terza annualità del progetto e afferenti alle linee di attività:

- WP1 - LA 1.28 Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio.
- WP1 - LA 1.31 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su efficientamento energetico - III Anno.

Nel documento è riportato anche un quadro generale dei costi preventivati, un dettaglio delle spese registrate a consuntivo per il terzo anno.

1. Descrizione delle attività svolte e risultati

1.1 WP1 - LA 1.28 Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio

L'obiettivo principale della terza annualità è stato l'approfondimento sulle metodologie di trattamento dei dati base, delle procedure di calcolo e delle interfacce del portale AUREE.it al fine di realizzare uno strumento di supporto all'efficientamento energetico del patrimonio edilizio delineato nelle prime fasi del progetto. L'attività ha seguito principalmente due indirizzi di ricerca: da una parte semplificare e standardizzare i processi al fine di definire un protocollo costituito da strumenti e linee guida ripetibili, e dall'altra studiare e testare ulteriormente le procedure al fine di individuarne i punti di forza di debolezza per successivi sviluppi e altre applicazioni.

Nella prima parte del report si è ulteriormente aggiornato lo stato dell'arte già presentato nei lavori precedenti, con uno studio su alcuni strumenti web-based simili a quello sviluppato nel progetto e con una attenzione particolare alle comunità energetiche e il loro ruolo nel recupero del patrimonio edilizio. A questo ultimo proposito, è interessante far notare che AUREE potrebbe essere uno strumento estremamente utile per la definizione di massima dei consumi energetici laddove, soprattutto per ciò che riguarda la quota parte necessaria per i sistemi Heating&Cooling, non siano disponibili dati di base a cui riferirsi.

Nella parte metodologica del report sono presentate la configurazione aggiornata dell'approccio metodologico generale, le procedure dell'Urban Building Energy Model (UBEM) sviluppato nell'ambito di questo lavoro, e la struttura ed i servizi del portale AUREE.it.

La discussione verte sulla rappresentazione dei risultati del modello energetico sviluppato per l'area di studio e sul loro confronto con alcuni software di controllo e con i dati di origine partecipativa. Si presentano inoltre i risultati di una prima sperimentazione dello strumento effettuata coinvolgendo alcuni stakeholders locali di diversa estrazione culturale.

Infine vengono identificati alcuni punti di forza e di debolezza dello strumento sviluppato in rapporto ad altri presenti in letteratura, e sono delineati alcuni possibili nuovi obiettivi di studio.

L'attività di ricerca applicata ha permesso di sviluppare e testare metodologia e strumenti in un caso studio di particolare interesse per la peculiarità del patrimonio immobiliare. La sperimentazione ha permesso di creare uno strumento disponibile per il contesto urbano oggetto dello studio, che grazie al protocollo sviluppato potrà essere replicato su altri centri urbani regionali. Il protocollo contiene le linee guida per applicare la metodologia per quanto riguarda la preparazione dei dati base, le procedure per la modellazione energetica e per l'impostazione del portale.

Di seguito si riportano alcune brevi sintesi dei principali argomenti trattati.

METODOLOGIA GENERALE E DI URBAN BUILDING ENERGY MODELLING

Poiché l'approccio metodologico generale del progetto AUREE - "Abaco URbano Energetico degli Edifici" e i suoi legami con la letteratura scientifica di riferimento sono stati già oggetto dei report precedenti relativi alle attività LA 1.26 e LA 1.27, in questo lavoro la metodologia generale e di UBEM è esposta nella sua configurazione finale, specificando i gap scientifici ai quali il progetto cerca di dare una risposta.

L'approccio metodologico si compone di un protocollo di analisi e di rappresentazione del patrimonio edilizio su base geografica, combinato con uno strumento di comunicazione e coinvolgimento degli attori locali sviluppato su portale WEB GIS (il portale AUREE.it) e organizzato in quattro sezioni principali che contengono le basi informative del portale stesso e alcune specifiche interfacce predisposte per l'interazione con eventuali utenti:

- *Patrimonio pubblico*: costituisce uno strumento di supporto alla gestione energetica di qualità dell'edificio ed è principalmente rivolto alla Pubblica Amministrazione (PA), rendendone più facile e trasparente la gestione energetica del patrimonio pubblico, ma è anche uno strumento per la scoperta e condivisione dei valori del patrimonio presente nel territorio da parte dell'utente generico.
- *Patrimonio residenziale privato*: contiene la rappresentazione spaziale delle prestazioni energetiche

del patrimonio edilizio abitativo e punta a coinvolgere direttamente gli occupanti delle unità.

- *Abaco Geografico*: raccoglie e riordina la conoscenza sugli elementi ricorrenti del patrimonio edilizio su base spaziale GIS, favorendone la diffusione anche a un pubblico non tecnico.
- *Contesto*: contiene altri tematismi relazionati al recupero del patrimonio edilizio (normativa edilizia, vincoli, etc).

I tematismi sviluppati su AUREE hanno visto il coinvolgimento di Sotacarbo per quanto riguarda le sezioni inerenti lo studio e la rappresentazione del patrimonio residenziale, ossia l'Abaco degli edifici e il Patrimonio Privato, mentre ha coinvolto l'Università degli Studi di Cagliari (in qualità di partner del progetto), in particolare il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR) per la sezione riguardante gli edifici pubblici (vedasi report relativi alle linee di attività LA 1.33); il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali (DICM) per la LA 1.35 e il Dipartimento di Ingegneria elettrica ed elettronica (DIEE) per la LA 1.37.

Per il patrimonio edificato residenziale si è proposto un approccio tipologico, ossia basato sullo studio delle tipologie edilizie e dei suoi elementi ricorrenti, accoppiato allo sviluppo di modello energetico alla scala urbana (Urban Building Energy Modelling – UBE), utile a valutare preliminarmente il potenziale di retrofit del patrimonio edilizio. Si è sviluppato un UBE di tipo ingegneristico, che adotta un approccio per tipi edilizi e capace di calcolare la prestazione energetica di ogni edificio sulla base di:

- Geometrie, ricavabili per ogni edificio dalla base topografica (superfici disperdenti, volumi, etc).
- Caratteristiche tipologiche del sistema edificio-impianto, impostato tramite uno studio basato sul contesto locale, con il quale è stato classificato tutto il patrimonio residenziale.
- Semplificazione degli algoritmi proposti dalla normativa vigente (serie UNI TS 11300).

Il caso studio di Carbonia, presentato nella sua fase preliminare nella scorsa annualità, e le attività di approfondimento, relative al presente lavoro, hanno permesso di impostare un semplice UBE capace di supportare la metodologia proposta anche in contesti di particolare scarsità di dati di base. Oltre all'obiettivo tipico di questi strumenti, ossia stimare il fabbisogno energetico del patrimonio edilizio e possibili scenari di retrofit a scala urbana o di quartiere, l'approccio sviluppato ha altre due finalità peculiari:

- Essere la base informativa per l'interazione con i diversi utenti del portale.
- Organizzare su base geografica le linee guida di intervento sviluppate per tipo edilizio rivolte a operatori del settore e semplici cittadini.

La struttura finale dell'UBE, sviluppato per adattarsi alle condizioni del contesto in termini di dati disponibili e finalità del progetto, è rappresentata nella Figura 1. Come già in parte anticipato dagli studi presentati nelle precedenti annualità, la modellazione energetica si svolge in parte in ambiente GIS-desktop, e in parte lato WEB, cosa che permette di rendere dinamica l'interazione con gli utenti del portale. In particolare, nel report sono forniti i dettagli delle procedure, focalizzando l'attenzione sulle tematiche relative a rilievo e preparazione dei dati di base, procedure e strumenti in ambiente GIS, procedure e algoritmi in ambito WEB.

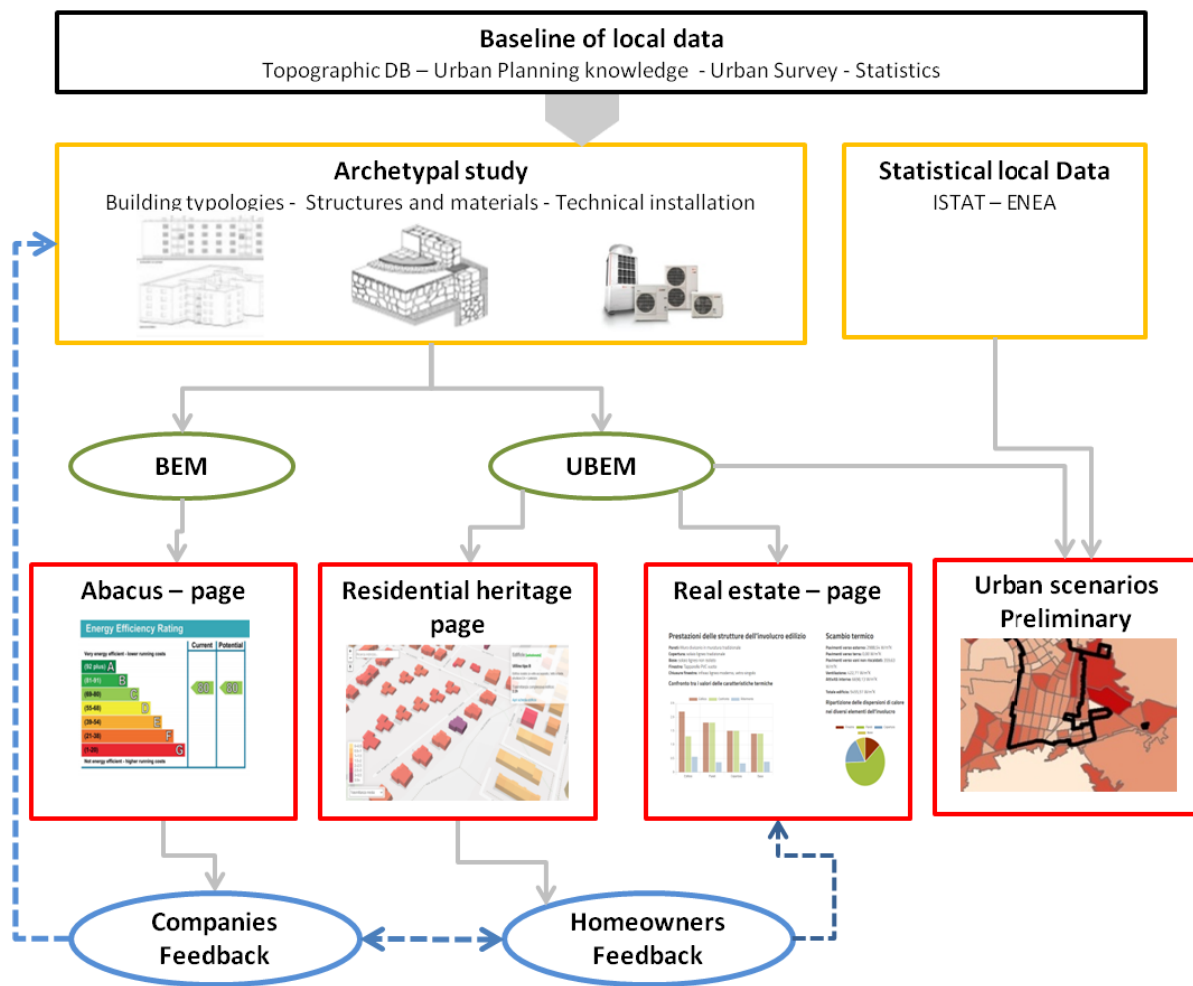


Figura 1. Schema di UBEU sviluppato nel progetto.

La rappresentazione delle caratteristiche energetiche del patrimonio costruito residenziale si basa sullo studio delle tipologie edilizie e dei suoi elementi ricorrenti (Abaco), abbinato allo sviluppo di un modello energetico a scala urbana, che ha la finalità di valutare il potenziale di retrofit del patrimonio edilizio e coinvolgere eventuali proprietari di abitazione con dati più specifici sulla loro proprietà. Le sezioni dell'Abaco Geografico e del Patrimonio Residenziale sono fortemente interconnesse, infatti sono rappresentazioni diverse dello stesso insieme di informazioni basate su studi tipologici, risultati dell'UBEM e dati da interfacce partecipative. Tali fonti di dati sono disposte su due distinte sezioni del portale, caratterizzate da accessi aperti, e su una terza sezione, abilitata ai soli utenti che effettuino la registrazione. In altre parole, la conoscenza del patrimonio residenziale è rappresentata da tre sezioni del portale con un dettaglio incrementale e personalizzabile: l'Abaco Geografico, il Patrimonio Residenziale e la Sezione Immobiliare, come di seguito descritto.

Pagina dell'Abaco geografico

L'Abaco Geografico è una banca dati di informazioni spaziali che raccoglie e rappresenta le conoscenze sugli elementi ricorrenti del patrimonio edilizio, alla base dello sviluppo di UBEU, favorendone la diffusione tra gli operatori del settore e destinatari non tecnici, facilitando il collegamento tra offerta e domanda del mercato. Nella pagina dell'Abaco Geografico, gli utenti possono consultare la mappa degli archetipi edilizi e apprendere informazioni attraverso una struttura organizzata per livelli successivi di conoscenza di dettaglio (Figura 2): dalle nozioni essenziali, inerenti l'efficienza edilizia, alle tecnologie di retrofit, fino ai requisiti tecnici rivolti all'utenza prettamente tecnica. In altre parole, i contenuti sono assimilabili a quelli di una linea guida tecnica e/o costruttiva, strutturata come un ipertesto multimediale a base spaziale, che ne facilita la consultazione. I contenuti informativi dell'Abaco derivano in gran parte dall'approccio conoscitivo tipologico,

svolto sul contesto locale, e dalle simulazioni energetiche, svolte per gli edifici tipo. A questo, sono integrate statistiche ricavate dalle informazioni volontarie derivanti dai feedback degli utenti del portale.

La prima pagina della sezione, accessibile a tutti gli utenti del portale, costituisce il primo livello conoscitivo e presenta una mappa dell'area di studio tematizzata per tipo edilizio e periodo di costruzione, dove è possibile selezionare un edificio di interesse e attivare un link, che permette l'accesso alla scheda tipologica vera e propria dedicata all'archetipo dell'elemento selezionato, accessibile direttamente anche da un elenco presente nella pagina riassuntiva iniziale della sezione Abaco.

La scheda tipologica costituisce il secondo livello di approfondimento, ancora principalmente dedicato agli utenti non tecnici, e funge da *hub* per esplorare alcune tematiche legate all'efficienza dell'edificio e al suo uso. La conoscenza rappresentata nella scheda tipologica deriva da tre fonti informative (Figura 2):

- conoscitiva, derivante dallo studio tipologico e dalle attività di rilievo urbano;
- interattiva, derivante dai questionari compilati dagli utenti del portale;
- di calcolo, derivante dalla modellazione energetica di dettaglio per tipo edilizio.

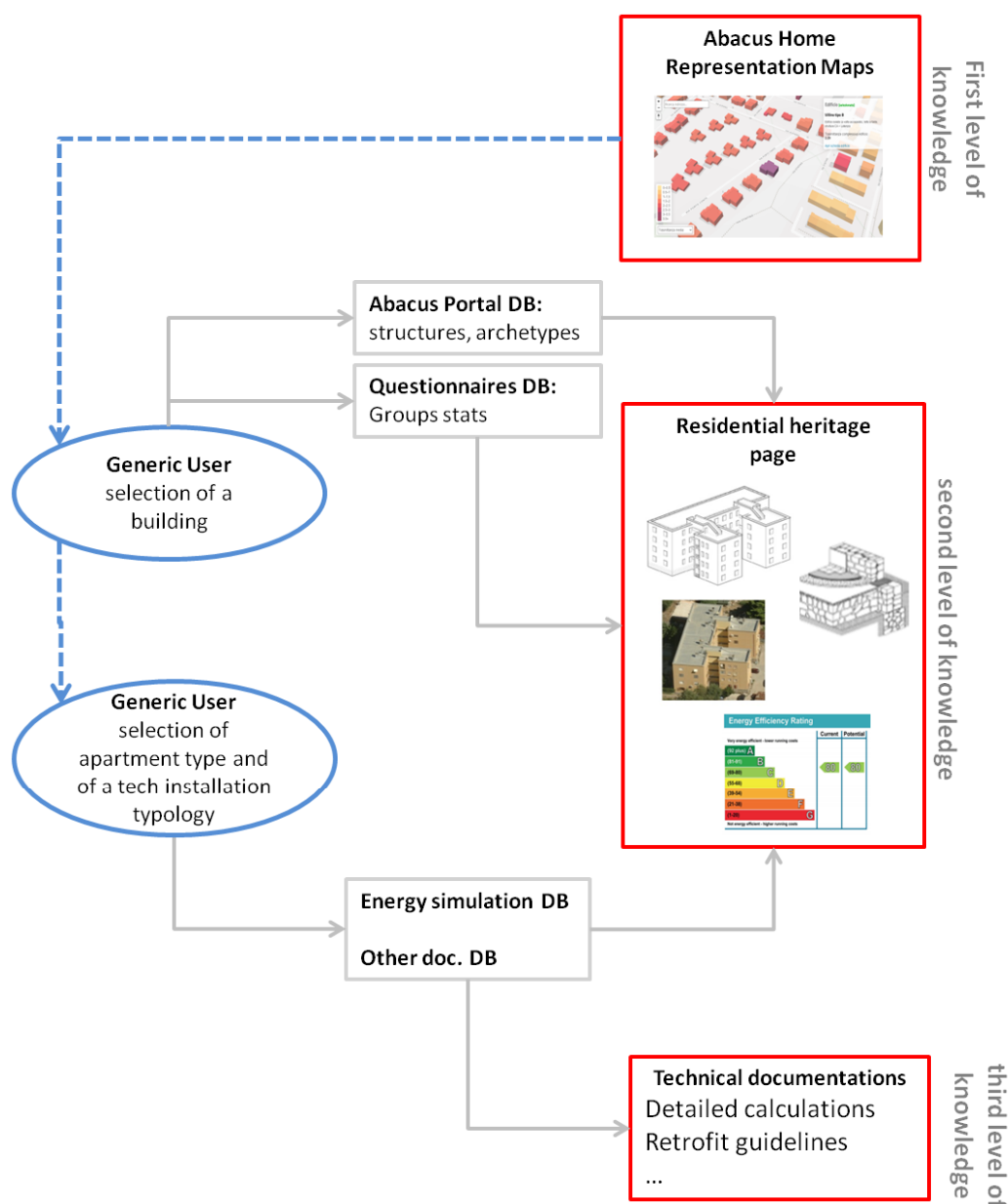


Figura 2. Contenuti dell'Abaco e interazione con gli utenti.

Scheda edificio

L'obiettivo generale della pagina è invogliare l'utente generico del portale a esplorare il patrimonio edilizio rappresentato, in modo da aumentare le sue conoscenze anche attraverso la compilazione del questionario (Figura 3). A tale scopo, la scheda permette di eseguire il confronto tra l'edificio selezionato con altri edifici del contesto urbano, attraverso la consultazione visuale di mappe tematizzate che adottano le metriche basate sul calcolo effettuato dall'UBEM. Nella scheda sono illustrate le caratteristiche generali dell'edificio, la sintesi dei risultati del calcolo di fabbisogno di energia utile, invernale ed estivo, dell'involucro edilizio dell'edificio selezionato e il confronto con l'*edificio di riferimento* e con l'*edificio medio*.

L'*edificio di riferimento* è un modello ideale avente forma uguale a quello selezionato, ma caratteristiche dell'involucro e degli impianti settate a valori coerenti con le normative vigenti per un edificio di nuova costruzione.

L'*edificio medio* è caratterizzato da parametri prestazionali con valori ricavati dalla media tra gli edifici presenti nell'area simili per tipologia, periodo di costruzione e geometria (superficie utile, rapporto S/V) a quello selezionato. Mentre l'edificio di riferimento ha prestazioni in generale molto distanti da quelle di un edificio non ancora ristrutturato, l'edificio medio assume valori dei parametri che tengono conto delle condizioni del patrimonio edilizio locali, e può essere facilmente utilizzato per evidenziare la qualità dell'edificio selezionato rispetto al contesto.

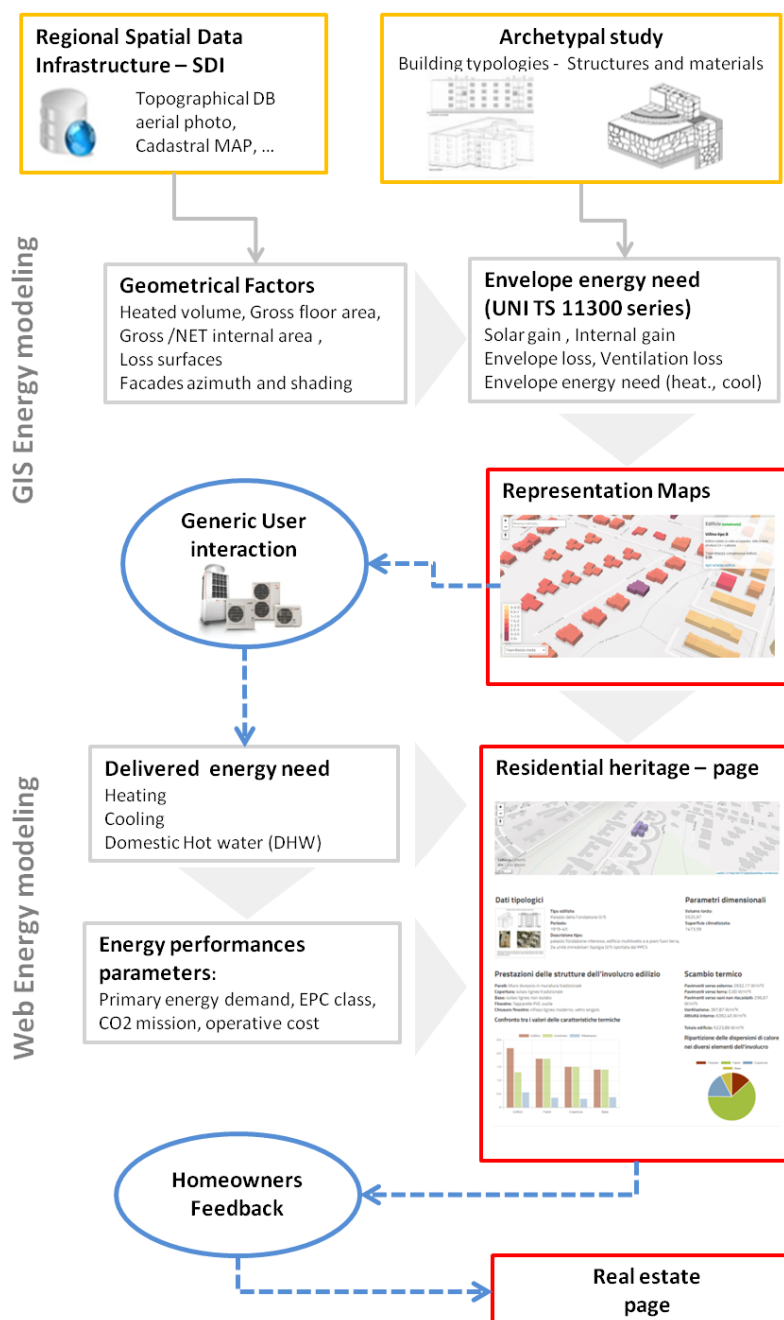


Figura 3. Contenuti della pagina edificio e interazione con gli utenti

Scheda unità immobiliare

La scheda relativa all'unità immobiliare viene creata a seguito della compilazione del questionario energetico e ha l'obiettivo di dare dei suggerimenti di retrofit personalizzati. Poiché generata a seguito di informazioni inserite dall'utente, i contenuti della scheda sono accessibili solo dal profilo di quest'ultimo, mentre le informazioni inserite confluiscono nell'Abaco solo tramite statistiche per tipo edilizio. La scheda della unità immobiliare è indirizzata un pubblico non tecnico, perciò mantiene pressoché la stessa struttura e lo stesso linguaggio della scheda edificio, con contenuti aggiornati sulla base delle informazioni introdotte e con una sezione di suggerimenti personalizzati di buona gestione del sistema edificio-impianto e proposte di retrofit.

Il questionario è suddiviso in alcune sezioni principali organizzate a seconda del tipo di dato richiesto:

- Informazioni generali del corpo di fabbrica in cui si trova l'unità immobiliare (ubicazione, tipologia edilizia, periodo di costruzione, tipo di chiusura di base e di copertura, numero di piani, etc);

- Informazioni sull'involucro (superficie interna, superfici disperdenti, precedenti interventi di retrofit, caratteristiche delle finestre, etc);
- Informazioni sugli impianti presenti (riscaldamento, raffrescamento, ACS, RES);
- Profilo di utilizzo degli impianti (tempi di utilizzo, porzione di casa con impianti di condizionamento, etc);
- Altri dati (comfort, consumi energetici, obsolescenza impianti, profilo occupante, disponibilità ad investire e soddisfazione generale dell'immobile).

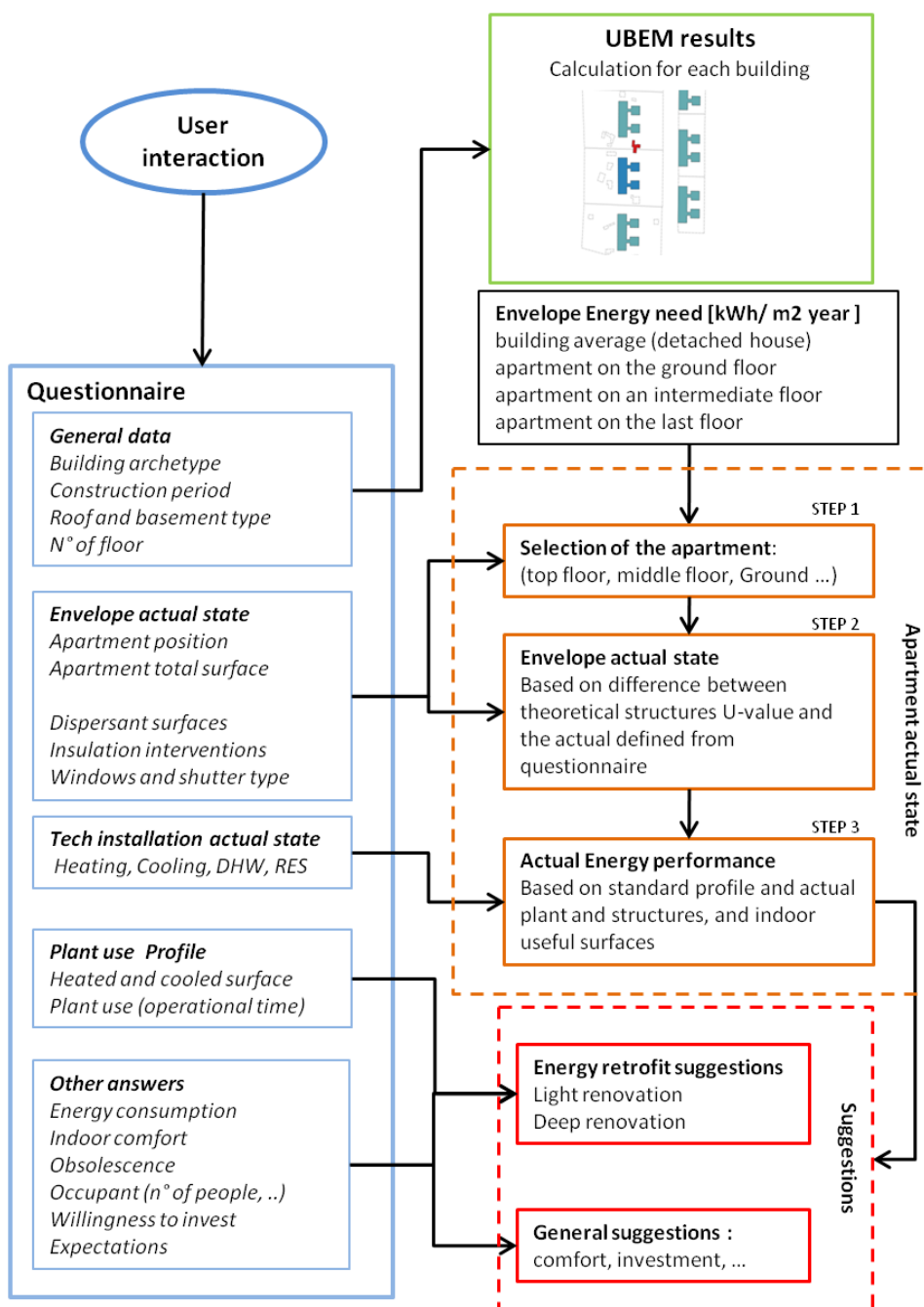


Figura 4. Diagramma della scheda unità immobiliare.

Assegnazione degli impianti e scenario di stato attuale

Per calcolare le performance energetiche e il potenziale di retrofit su uno specifico edificio, il portale richiede direttamente all'utente di effettuare una assegnazione del sistema impiantistico nella unità immobiliare, per poi proseguire con la procedura di calcolo. Passando alla scala urbana, per proseguire la modellazione energetica e definire lo stato attuale del patrimonio edilizio, è necessario assegnare i sistemi impiantistici agli edifici, o a un gruppo di essi, sulla base di un qualche criterio tipologico o spaziale.

Area di rilievo Urbano

La fase sperimentale ha richiesto un ampliamento dell'area di studio individuata nella precedente annualità, al fine di testare le procedure e la metodologia su un ambito più rappresentativo del centro urbano.

La mappa, riportata in figura 5 immagine (a), individua la nuova area: essa comprende la quasi totalità del centro urbano di Carbonia, ad eccezione della espansione sud-ovest, delle frazioni e dei nuclei sparsi, e rappresenta circa il 70% del patrimonio edilizio residenziale del territorio comunale.

La zonizzazione riportata nel Piano Urbanistico della città di Carbonia individua una preliminare classificazione del tessuto urbano (immagine (b) della figura 5, che si differenzia tra il Centro della Fondazione, le espansioni non pianificate dei primi anni 50-60, che mantengono tuttora una forte attività edificatoria, e l'espansione più recentemente attuata tramite approcci pianificati, ancora in fase di completamento.

L'immagine (c) della figura 5 mostra come i perimetri delle sezioni censuarie ISTAT siano essenzialmente congruenti con la zonizzazione del piano e con l'articolazione degli isolati del centro urbano, supportando l'ipotesi di unire spazialmente i risultati dell'UBEM con le statistiche socio-economiche contenute nel censimento.

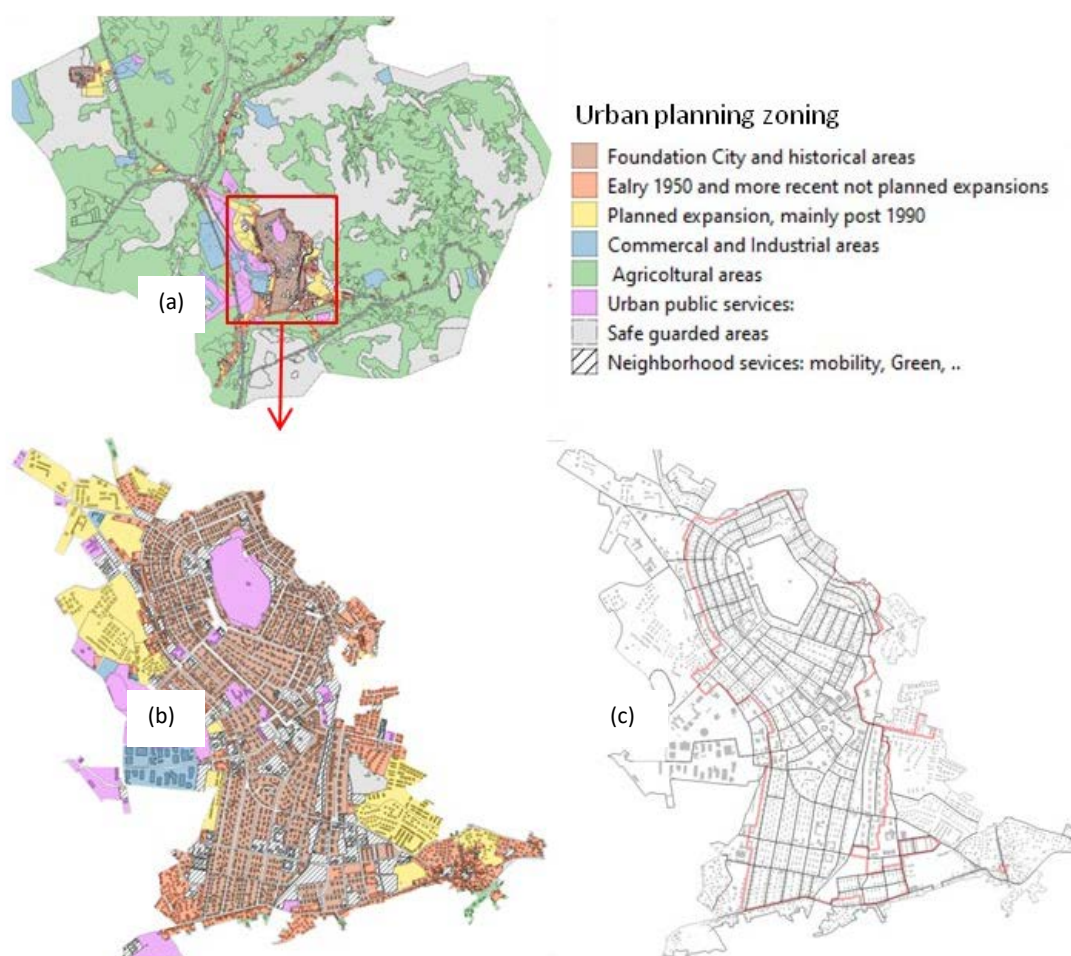


Figura 5. Centro di Carbonia con area di studio.

IL PORTALE AUREE.IT

Nel report sono presentati in dettaglio la struttura e l'architettura del portale sviluppato nel progetto. Il portale AUREE.it ha la finalità di favorire l'efficientamento energetico e il recupero del patrimonio edilizio urbano promuovendo l'interazione tra diversi attori coinvolti nel processo: occupanti delle unità immobiliari, decisori delle pubbliche amministrazioni, operatori del settore (imprese, professionisti) o altri stakeholders più generici. In particolare la PA può utilizzare i contenuti di AUREE per sviluppare e condividere un'utile conoscenza di base sulle tipologie edilizie e le loro caratteristiche energetiche finalizzate alla diffusione delle migliori pratiche e allo sviluppo di strategie e politiche. Gli operatori economici coinvolti nel processo di retrofit, che possono essere individuati sostanzialmente nei progettisti e nelle imprese, possono utilizzare la conoscenza del portale per indagare rapidamente le caratteristiche di un edificio di interesse e per avere una rappresentazione delle peculiarità del patrimonio edilizio locale al fine di migliorare la propria offerta di mercato. Inoltre, in quanto esperti del settore, potrebbero anche condividere *best practices* basate sul mercato locale e sulle tecnologie emergenti. Infine, gli occupanti delle abitazioni, o più in generale di una unità immobiliare, possono utilizzare l'abaco tipologico per essere più consapevoli del potenziale di riqualificazione energetica della proprietà, al fine di poter interagire meglio con professionisti e aziende e attuare un processo decisionale più informato.

A tal fine il portale contiene algoritmi e procedure che utilizzano gli open data disponibili, i risultati del modello energetico e lo studio tipologico per sviluppare alcune interfacce dedicate alla interazione con gli attori del processo (Figura 6):

- L'interfaccia dell'utente generico permette di consultare le mappe e i contenuti delle sezioni Abaco, Patrimonio privato e Patrimonio pubblico al fine di rendere disponibili informazioni sul patrimonio edificato pubblico e privato e sul relativo potenziale di retrofit.
- L'interfaccia dell'utente registrato al portale dà accesso a un profilo privato dove può essere compilato un questionario energetico, riferito a una unità immobiliare di interesse, e ottenere alla fine del processo di inserimento di informazioni, suggerimenti di retrofit personalizzati.
- La sezione dedicata alle imprese permette di promuovere l'azienda e/o il professionista e i servizi offerti e la visualizzazione spaziale del luogo di azione (il tutto a fronte della compilazione di un modulo on line), con la finalità di facilitare il contatto tra domanda e offerta locale di servizi/forniture/lavori.
- Le pubbliche amministrazioni potranno infine visualizzare agevolmente la rappresentazione del patrimonio edilizio pubblico georeferenziato attraverso una mappa interattiva e dinamica, che si arricchisce i contenuti tramite le interazioni degli utenti.



Figura 6. Homepage e principali sezioni del portale.

La piattaforma AUREE può scambiare costantemente, in entrata e in uscita e in modo automatico, le informazioni geografiche con i Sistemi Informativi Regionali, Nazionali, Europei e degli altri Enti che supportano tali standard, come ad esempio la Regione Autonoma della Sardegna (RAS), L'Agenzia del Territorio, il Ministero dell'Ambiente, enti di Ricerca e Statistica. I dati pubblicati nella piattaforma AUREE possono essere inviati in automatico al portale regionale (<http://dati.regione.sardegna.it/>), portale nazionale (<https://www.dati.gov.it/>) ed al portale europeo ([https:// www.europeandataportal.eu/it](https://www.europeandataportal.eu/it)) degli Open Data.

Sulla piattaforma AUREE sono stati sviluppati dei moduli applicativi (TOOLS) dedicati al progetto e di seguito riportati:

- Building (Edificato)
- Building audit (Questionario appartamento)
- Building typology (Tipologie edilizie)
- Business (Imprese)
- HelpTemplate (Testi fissi)

Building (Edificato)

Nella sezione “Patrimonio privato” del portale sono stati creati gli edifici (Figura 7). Ad ogni edificio è stata associata una geometria poligonale e dei campi alfanumerici che ne descrivono le caratteristiche.

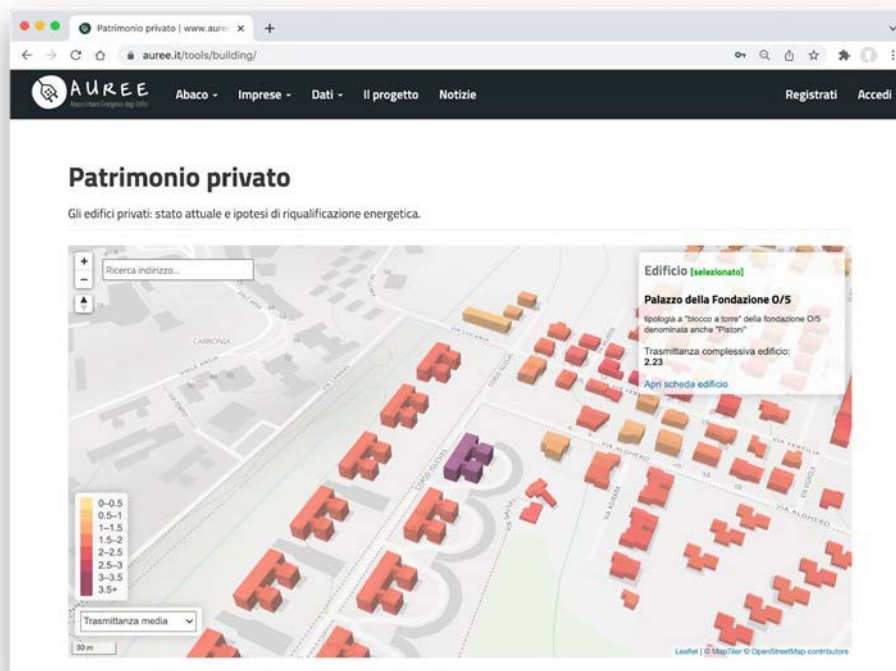


Figura 7. AUREE: Schermata tratta dalla sezione “Patrimonio privato”.

Con la mappa interattiva del portale è possibile selezionare un edificio, cercare un indirizzo e tematizzare i poligoni per trasmittanza media e fabbisogno al metro quadro.

Ogni edificio ha una scheda di dettaglio (Figura 8) nella quale vengono visualizzate le informazioni con indicatori sulle prestazioni e fabbisogni energetici. È possibile inoltre visualizzare dinamicamente, scegliendo il tipo di impianto (raffrescamento, riscaldamento, acqua calda sanitaria): le prestazioni energetiche dell’edificio confrontato con un edificio di riferimento, la prestazione totale, il potenziale di efficientamento, la stima della classe energetica e dei costi annui.

Patrimonio privato / Palazzo della Fondazione O/5

Palazzo della Fondazione O/5

tipologia a "blocco a torre" della fondazione O/5 denominata anche "Pistoni"

La scheda presenta la sintesi dei risultati di un calcolo semplificato di performance energetica dell'edificio selezionato. Si riportano prima i dati generali e tipologici dell'edificio, seguono una sintesi delle caratteristiche termo-fisiche dell'involucro edilizio e la stima delle performance di alcuni sistemi impiantistici molto diffusi nel contesto.

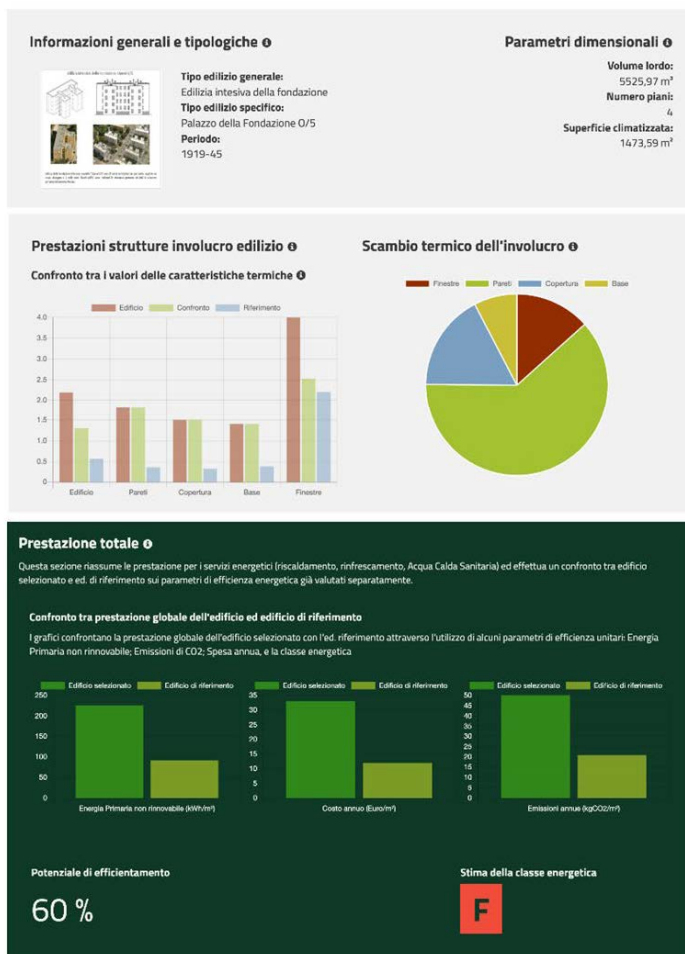


Figura 8. Scheda edificio.

Building audit (Questionario appartamento)

A ogni edificio è possibile associare uno o più audit per ogni singolo utente registrato al portale. Può essere creato un audit anche senza specificare un edificio, in questo caso il sistema utilizza dei valori di base standard. Le informazioni raccolte consentono di confrontare i consumi di energia dell'abitazione di interesse con i fabbisogni medi degli edifici simili a quello selezionato.

Dalla home page o dalla sezione "Patrimonio privato" è possibile aprire la sezione dedicata ai questionari "Audit edifici" (Figura 9).

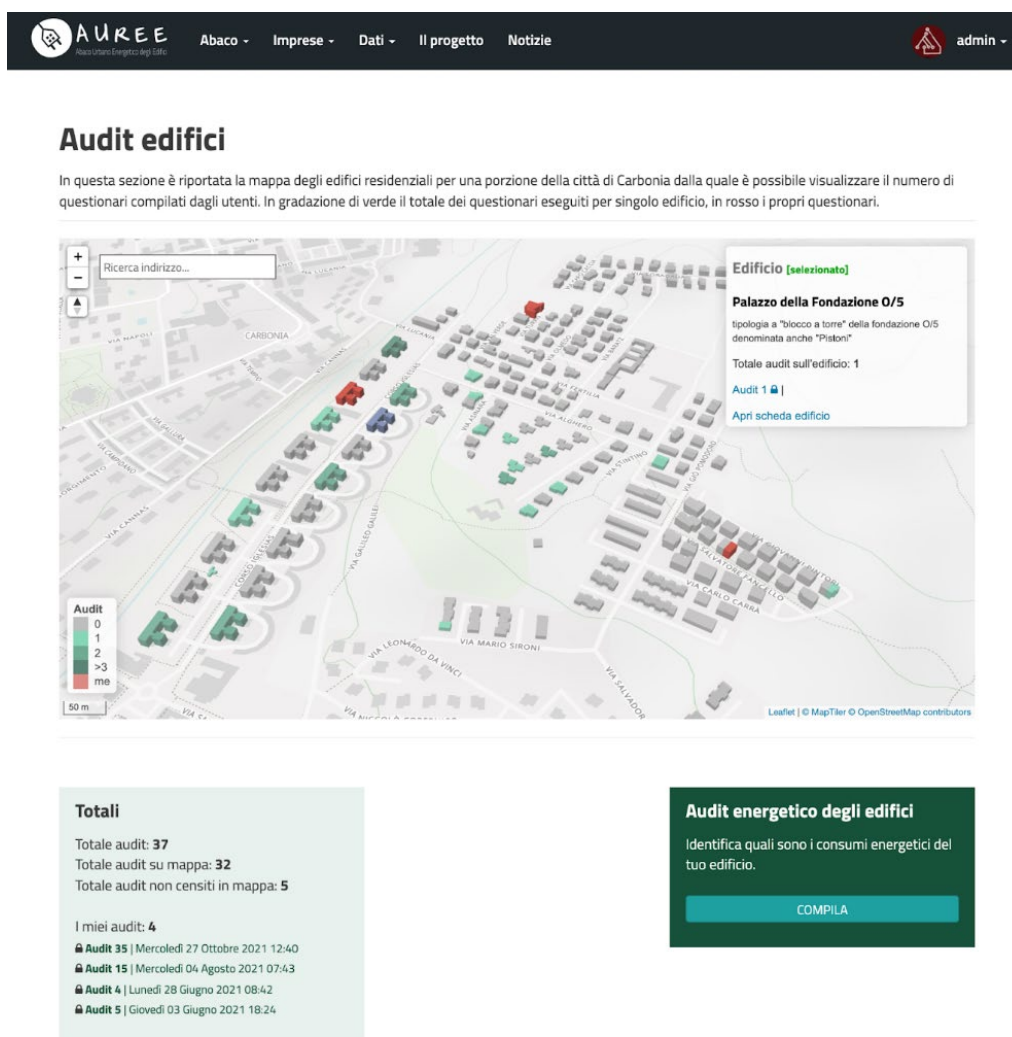


Figura 9. Audit edifici.

Con la mappa interattiva è possibile visualizzare quanti audit sono stati fatti e, se autenticati, è possibile consultare i propri. La compilazione dell'intero questionario si compone di 10 parti.

Building typology (Tipologie edilizie)

Il modulo definito Building typology è dedicato alle tipologie edilizie degli edifici. In questa sezione, tramite una mappa interattiva (Figura 10), è possibile consultare le tipologie edilizie dell'edificato. Per ogni tipologia è presente una scheda che ne descrive le caratteristiche.

Abaco degli edifici

Banca dati degli edifici: elementi costruttivi, impianti, uso.



Edilizia storico tradizionale case a corte, medau etc SCHEDA	palazzo storico (pre anni 50), oltre 3 livelli palazzo storico (pre anni 50), oltre 3 livelli SCHEDA	Villino tipo A edilizia mono o bi-familiare sul lotto privato SCHEDA	Villino tipo B edilizia mono o bi-familiare sul lotto privato SCHEDA
Casa a schiera Edilizia post anni 50, tipicamente realizzata con moduli ripetitivi di unità mono-familiari a sviluppo verticale affiancati lateralmente avente fino a 3 piani fuori terra	Palazzina edilizia plurifamiliare oltre 3 piani isolato nel lotto	Palazzina in linea edilizia plurifamiliare oltre 3 piani aggregata in linea	Palazzina a blocco edilizia plurifamiliare oltre 3 piani allineata su filo strada con corte interna

Figura 10. Abaco degli edifici.

Business (Imprese)

Il modulo “Business” è dedicato alle imprese che operano nel settore energetico. Tramite la sezione “Imprese” è possibile filtrare i dati e consultare le aziende di interesse (Figura 11). Inoltre per ogni impresa viene visualizzata una scheda informativa (Figura 12).

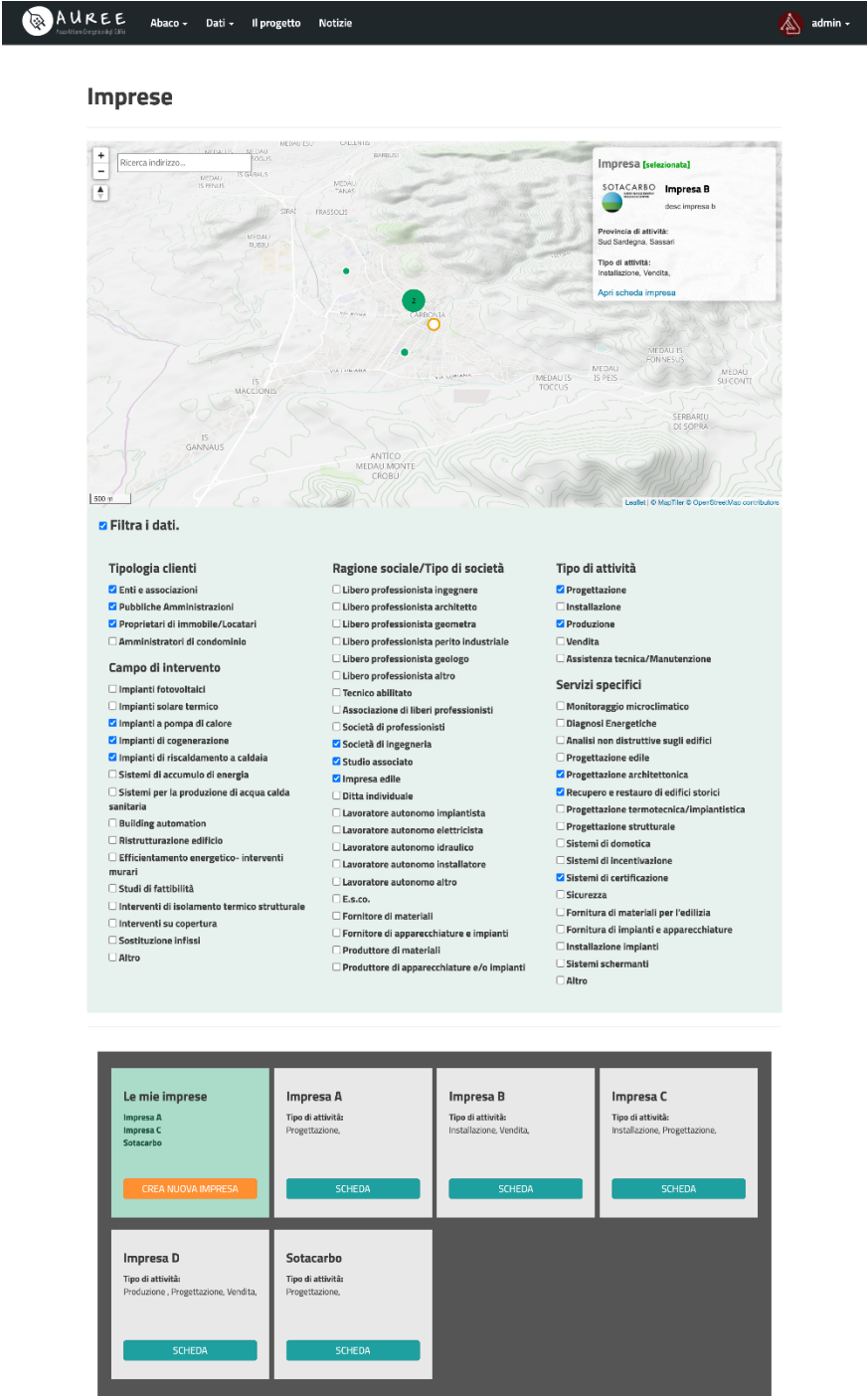


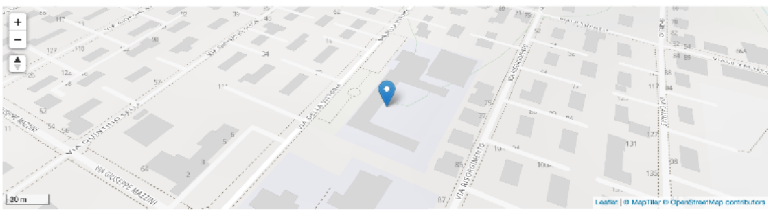
Figura 11. Pagina imprese.


Abaco - Imprese - Dati - Il progetto - Notizie
Registrati Accedi

Imprese / Sotacarbo s.p.a



Sotacarbo s.p.a
Società di ricerca



Indirizzo: Via della Vittoria, Carbonia

Website: www.sotacarbo.it

Email: stefano.pili@sotacarbo.it

Telefono/Cellulare: 0781/670444

Provincia di attività: Sud Sardegna

Tipologia clienti: Enti e associazioni, Pubbliche Amministrazioni,

Ragione sociale/Tipo di società: Ricerca

Tipo di attività: Progettazione,

Servizi specifici: Diagnosi Energetiche, Monitoraggio microclimatico, Progettazione termotecnica/impiantistica,

Campo di intervento: Altro, Studi di fattibilità,

Figura 12. Scheda Impresa.

La piattaforma, sviluppata per il comune di Carbonia, presenta un'architettura scalabile in grado di replicarsi in altri casi studio tramite l'utilizzo del codice e del protocollo allegati al report.

CONCLUSIONI

Per testare la replicabilità e la sostenibilità della metodologia in termini di oneri computazionali e di trattamento dei dati iniziali, l'area di studio indagata nella passata annualità è stata ampliata fino a comprendere tutto il centro storico e alcune aree periferiche (Figura 13). L'area indagata attualmente presenta un patrimonio edilizio residenziale con edifici storici e recenti, il che consente di valutare l'efficacia delle procedure in casi di diversa disponibilità di dati base. Nel nostro caso studio infatti sono disponibili informazioni piuttosto dettagliate per gli edifici storici oggetto di pianificazione particolareggiata comunale, mentre per il patrimonio del dopoguerra è stato necessario provvedere all'impostazione di archetipi più generali.

Il report presenta una sintesi dei risultati del modello energetico ampliato alla nuova area di studio (Figura 14) e la relativa discussione, valutando prevalentemente la possibilità della portabilità delle procedure di rilievo e di pre-processing, e la coerenza dei risultati ottenuti rispetto a quelli di output generati da software di controllo e ai dati di natura partecipativa ottenuti tramite il portale. È presentata inoltre la descrizione delle attività di sperimentazione del portale effettuata tramite il coinvolgimento di un gruppo selezionato di attori locali.

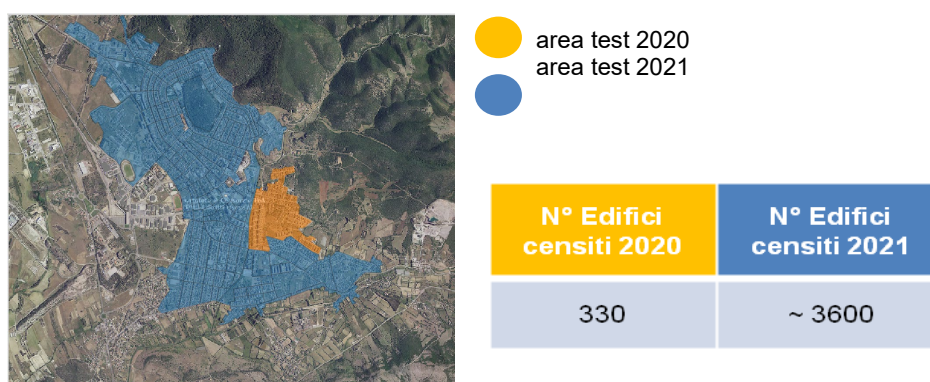


Figura 13. Espansione dell'area di studio.

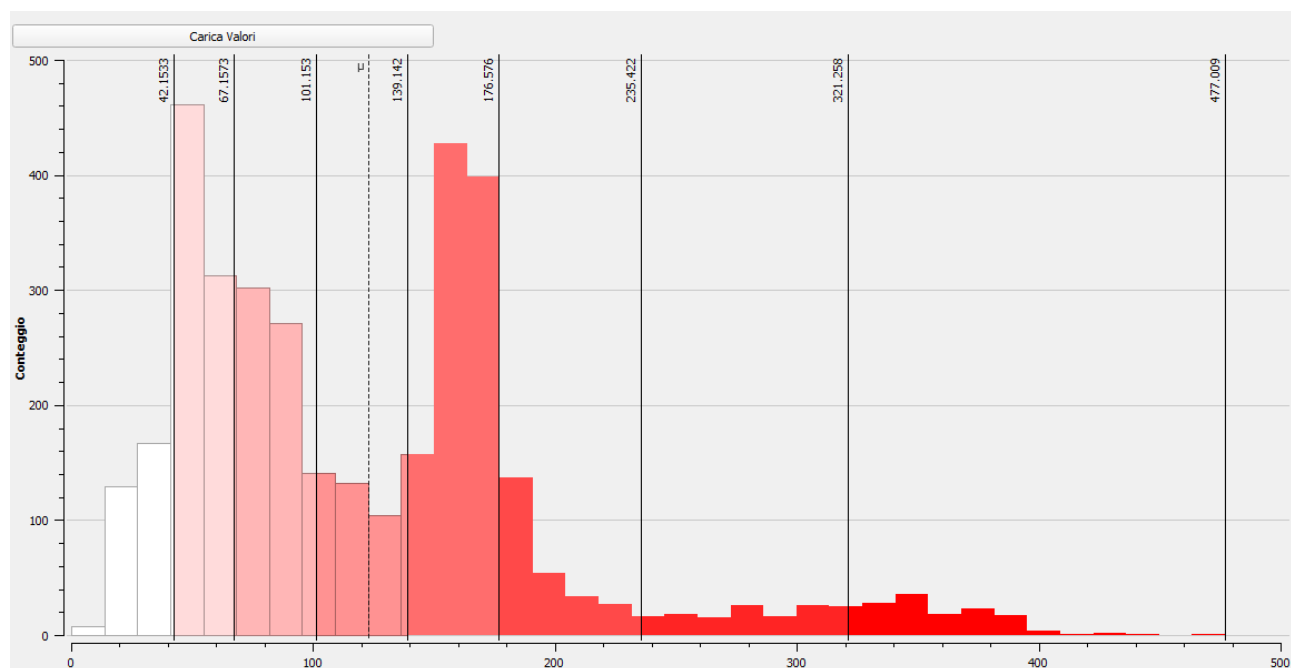


Figura 14. Distribuzione degli edifici per fabbisogno di energia utile per riscaldamento.

Per un approfondimento maggiore dell'argomento si rimanda al report *"Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio"* - Autori – Stefano Pili, Francesca Poggi, Giulia Cau, Eusebio Loria, Alessandra Madeddu, Caterina Frau (**RdS/PTR2021/114**)

1.2 WP1 - LA 1.31 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficiamento energetico - III Anno

La strategia adottata nell'ambito della comunicazione aziendale mira a promuovere le attività del progetto specifico in modo coordinato con gli altri progetti portati avanti dalla Società; ciò consente di ampliare e diversificare il pubblico di riferimento oltreché indirizzarlo su attività e tematiche distinte - sia attraverso la pubblicazione di articoli originali, sia attraverso una variegata offerta formativa rivolta a studenti universitari e delle scuole elementari, medie e superiori. Per migliorare la propria capacità di informare e porsi come punto di riferimento sui temi legati all'efficientamento energetico, alla ricerca e alle tecnologie sviluppate in questo campo, la Società ha proseguito le attività informative sui vari media a disposizione, utilizzando in modo più penetrante i social network associati ai siti. Nonostante le limitazioni date dall'emergenza Covid, le attività di comunicazione di questa annualità sono state caratterizzate dalla ripresa di alcuni eventi in presenza.

Nello specifico, le attività svolte nel 2021 hanno riguardato la pubblicazione sui media aziendali di articoli tematici di taglio divulgativo e notizie aggiornate relative alle attività dei progetti in corso, la pubblicazione di articoli su temi attinenti all'efficientamento energetico e alle smart cities nel magazine digitale in lingua inglese "Only Natural Energy (ONE)", l'implementazione del network di contatti con testate locali e nazionali, volto a facilitare la pubblicazione di articoli e interventi della Società sui temi di maggior interesse, la partecipazione a conferenze sia online che in presenza, la prosecuzione del progetto Sotacarbo con le scuole (Progetto Zoe Junior, Zoe e Generazione consapevole) per la divulgazione scientifica a favore di scuole, associazioni culturali e cittadinanza, la partecipazione in presenza alla Settimana della Scienza, conclusa con la Notte Europea dei Ricercatori, l'organizzazione del workshop in presenza "Contributi per una roadmap per la transizione energetica della Sardegna", la partecipazione all'evento in presenza "Open Your Mine – Miniere aperte 2021".

CONVEGNI, WEBINAR E PUBBLICAZIONE DI ARTICOLI

Al fine di coinvolgere e creare interesse e attenzione attorno alle attività di comunicazione e diffusione dei risultati del progetto AUREE, i risultati sono stati riprodotti in altri contesti attraverso la partecipazione a convegni e webinar locali e nazionali. Inoltre la Società ha previsto la pubblicazione sul sito aziendale di articoli di carattere divulgativo sui temi legati all'efficienza energetica e all'innovazione sociale e tecnologica nel settore, in particolare inerenti l'approccio smart-cities.

Nel corso del 2021 la Società ha partecipato in presenza al festival dell'innovazione nei territori e della collaborazione locale "Smartcityness" edizione 2021, e alla *International Smart Cities School 2021* organizzata dal *Tomorrow's Cities LAB* dell'Università degli Studi di Cagliari.



Figura 15. Articolo pubblicato su sotacarbo.it il 29.06.2021

Le pubblicazioni della testata digitale Only Natural Energy (ONE) hanno registrato un aumento della produzione di articoli originali, continuando comunque a ospitare articoli di testate esterne nella rivista. Per assicurare comunque spazio alla selezione dei migliori articoli pubblicati altrove, si è scelto di aumentarne la frequenza di pubblicazione sul sito web.

Nel periodo oggetto del presente rapporto, è stato perfezionato il coordinamento del lavoro redazionale portato avanti dal personale Sotacarbo con quello realizzato in esterno attraverso le collaborazioni con Toby Lockwood, Jez Abbott, Lenore Hitchler e Xing Zhang.



Figura 16. Articolo sul tema smart cities

La diffusione del magazine viene promossa anche tramite i social network. Su LinkedIn, Twitter e Facebook vengono condivisi i post e gli articoli selezionati sulla base delle principali tematiche della testata. Sono stati pubblicati sulla rivista digitale Only Natural Energy (Figura 16) diversi articoli originali riguardanti l'efficientamento energetico e le smart cities.

WORKSHOP "CONTRIBUTI PER UNA ROADMAP PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA IN SARDEGNA"

Sotacarbo, l'Università di Cagliari e l'Enea hanno organizzato una due giorni (28 e 29 settembre 2021) per mettere a confronto scenari e proposte per assicurare la neutralità climatica alla Sardegna. Un tavolo di lavoro che possa aiutare il decisore politico in un percorso complesso, tutt'altro che scontato, che richiede il coinvolgimento dell'opinione pubblica e del mondo dell'industria, sulle difficili scelte di oggi per raggiungere i traguardi al 2030 e al 2050 fissati a livello comunitario e fatti propri dal governo nazionale e dalla giunta regionale. I lavori della prima giornata, ospitata nella facoltà di ingegneria dell'Università di Cagliari, si sono aperti su una certezza: entro il 2025 tutti gli impianti a carbone presenti in Italia saranno spenti e il sistema energetico dovrà adattarsi a un futuro senza il più inquinante tra i combustibili fossili. La decarbonizzazione è una grande opportunità che la Sardegna è chiamata a cogliere per avviare una rivoluzione tecnologica, sociale ed energetica, garantendo nel contempo la riconversione del settore civile-residenziale, dei trasporti e di quello industriale. Il traguardo è arrivare a un fabbisogno energetico soddisfatto interamente con fonti rinnovabili. Dai lavori della seconda giornata, ospitata nella sala auditorium del Centro Ricerche Sotacarbo, emerge la necessità di un'unità di intenti per fronteggiare sfide epocali che vanno oltre i confini dell'Isola. La consapevolezza di dover assicurare al decisore politico competenza, indipendenza e onestà intellettuale, in modo coordinato e sinergico, è infatti il messaggio ripetuto e condiviso dai massimi livelli delle due università e dei centri di ricerca isolani.

La sessione finale è stata dedicata all'efficienza energetica, dove si mette in evidenza l'importanza della Renovation wave strategy. Viene messo in luce come negli ultimi anni gli investimenti sul rinnovo degli edifici superano gli investimenti in nuove costruzioni e in questo trend è centrale l'efficientamento. I lavori vengono chiusi da Caterina Frau, responsabile del programma di efficienza energetica della Sotacarbo, che illustra sia il lavoro di efficientamento realizzato nel Centro Ricerche, che le attività svolte nell'ambito della ricerca di sistema elettrico (<https://www.sotacarbo.it/it/2021/09/una-roadmap-per-la-transizione-energetica-in-sardegna/>).



Figura 17. Seconda giornata del workshop

SOTACARBO CON LE SCUOLE

In questa annualità, è proseguito il progetto Sotacarbo con le scuole, integrato nell'ambito del programma di divulgazione scientifica della società per diffondere consapevolezza sui temi del cambiamento climatico e della transizione energetica. Sono stati programmati una serie di incontri con le classi delle scuole primarie e secondarie per divulgare le attività di ricerca svolte dalla società sull'efficienza energetica.

I percorsi sviluppati sono modulati a seconda dell'età dei destinatari e prendono il nome di Zoe Junior (scuola primaria), Zoe (scuola secondaria di primo grado) e Generazione consapevole (scuola secondaria di secondo grado).

La metodologia impiegata prevede laboratori e attività "hands on" in cui gli studenti vengono coinvolti creando, costruendo o "sperimentando" i principi e i concetti alla base delle attività di ricerca Sotacarbo.



Figura 18. Laboratori organizzati nell'ambito del progetto Sotacarbo con le scuole

NOTTE DEI RICERCATORI

Sotacarbo ha partecipato alla settimana della scienza che si è conclusa con la Notte Europea dei Ricercatori. Il tema di quest'anno era Leaf (da heal thE plAnet's Future) ovvero la cura del futuro del pianeta. Gli appuntamenti sono stati realizzati presso l'aula di fisica dell'istituto scolastico Gramsci-Amaldi alla presenza dei ricercatori Sotacarbo, seppur con le limitazioni dovute al rispetto delle prescrizioni sanitarie anti-Covid. L'incontro ha permesso di affrontare i temi della riduzione delle emissioni di anidride carbonica al fine di limitare le conseguenze sul riscaldamento globale del pianeta, nonché di sottolineare l'importanza dei comportamenti virtuosi di ognuno, quali la riduzione degli sprechi energetici, il riutilizzo dei materiali e la corretta raccolta differenziata.

OPEN YOUR MINE - MINIERE APERTE 2021

Sotacarbo quest'anno ha partecipato all'evento Open Your Mine, organizzato dal Consorzio del Parco Geominerario Storico Ambientale della Sardegna, in collaborazione con il Comune di Carbonia, per offrire a tutti l'opportunità di conoscere meglio le attività che si svolgono all'interno della Grande Miniera di Serbariu. In occasione dell'evento, le porte del Centro Ricerche sono state aperte ai visitatori per far conoscere e sperimentare le attività condotte giornalmente dai ricercatori nei laboratori e negli impianti della società.



Figura 19. Open Your Mine - Laboratori di divulgazione scientifica

Gli studenti del Liceo Amaldi di Carbonia, affiancati dai ricercatori Sotacarbo, hanno saputo illustrare le principali attività di ricerca condotte nei laboratori con semplicità e efficacia. I visitatori hanno potuto anche partecipare ai laboratori ludico-scientifici sulla produzione di energia a partire da fonti rinnovabili, la creazione di piccoli circuiti elettrici, le casette del laboratorio di efficienza energetica, Sota Energy House. La giornata si è conclusa con un workshop nel quale i ricercatori Sotacarbo hanno illustrato le attività condotte in tema di transizione energetica. Tra gli interventi susseguitsi, è stato presentato il progetto Auree per l'efficientamento energetico degli edifici della città di Carbonia.

SITI WEB E SOCIAL NETWORK

Siti web aziendali e social network sono strumenti essenziali per il perseguimento di obiettivi generali di diffusione e disseminazione scientifica dei progetti aziendali svolti nell'ambito della Ricerca di Sistema elettrico (RdS) e, in particolare, del progetto 1.5 *"Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti"*, linea di attività *"Comunicazione e diffusione dei risultati sulle attività Sotacarbo del progetto AUREE"*.

Attualmente Sotacarbo dispone di un sito web www.sotacarbo.it in cui viene svolta attività informativa con la pubblicazione di articoli, media e report, unitamente a una rassegna stampa sui principali temi ed eventi di interesse attinenti alle attività di ricerca della società, in particolare in ambito della RdS.

Dal 2015 è attiva anche la rivista digitale Only Natural Energy (ONE), www.onlynaturalenergy.com, creata con l'obiettivo primario di fornire uno strumento informativo in lingua inglese di facile accesso a un pubblico più vasto sui temi dell'ambiente e dell'energia.

Entrambi gli strumenti hanno ruolo attivo nella promozione delle attività realizzate in questi anni dall'azienda, quali eventi locali, nazionali ed internazionali legati alle tematiche finanziate nell'ambito della ricerca di sistema.

Per migliorare la propria capacità di informare e porsi come punto di riferimento sui temi legati all'efficientamento energetico, alla ricerca e alle tecnologie sviluppate in questo campo, la Società ha associato ai siti www.sotacarbo.it e www.onlynaturalenergy.com i profili dei principali social network ossia Facebook, Twitter e LinkedIn in modo da ampliare e facilitare la diffusione di attività, novità relative ai progetti societari e notizie riguardanti il cambiamento climatico l'efficienza energetica e il risparmio energetico.

CONCLUSIONI

Nel campo delle attuali sfide urbane e ambientali, uno degli obiettivi della Società consiste nel promuovere ad un livello più ampio possibile lo scambio di conoscenze tra ricercatori, professionisti e istituzioni ma soprattutto cittadinanza. Come parte integrante del progetto, l'attività di comunicazione ambisce a dare un contributo all'individuazione di soggetti interessati ad avviare legami utili in fase di progettazione (collaborazioni, scambio dati e informazioni), ma anche a creare interesse e aspettative in relazione al

progetto. L'obiettivo della strategia comunicativa adottata è stato, e rimane lo sfruttamento più idoneo delle risorse messe a disposizione per la promozione del progetto.

Nonostante le limitazioni dovute all'emergenza sanitaria e alle difficoltà finanziarie dell'azienda, la strategia di comunicazione e diffusione adottata ha comunque consentito di consolidare la visibilità delle attività svolte sia in ambito comunale che regionale, orientando l'attenzione sul cittadino e rendendolo parte attiva del cambiamento in continua evoluzione nel settore dell'efficientamento energetico. Il coinvolgimento del cittadino e delle amministrazioni è un fattore essenziale nella progettazione delle future attività di comunicazione e diffusione dei risultati a sostegno di prossime attività di ricerca che mirino a trasformare gli insediamenti urbani in innovativi e sostenibili.

Per un approfondimento maggiore dell'argomento si rimanda al report *"Comunicazione e diffusione dei risultati sulle attività Sotacarbo su Efficientamento energetico – III anno"* - Autori – Alice Masili (RdS/PTR2021/115).

Pubblicazioni scientifiche e partecipazione a convegni

Nel corso del periodo dal 01.01.2021 al 31.12.2021 sono state presentate le seguenti memorie correlate con l'attività scientifica svolta nell'ambito del progetto:

- Stefano Pili, Francesca Poggi, Caterina Frau, **A methodological approach for a home occupants centred web tool to support buildings energy retrofitting process**, 76° congresso nazionale ATI Transizione ecologica e digitale, il ruolo dell'energia (virtuale, 15-17 settembre 2021 Web Conf. Volume 312, 2021, DOI: 10.1051/e3sconf/202131202001);
- Stefano Pili, Giuseppe Desogus, Francesca Poggi, Caterina Frau, Andrea Dessì, **A geographical abacus of the urban building heritage based on Volunteered Geographic Information (VGI)**, XXI Conferenza Internazionale sulla scienza Computazionale e Applicazioni (ICSSA 2021) (virtuale, 13-16 settembre 2021), ISBN 978-3-030-87016-4.

Nell'ambito del progetto la società ha partecipato ai seguenti convegni e webinar:

- **Notte dei ricercatori (24 settembre 2021)**
All'evento organizzato da Frascati Scienza, sotto il tema LEAF (heal the planet's Future) ovvero "Cura il futuro del pianeta", Sotacarbo ha proposto presso alcune classi degli istituti scolastici di Carbonia seminari divulgativi e alcuni laboratori scientifici. Entrambe le proposte sono state incentrate sui temi della transizione, dell'efficienza energetica e della produzione di combustibili alternativi a quelli di natura fossile.
- **Roadmap per la transizione energetica (28-29 settembre 2021)**
Nel workshop, organizzato da Sotacarbo, Università di Cagliari ed ENEA, sono stati messi a confronto scenari e proposte per assicurare la neutralità climatica della Sardegna. Nelle due giornate si è dato risalto agli studi Sotacarbo sui temi della transizione energetica, produzione di idrogeno e combustibili verdi.
- **Festival "Smartcityness" edizione 2021 (20-22 ottobre 2021)**
Sotacarbo partecipa al festival dell'innovazione nei territori e della collaborazione locale "Smartcityness" edizione 2021 (20-22 ottobre 2021), svoltosi a Vinnovaforru (SU), presentando il progetto AUREE ed altre attività della società inerenti l'efficienza energetica.
- **International Smart Cities School 2021 (5 dicembre 2021)**
Sotacarbo partecipa alla *International Smart Cities School 2021* organizzata dal *Tomorrow's Cities LAB* dell'Università degli Studi di Cagliari con la lezione **"A web based tool to support the renovation and the indoor comfort enhancement of the urban residential heritage"**. La lezione presenta il progetto AUREE e una sua possibile applicazione alle tematiche della "Povertà Energetica" è prevista la redazione anche di un capitolo del libro che raccoglie i contributi del convegno che sarà redatto nei primi mesi del 2022.
- **Open Your Mine (18 dicembre 2021)**
Nel corso dell'evento, organizzato a Carbonia dal Parco Geominerario, Sotacarbo ha presentato le attività di ricerca, attraverso l'apertura al pubblico del proprio centro ricerche con visite guidate nei laboratori e nella piattaforma pilota e la proposta di laboratori divulgativo-scientifici sui temi dell'efficienza energetica e della produzione sostenibile di energia; è stato inoltre organizzato un workshop nel quale i ricercatori hanno illustrato le attività condotte in tema di transizione energetica.

Webinar

- "Misure del PNRR per la transizione energetica" del 22 Dicembre, organizzato da GreenHillAdvisory.
- "Iniziative per l'integrazione dell'idrogeno nel settore delle microreti" del 19 novembre 2021, organizzato da Sardegna Ricerche.
- "Le comunità energetiche nel PNRR" del 9 settembre, organizzato da HIT – Hub Innovazione Trentino.
- "Potenzialità e sfide dei sistemi energetici ibridi" del 08 luglio, organizzato da Sardegna Ricerche.
- "Strumenti e applicazioni per la gestione di infrastrutture e usi energetici in aree urbane" del 5 luglio, organizzato da ENEA.

- “Ricerca e tecnologia: nuove opportunità per le fonti energetiche rinnovabili” del 24 giugno, organizzato da Sardegna Ricerche.
- “Sviluppo e futuro delle Comunità Energetiche in Italia” del 19 maggio, organizzato da ENEA.
- “Sixth Annual Global Conference on Energy Efficiency: Energy Efficiency Powering Climate Ambition” del 30 marzo 2021, organizzato da IEA”.
- “Efficienza energetica negli edifici: trend globali, strumenti, strategie e supporto alla decarbonizzazione” del 26 febbraio 2021, organizzato da Rappresentanza Parigi.

Principali soggetti esterni coinvolti

Durante il terzo anno di attività sono state attivate le seguenti consulenze:

- Servizio di progettazione e realizzazione di una piattaforma informatica (portale AUREE) – testing della versione beta, progettazione della versione definitiva (LA 1.28).
- Stesura di articoli pubblicati nella rivista ONE, di importo non significativo (LA 1.31).

Elenco dei rapporti tecnici e dei prodotti realizzati

Si riporta di seguito l'elenco dei rapporti tecnici sviluppati da Sotacarbo, nella terza annualità:

- **WP1-LA 1.28 Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio**
“Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio”
 - Autori – Stefano Pili, Francesca Poggi, Giulia Cau, Eusebio Loria, A. Madeddu, Caterina Frau
 - **RdS/PTR2021/114**
- **WP1-LA 1.31 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - III Anno**
“Comunicazione e diffusione dei risultati sulle attività Sotcarbo su Efficientamento energetico – III anno”
 - Autori – Alice Masili
 - **RdS/PTR2021/115**
“Rapporto tecnico economico sulle attività SOTACARBO su Efficientamento energetico – III Anno”
 - Autori: M. Fadda, E. Maggio
 - **RdS/PTR2021/116**

Cronoprogramma attività

Descrizione attività	2019			2020			2021		
LA 1.26. Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie									
La 1.27. Analisi e rappresentazione del patrimonio edilizio residenziale: Caso studio di Carbonia									
LA 1.28 Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio									
LA 1.29. Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - I Anno									
LA 1.30. Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - II Anno									
LA 1.31. Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico – III Anno									

Rendicontazione economica

COSTO COMPLESSIVO DEL PROGETTO A PREVENTIVO

Di seguito è riportato il costo complessivo del progetto, a preventivo, suddiviso per linee di attività e nelle principali voci di costo.

Sigla	Denominazione Linee attività	Anno di Riferimento	Ore di personale SOTACARBO	SPESE AMMISSIBILI* (k€)							
				Personale (A)	Spese generali	Strumenti e attrezzature (B)	Costi di esercizio (C)	Acquisizione di competenze (D)	Collaborazioni di cobeneficiari (U)	TOTALE	
WP1	Tema 1.5 “Tecnologie, tecniche e materiali per l’efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti” – WP1 “Edifici ad alta efficienza energetica”										
LA 1.26	Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie	2019	4924	148,4	89,04	0,468	0	0		237,9	
LA 1.27	Analisi e rappresentazione del patrimonio edilizio residenziale: Caso studio di Carbonia	2020	5697	168,08	100,84	1,416	0	0		270,34	
LA 1.28	Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l’efficientamento energetico del patrimonio edilizio	2021	5850	173,35	104,0	1,416	0	40		318,76	
LA 1.29	Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - I Anno	2019	1454	50,25	30,15	0	7,5	0,8		88,7	
LA 1.30	Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - II Anno	2020	914	33,06	19,83	0	20,15	1,5		74,54	
LA 1.31	Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - III Anno	2021	802	28,92	17,35	0	22	1,5		69,77	
TOTALE			19.641	602,06	361,21	3,3	49,65	43,8		1.060	

COSTI SOSTENUTI NEL TERZO ANNO DI RICERCA

Per quanto concerne il costo del terzo anno del progetto, le spese registrate a consuntivo vengono riepilogate nella tabella che segue, ripartite per linee di attività (tra parentesi, si confrontano i valori di preventivo).

Sigla	Denominazione Linee attività	Anno di Riferimento	Ore di personale SOTACARBO	SPESE AMMISSIBILI* (k€)							
				Personale (A)	Spese generali	Strumenti e attrezzature (B)	Costi di esercizio (C)	Acquisizione di competenze (D)	Collaborazioni di cobeneficiari (U)	TOTALE	
WP1	Tema 1.5 “Tecnologie, tecniche e materiali per l’efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti” – WP1 “Edifici ad alta efficienza energetica”										
LA 1.28	Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l’efficientamento energetico del patrimonio edilizio	2021	5907 (5850)	174,22 (173,35)	104,53 (104,01)	0,99 (0,99)	0 (0)	29,5 (30,5)		309,24 (308,85)	
LA 1.31	Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - III Anno	2021	823 (802)	29,16 (28,91)	17,49 (17,35)	0 (0)	2,01 (31,5)	0,49 (0,6)		49,16 (78,37)	
	TOTALE		6730 (6652)	203,38 (202,26)	122,03 (121,36)	0,99 (0,99)	2,02 (31,5)	29,99 (31,1)		358,41 (387,22)	

* in base al documento "Criteri di valutazione dei Piani triennali di realizzazione"

(A) include il costo del personale, sia dipendente che non dipendente

(B) include le attrezzature e le strumentazioni inventariabili, ad esclusivo uso del progetto e/o in quota di ammortamento

(C) include materiali e forniture, spese per informazione, pubblicità e diffusione

(D) include le attività con contenuto di ricerca commissionate a terzi, i.e. consulenze, acquisizioni di competenze tecniche, brevetti

(E) include le spese di trasporto, vitto e alloggio del personale in missione

(U) include le collaborazioni con istituzioni universitarie

Tema 1.5 "Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti" – WP1 "Edifici ad alta efficienza energetica"	Consuntivo Anno 2021 (LA 1.28 e 1.31)
Personale (A)	203.384,48
Spese generali	122.030,69
Costi per strumenti, attrezzature e software specifico (B)	993,30
Fornitura software specifico e licenze periodiche	993,30
Costi di esercizio (C)	2.015,70
Iscrizioni Convegni/Conferenze	387,70
Organizzazione eventi divulgativi/workshop	1.580,00
Consumabili per laboratori di divulgazione scientifica	0
Materiale pubblicitario (locandine, gadget e rivista ONE)	0
Campagne pubblicitarie attività inerenti il progetto	0
Partecipazione a convegni/Conferenze	48,00
Costi per servizi di consulenza, acquisizione di competenze tecniche e brevetti (D)	29.985,49
Realizzazione portale	29.500
Collaborazioni per attività di comunicazione	485,49
SUB Totale investimenti (B+C+D)	32.994,49
TOTALE	358.409,66

COSTI SOSTENUTI NEL TRIENNIO DI RICERCA

Si riporta di seguito una tabella che riassume i costi sostenuti nel triennio di ricerca.

Tema 1.5 “Tecnologie, tecniche e materiali per l’efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti” – WP1 “Edifici ad alta efficienza energetica”	Totale Consuntivato (2019-2021)
Personale (A)	€ 608.730,41
Spese generali	€ 365.238,24
Costi per strumenti, attrezzature e software specifico (B)	€ 2.214,97
Costi di esercizio (C)	€ 14.656,20
Costi per servizi di consulenza, acquisizione di competenze tecniche e brevetti (D)	€ 40.385,49
SUB Totale investimenti (B+C+D)	€ 57.256,66
TOTALE	€ 1.031.225,31

AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DI PROGRAMMA E DI COSTO DEL PROGETTO

Si riportano gli scostamenti, suddivisi per voci di costo, registrati durante lo svolgimento del progetto di ricerca, limitatamente alle attività svolte nel terzo anno, poiché sono quelle interessate.

In generale le variazioni sugli investimenti sono dovute principalmente al perdurare degli effetti della pandemia, che ha comportato l'annullamento della quasi totalità degli eventi/conferenze alle quali si intendeva partecipare e organizzare. Gli scostamenti hanno riguardato in modo particolare le attività di comunicazione e diffusione dei risultati, poiché è stata cambiata la strategia di comunicazione dell'azienda, adattandola al periodo appena indicato. La rimodulazione ha riguardato la diversa modalità di organizzazione di workshop/eventi e di promozione e diffusione delle attività di ricerca.

Si riportano di seguito le tabelle di dettaglio, dove sono indicati gli scostamenti registrati nella terza annualità, rispetto alla variante approvata.

- Ore di Personale:

Nelle tabelle che seguono si riportano gli scostamenti delle ore e dei costi del personale impegnato nel progetto.

Sigla	DENOMINAZIONE OBIETTIVI	Ore di personale PREVENTIVO	Ore di personale CONSUNTIVO	Variazione	GIUSTIFICAZIONI
LA 1.28	Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio	5.850	5.907	+57	Lo scostamento può ritenersi fisiologico.
LA 1.31	Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - III Anno	802	823	+21	Lo scostamento può ritenersi fisiologico.

- Costi Personale (A):

Sigla	DENOMINAZIONE OBIETTIVI	Personale (A) PREVENTIVO €	Personale (A) CONSUNTIVO €	Variazione (€)	GIUSTIFICAZIONI
LA 1.28	Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio	173.348,50	174.221,78	+873,28	Lo scostamento può ritenersi fisiologico.
LA 1.31	Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - III Anno	28.919,90	29.162,70	+242,80	Lo scostamento può ritenersi fisiologico.

- **Costi per strumenti, attrezzature, software specifico (B):**

Nella tabella che segue si riportano gli scostamenti registrati alla voce costi di esercizio (C).

Sigla	Descrizione per strumenti, attrezzature, software specifico	Costo PREVENTIVO (€)	Costo CONSUNTIVO (€)	Variazione di costo	GIUSTIFICAZIONI
LA 1.28	Fornitura software specifico (TermologEPIX9) e licenze periodiche ad uso esclusivo del progetto	993,30	993,30	0	Nessuna variazione
TOTALE WP1		993,30	993,30	0	Nessuna variazione

- **Costi di esercizio (C):**

Nella tabella che segue si riportano gli scostamenti registrati alla voce costi di esercizio (C).

Sigla	Descrizione Costi esercizio	Costo PREVENTIVO (€)	Costo CONSUNTIVO (€)	Variazione di costo	GIUSTIFICAZIONI
LA 1.31	Iscrizioni Convegni/Conferenze	3.000	387,70	-2.612,30	Dovuto principalmente agli effetti della pandemia. La maggior parte delle conferenze ed eventi a cui si è partecipato sono state organizzate <i>online</i> .
LA 1.31	Consumabili per laboratori di divulgazione scientifica	3.000	0	-3.000	Non è stato necessario l'acquisto di altri consumabili, poiché sono cambiate le modalità di presentazione dei laboratori di divulgazione scientifica.
LA 1.31	Organizzazione eventi divulgativi/workshop	8.300	1.580	-6.720	Visto il perdurare della pandemia si è ritenuto opportuno riorganizzare il workshop in modo da garantire la sicurezza dei partecipanti. Questo ha comportato una riduzione dei costi.
LA 1.31	Partecipazione a convegni/Conferenze	0	48	+48	Lo scostamento è da considerarsi irrilevante.
LA 1.31	Campagne pubblicitarie attività inerenti il progetto	12.700	0	-12.700	Si è dato risalto alle attività Sotacarbo attraverso i canali social e il sito Sotacarbo. Questo ha comportato l'annullamento dei costi inizialmente previsti per la promozione delle attività e alcuni di questi sono stati rimandati al 2022 (campagna radiofonica).
LA 1.31	Materiale pubblicitario (locandine, gadget, rivista ONE)	4.500	0	-4.500	Si è dato risalto alle attività Sotacarbo attraverso i canali social e il sito Sotacarbo. Questo ha comportato l'annullamento dei costi inizialmente previsti per la promozione delle attività, alcuni di questi posticipati al 2022 (stampa dell'annuario ONE).
SUB TOTALE LA 1.31		31.500	2.015,70	-29.484,30	Lo scostamento è dovuto alle motivazioni sopra esposte per le singole voci.
TOTALE WP1		31.500	2.015,70	-29.484,30	Lo scostamento è dovuto alle motivazioni sopra esposte per le singole voci.

- **Acquisizione di competenze (D):**

Nella tabella che segue si riportano gli scostamenti registrati alla voce acquisizione di competenze (D).

Sigla	Descrizione Costi Contratti di consulenza	Costo PREVENTIVO (€)	Costo CONSUNTIVO (€)	Variazione di costo	GIUSTIFICAZIONI
LA 1.28	Consulenza per realizzazione portale – saldo	30.500	29.500	-1.000	Lo scostamento non è rilevante e può ritenersi fisiologico.
LA 1.31	Collaborazioni per attività di comunicazione	600	485,49	-114,51	Lo scostamento non è rilevante e può ritenersi fisiologico.
TOTALE		31.100	29.985,49	-1.114,51	Lo scostamento non è rilevante e può ritenersi fisiologico.

Conclusioni

L'attività svolta nella presente annualità, parte conclusiva del progetto triennale AUREE (Abaco Urbano Energetico degli Edifici), ha permesso di testare la replicabilità e la sostenibilità della metodologia in termini di oneri computazionali e di trattamento dei dati iniziali, l'area di studio indagata nella seconda annualità è stata ampliata fino a comprendere tutto il centro storico e alcune aree periferiche del caso studio: Città di Carbonia, che presenta un patrimonio edilizio residenziale con edifici storici e recenti, il che consente di valutare l'efficacia delle procedure in casi di diversa disponibilità di dati base. Nel caso trattato sono infatti disponibili informazioni piuttosto dettagliate per gli edifici storici oggetto di pianificazione particolareggiata comunale, mentre per il patrimonio del dopoguerra è stato necessario provvedere all'impostazione di archetipi più generali.

Nello specifico, il miglioramento del modello energetico sviluppato alla scala urbana e delle procedure a esso relazionate è stato effettuato tramite il confronto con i dati di origine partecipativa di oltre 30 edifici studio e con la comparazione dei risultati ottenuti da alcuni software di controllo. È stato effettuato il testing del portale e della rappresentazione della conoscenza tramite il coinvolgimento di oltre 50 soggetti di diversa estrazione culturale nell'uso della versione beta del portale e nella valutazione della efficacia dei contenuti. Il portale AUREE.it ha la finalità di favorire l'efficientamento energetico e il recupero del patrimonio edilizio urbano promuovendo l'interazione tra diversi attori coinvolti nel processo: occupanti delle unità immobiliari, decisori delle pubbliche amministrazioni, operatori del settore (imprese, professionisti) o altri stakeholders più generici. A tal fine il portale contiene algoritmi e procedure che utilizzano gli open data disponibili, i risultati del modello energetico e lo studio tipologico per sviluppare alcune interfacce dedicate alla interazione con gli attori del processo.

In particolare, la ricerca effettuata nel triennio, ha portato allo sviluppo di una metodologia e alla sperimentazione di uno strumento che risulta facilmente esportabile in centri di piccola e media dimensione, caratterizzati da una ordinaria disponibilità di dati base e da un limitato accesso alle risorse.

Uno degli aspetti centrali del progetto è stata la sperimentazione dello strumento comunicativo su alcuni casi reali, che ha portato al coinvolgimento attivo di attori locali, ognuno nel suo rispettivo ruolo e campo di interesse. Tale esperienza ha contribuito e contribuirà a fornire informazioni preziose per calibrare e migliorare la metodologia usata e lo strumento di comunicazione sviluppato e inoltre potrà contribuire al dibattito scientifico nazionale e internazionale circa lo sviluppo di approcci simili. Lo strumento è già stato testato su un campione rappresentativo di utenti locali, ma si dovranno aspettare i risultati di una interazione libera e più ampia per avere una reale misura della sua efficacia.

I principali obiettivi raggiunti dal progetto AUREE sono stati:

- definizione di una procedura di rilievo, analisi e rappresentazione del patrimonio edificato pubblico esportabile in diversi contesti;
- definizione di una procedura di rilievo, analisi e rappresentazione del patrimonio edificato nel suo complesso esportabile in diversi contesti;
- sviluppo e sperimentazione di un modello energetico alla scala urbana, adatto a essere replicato in contesti simili a quelli analizzati.
- creazione di un portale, basato sul modello energetico a scala urbana, utile a fornire informazioni sui risultati della modellazione stessa, con diversi livelli di approfondimento in funzione del tipo di utenti che lo consultano.

I risultati della metodologia sviluppata possono costituire la base informativa per strumenti di indirizzo e promozione dell'efficientamento energetico e il recupero del patrimonio come, a titolo di esempio, l'allegato energetico al Piano Regolatore Generale o al Regolamento Edilizio, il Piano Energetico Ambientale Comunale o semplici linee guida di intervento. Con una ulteriore sperimentazione si potranno automatizzare maggiormente alcune fasi della metodologia facilitandone l'applicazione anche in diversi contesti. La modellazione energetica sviluppata non può essere direttamente usata per stimare la domanda energetica di un comparto urbano, ma è coerente con le finalità descrittive di tipo qualitativo del patrimonio, orientato alla definizione di strategie di progetto e alla sensibilizzazione e indirizzamento della comunità locale. Gli sviluppi futuri tenderanno a colmare questo gap tramite la definizione di profili d'uso, basati su campagne di

rilievo e misurazione più ampie. La mancanza di veri e propri dati rilevati sui consumi non permette di impostare facilmente procedure di calibrazione attendibili. Tuttavia il modello sviluppato risponde all'obiettivo della ricerca, che è il coinvolgimento e l'interazione con gli attori locali.

In generale, si può affermare che la piattaforma, sviluppata per il caso studio "Comune di Carbonia", presenta un'architettura scalabile in grado di replicarsi in altri casi studio tramite l'utilizzo del codice e del protocollo individuati. Sono stati identificati punti di forza e di debolezza dello strumento e, come sopra detto, sono stati delineati possibili nuovi obiettivi, da sviluppare nelle future attività di ricerca.

Abbreviazioni ed acronimi

AUREE: Abaco URbano Energetico degli Edifici

DICAAR: Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura

DIEE: Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica

DIMCM: Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali

GIS: Geographic information system

ONE: Only Natural Energy

PA: Pubblica Amministrazione

UBEM: Urban Building Energy Modeling

ZoE: Zero Emissioni