

10 - 14 maggio

CONFERENZA  
ESRI ITALIA  
2021  
DIGITAL WEEK

## Un GIS tool per la Pianificazione energetica urbana

Maria D'Amore. Università degli Studi di Palermo, mariadamore11@gmail.com  
Pietro Orlando. Università degli Studi di Palermo, ing.pietroorlando@gmail.com

**Parole chiave:** efficienza energetica; edilizia residenziale; tecnologia GIS; governo del territorio

### ABSTRACT

Il presente lavoro indaga il consumo energetico relativo al patrimonio edilizio residenziale, settore che maggiormente influenza la domanda energetica in ambito urbano.

L'obiettivo del progetto è quello di definire una nuova procedura e uno strumento informatico applicativo su piattaforma ArcGIS (Esri) secondo una vision basata su sistemi urbani low carbon. La metodologia si articola in due fasi: elaborazione di un Modello energetico a scala urbana, costruzione di un GIS tool.

La prima prevede la costruzione del Modello attraverso:

- analisi della tipologia edilizia;

- operazione di 'tipizzazione' delle caratteristiche edilizie in funzione dei seguenti principi: Individuazione dei parametri edilizi connessi al consumo energetico e delle classi di epoca di costruzione, Esame dei caratteri geometrici e costruttivi considerati tipici di un dato periodo storico;

- categorizzazione 'a posteriori' generatrice di Schemi tipologici

La seconda prevede: proiezione del Modello in ambiente GIS e conseguente elaborazione del Tool, attraverso i seguenti step:

- costruzione del D.base generale topografico e relazionale

- perfezionamento del D.base secondo i parametri estratti dal Modello

- georeferenziazione delle unità edilizie, ulteriori dati geometrici e termofisici ricavati in ambiente GIS

- applicazione della Norma tecnica nazionale UNI/TS 11300-1

La procedura è stata applicata ad 800 unità edilizie ubicate in un quartiere della città di Palermo e validata sulla base di dati reali.

### 1. "Trasformare una sfida pressante in un'opportunità unica"

Nei complessi sistemi urbani, gli edifici ad uso residenziale hanno un ruolo chiave in termini di consumi energetici. La grande concentrazione di edilizia esistente, e di questa l'ampia presenza di edifici la cui epoca di costruzione è antecedente agli anni '70 del novecento (periodo in cui la qualità energetica non era nemmeno un requisito in fase di progettazione architettonica), rende estremamente sensibili numerose aree delle città consolidate.

Il territorio è una risorsa fondamentale, a tutt'oggi è sottoposto ad una sempre più crescente pressione da parte delle attività umane e per effetto dei cambiamenti climatici.

Altresì, i profili di consumo energetico del settore degli edifici sono cambiati durante la pandemia da Covid-19 poiché le restrizioni alla circolazione hanno spinto il telelavoro di massa e l'e-learning, spostando le attività e l'uso di energia nel sotto settore residenziale.

La risposta della Commissione europea arriva nel dicembre 2019 con l'adozione del Green Deal europeo; esso prevede azioni e in particolare una tabella di marcia per rendere sostenibile l'economia dei paesi membri al fine di "trasformare una sfida pressante in un'opportunità unica".

Un anno dopo, nell'ottobre 2020, l'UE pubblica la strategia *Renovation Wave for Europe*, cioè ondata di ristrutturazioni, con l'obiettivo di raddoppiare il tasso di ristrutturazione degli edifici, abbattere le emissioni del riscaldamento e raffrescamento, dunque di migliorare le prestazioni energetiche degli edifici; detta strategia, prevista nel Green Deal europeo e inserita tra le priorità del programma di ripresa economica dalla crisi innescata dalla pandemia di Covid-19, *Next Generation EU* (cosiddetto Recovery Plan), contribuirebbe alla riduzione delle emissioni di gas serra degli edifici in virtù dell'obiettivo del 60% da raggiungere entro l'anno 2030.

Gli edifici consumano circa il 40% dell'energia e rilasciano il 36% delle emissioni di gas serra dell'UE, ma ogni anno solo l'1% è sottoposto a lavori di ristrutturazione ai fini di efficientamento energetico: è

10 - 14 maggio

CONFERENZA  
ESRI ITALIA  
2021  
DIGITAL WEEK

indispensabile attivare interventi efficaci per rendere l'Europa climaticamente neutra entro il 2050, come prevede la *Legge europea sul clima* (adottata dalla commissione europea nel marzo 2020).

Le politiche e i finanziamenti europei hanno prodotto effetti positivi nell'ambito dell'efficienza energetica dei nuovi edifici, ma consideriamo che gran parte del parco edifici residenziale in Italia, specialmente al Sud, si trova in stato di obsolescenza generale (tecnologica ed economica) e che l'altra parte del parco edifici è stata oggetto di ristrutturazione e/o retrofit energetico nel decennio scorso, dunque, verosimilmente sarà necessario un adeguamento tecnologico.

Sarà un processo complesso in cui è necessario integrare una solida struttura normativa, diversi soggetti, progetti ad hoc e condivisione di idee.

Le esperienze nazionali testimoniano delle difficoltà riconducibili a tempi di ritorno lunghi e problematico accesso ai capitali. È indispensabile mettere in campo interventi efficaci per raggiungere la decarbonizzazione prevista dal *Piano Nazionale Integrato per l'energia e il clima 2030* (PNIEC) ai sensi dell'art. 5 del D.lgs. 48/2020 in attuazione della Direttiva Europea EPBD sulla prestazione energetica nell'edilizia (2018/844/UE).

## 2. Plan-Do-Check-Act

Il ruolo della Pianificazione urbanistica e dei relativi strumenti diviene particolarmente significativo relativamente alla capacità di integrare e coordinare politiche e investimenti.

La protezione "del clima e dal clima" rappresenta la nuova istanza nel governo del territorio, definisce un insieme di politiche e strategie dal profilo multidisciplinare e multiscala che coinvolgono numerosi soggetti. La questione sull'ampliamento dei temi tradizionalmente affrontati nella disciplina urbanistica, in particolare l'inclusione dei Piani energetici negli strumenti urbanistici alla scala comunale, fa parte di una visione più ampia in cui è prioritario estendere il campo d'azione sia dal punto di vista tecnico che paradigmatico ed è fondamentale individuare strumenti capaci di produrre effetti immediati, nel quadro dello sviluppo sostenibile delle aree urbane consolidate. A tal proposito è opportuno non dimenticare che l'efficienza energetica è una leva che parte dal basso ed è trasversale a diversi settori.

Ma se nella vision Europea l'agenda politica ha dimostrato un rinnovato interesse per le politiche energetiche attraverso l'apparato giuridico-normativo, la prassi progettuale non ha attestato di avere logiche urbane d'insieme perpetrando sistematicamente la concezione degli interventi alla scala dell'edificio secondo i connubi energia-edifici, energia-impianti.

La pianificazione energetica è uno strumento d'azione attivabile da Enti Locali e Regioni attraverso la Programmazione di piani energetici, questi ultimi assolutamente integrabili con gli altri strumenti urbanistici, al fine di migliorare l'efficienza energetica di gruppi di edifici.

La comprensione della domanda energetica urbana, nel quadro così delineato, risulta dunque essere indispensabile per indirizzare le scelte e le politiche di governo del territorio

Un audit energetico sistematico e complessivo riferibile a gruppi di edifici, a interi quartieri o a tutti gli edifici di un centro urbano e funzionale alla comprensione sia dei consumi reali, sia del fabbisogno energetico di ciascun edificio, altresì all'acquisizione di Database aggiornati, dinamici, georeferenziati e interpellabili in remoto, permette di: individuare azioni con cui ridurre il consumo energetico per unità di output, diminuire le emissioni di gas climalteranti, aumentare l'efficienza energetica, razionalizzare tutti i flussi energetici coinvolti, l'individuazione delle tecnologie di risparmio di energia applicabili nonché il miglioramento della sostenibilità ambientale nella scelta e nell'utilizzo di tali fonti. Dunque è verosimile pensare che il metodo Plan-Do-Check-Act sia un approccio intelligente per conseguire obiettivi di efficienza energetica simultaneamente in gruppi consistenti di edifici.

Le heatmaps urbane esprimono la connessione tra pianificazione urbanistica ed energia, correlando valutazioni energetiche con considerazioni di tipo territoriale.

Le mappe urbane dei consumi energetici nascono proprio dalla necessità di misurare i consumi di energia legati alla città al fine di poterli gestire e ridurli; sono infatti il principale output di modelli di previsione o di stima delle prestazioni energetiche, e quindi dei relativi consumi, di edifici, quartieri, intere città o addirittura regioni, a seconda della scala a cui il modello si prefigge di lavorare.

Come tutti i modelli, anche quelli di stima dei consumi energetici a livello urbano, si sviluppano su caratteristiche e scale diverse; per questa ragione è sorta la necessità di operare una classificazione per potere meglio identificare le differenti specificità e potenzialità.

10 - 14 maggio

CONFERENZA  
ESRI ITALIA  
2021  
DIGITAL WEEK

Le ricerche indagate, pur nelle loro diversità metodologiche e applicative, mostrano diverse analogie; in primis l'utilizzo del GIS in fase di elaborazione del modello energetico e la difficoltà di reperimento dei dati in input, essenziali per la stima della domanda energetica, i quali si presentano spesso in forma aggregata e non aggiornati tempestivamente, per questa ragione necessitano di rielaborazione per raggiungere un livello di dettaglio a scala di edificio.

In Italia le informazioni estratte dalla banca dati ISTAT sono riferiti all'ultimo censimento dell'anno 2011. In questa logica rientra il caso delle cartografie digitali open data rintracciabili nei siti web di uffici tecnici comunali/regionali: spesso risulta una non corrispondenza tra la geometria dei fabbricati allo stato di fatto e le informazioni geometriche contenute nelle mappe.

Va detto che tanto maggiore sarà il grado di dettaglio delle informazioni di ogni unità edilizia, quanto maggiore sarà la precisione dei risultati attesi.

Un'altra considerazione da fare riguarda il ricorso diffuso all'archetipizzazione e/o clusterizzazione generalizzata, probabilmente riconducibile al difficile accesso ai set di dati, inclusivi di informazioni di dettaglio di ogni fabbricato; in buona sostanza e come già detto, ci si può trovare in una situazione in cui l'archetipo di riferimento non abbia un'ideale corrispondenza, in termini di caratteristiche tecniche e termofisiche, con il cluster di appartenenza.

### 3. Il Progetto

Il progetto si sviluppa attraverso due macro fasi strettamente connesse tra loro e si articola nell'elaborazione di un *Modello* energetico a scala urbana e sua successiva implementazione attraverso un tool sviluppato in ambiente GIS.

Nella sua interezza, lo strumento vuole essere espressione di un rinnovato approccio della pratica urbanistica integrata alla pianificazione energetica e altresì di coordinamento con altri strumenti pianificatori di diversa funzione.

La prima fase prevede la costruzione del Modello e si articola in tre sotto fasi:

- Analisi e studio dell'evoluzione storica dell'edilizia residenziale esistente, analisi della tipologia edilizia e processo evolutivo
- Operazione di 'tipizzazione' delle caratteristiche edilizie che si esplica attraverso i seguenti principi:
  1. È funzionale ai parametri edilizi connessi al consumo energetico
  2. Individua le classi di epoca di costruzione
  3. Tiene conto dei caratteri geometrici e costruttivi che si considerano tipici di un dato periodo storico

- Categorizzazione 'a posteriori' generatrice di Schemi tipologici

La seconda fase prevede la proiezione del *Modello* in ambiente GIS e la conseguente elaborazione del Tool. Anche questa fase è scandita da tre step:

- Costruzione del Database generale topografico e relazionale
- Perfezionamento sistematico del Database attraverso l'integrazione delle informazioni estratte dal Modello, georeferenziazione delle unità edilizie, ulteriori dati geometrici e termofisici ottenuti attraverso calcoli in GIS
- Applicazione della Norma tecnica nazionale UNI/TS 11300-1 come metodo di calcolo per la stima del fabbisogno energetico di ogni edificio per la climatizzazione invernale.

#### 3.1 Metodologia

La metodologia applicata si caratterizza per rigore scientifico e livello di dettaglio; le due macro fasi risultano autonome ma dipendenti tra loro generando un unico strumento, alla scala di quartiere, dall'alto potenziale in termini di facilità di utilizzo.

La ricerca, nella prima fase, è stata condotta ripercorrendo la storia dell'edilizia residenziale, con un focus sul ruolo dell'analisi tipologica.

Gli studi sul tipo edilizio si fanno risalire ad epoche molto lontane, le questioni tipologiche hanno percorso da sempre la storia dell'architettura ma si dovrà attendere il XIX secolo perché l'interesse cominci ad essere esteso anche agli aspetti di carattere tecnico e costruttivo e in particolare si dovrà attendere la formulazione dei concetti di '*tipo e modello*', all'interno dell'*Encyclopédie Méthodique* di Quatremère de Quincy, uno dei maggiori teorici dell'architettura dell'epoca.

10 - 14 maggio

CONFERENZA  
ESRI ITALIA  
2021  
DIGITAL WEEK

Detta opera, in Italia ebbe in breve tempo una grande eco e fu punto di riferimento nel dibattito sulla tipologia architettonica. L'individuazione del principio elementare di De Quincy si basa essenzialmente sul fatto che "nulla, non viene dal nulla": si tratta dunque di ricercare in tutti i manufatti proprio quel principio elementare che a dispetto dei cambiamenti successivi si è conservato "una specie di nucleo" cioè il riconoscimento di un elemento tipico, di una costante, riscontrabile in tutti i contesti urbani.

Nel presente lavoro l'analisi edilizia indaga due aspetti dell'ambiente costruito: se da una parte considera l'evoluzione storica dell'edilizia esistente, dall'altro scansiona la configurazione dell'impianto urbano secondo una chiave di lettura tematica relativamente alla produzione edilizia dal punto di vista tipologico e tecnico-costruttivo. L'analisi tipologica è finalizzata ad ordinare il parco edifici residenziale secondo schemi che ne permettano la riconoscibilità per mezzo di principi tipologici.

L'operazione di 'tipizzazione' delle caratteristiche edilizie è strettamente funzionale ai parametri edilizi connessi al consumo energetico, altresì l'individuazione dei caratteri tipici e ricorrenti (geometrici e costruttivi) dell'ambiente costruito, ne costituisce la parte fondante. Identificate le classi di epoca di costruzione, il parco edifici diviene così scansionabile in funzione delle tipologie edilizie dunque si procede con la 'categorizzazione' delle stesse, traducibile in una elaborazione di schemi tipologici.

Gli schemi tipologici si inquadrano in un preciso arco temporale e tengono conto delle seguenti caratteristiche: tipologia di accesso all'unità, livelli fuori terra, modalità di aggregazione del corpo edilizio di riferimento con altri corpi adiacenti (caratteristica che identifica il numero di fronti a contatto con l'esterno), tipologia di materiale dell'involucro edilizio e corrispondente tecnica costruttiva.

Va detto, altresì, che il processo di individuazione delle tipologie edilizie non può non tener conto degli sviluppi, delle variazioni e delle aggregazioni che costituiscono la complessità del tessuto urbano.

Il *Modello*, obiettivo di questa prima fase, è esito dunque di una scrupolosa indagine con conseguente categorizzazione dei tipi edilizi in funzione delle caratteristiche tipologiche, strutturali e termofisiche degli edifici con destinazione d'uso residenziale e nasce dall'esigenza, nell'ambito della Pianificazione energetica urbana, di fornire una chiave di lettura alle innumerevoli osservazioni sul comportamento energetico dei fabbricati.

Nel territorio nazionale, infatti, le caratteristiche anzidette si sono differenziate, nel corso degli anni, in ragione di cultura e condizionamenti locali e in ragione di una consapevolezza individuale e di livello governativo riguardo all'attenzione verso un uso razionale dell'energia maturata non troppo presto...

La seconda fase prevede la proiezione del Modello in ambiente GIS e la conseguente elaborazione del Tool, dunque il Modello elaborato nella fase precedente, diviene adesso uno strumento strategico per mezzo della tecnologia GIS e dell'utilizzo della suite ArcGIS di Esri.

Che cos'è un GIS? "*Il complesso di uomini, strumenti e procedure (spesso informali) che permettono l'acquisizione e la distribuzione dei dati nell'ambito dell'organizzazione e che li rendono disponibili nel momento in cui sono richiesti a chi ne ha la necessità per svolgere una qualsivoglia attività*" (Prof. Mogorovich, 1988).

L'ausilio del Sistema Informativo Geografico, nel presente lavoro, rappresenta parte integrante del lavoro stesso; l'utilizzo di detto software che permette l'elaborazione di mappe tematiche interattive attraverso la trasformazione di dati e la loro visualizzazione in 2D e in 3D in tempo reale, la gestione e la condivisione di informazioni geografiche, la connessione di persone, luoghi e dati, la progettazione urbana...è una risorsa indispensabile nell'ambito della Pianificazione territoriale, in questo lavoro relazionata al settore edile, sia relativamente alle nuove costruzioni che al refurbishment edilizio ed energetico del parco edifici esistente.

Per la costruzione del Database (di seguito DB) iniziale si parte da una Basemap, per la visualizzazione dell'area di studio, quale ad esempio un'ortofoto, oppure si può procedere con una basemap Google Earth ® disponibile tra le risorse online della Piattaforma; seguiranno i supporti cartografici digitali (in formato shp.) di livello comunale e i dati numerici provenienti dalla Banca Dati Istat; in tal modo, incrociando le informazioni ivi contenute, si dispone di una iniziale base informativa territoriale.

Il perfezionamento sistematico del DB si ottiene attraverso: l'integrazione delle informazioni estratte dal Modello (dati geometrici, termofisici e di tipo tecnico-urbanistico); la georeferenziazione delle unità edilizie (cosicché ogni oggetto geometrico sarà rappresentativo dell'entità fisica sul territorio, sarà un edificio reale); lo sviluppo di ulteriori dati geometrici e termofisici ottenuti attraverso calcoli in GIS.

L'azione attivata ai fini dell'analisi della domanda energetica è quella di determinare, sempre in ambiente GIS, il fabbisogno di energia termica di ogni edificio per la climatizzazione invernale attraverso l'applicazione della specifica tecnica UNI/TS 11300-1 come metodo di calcolo.

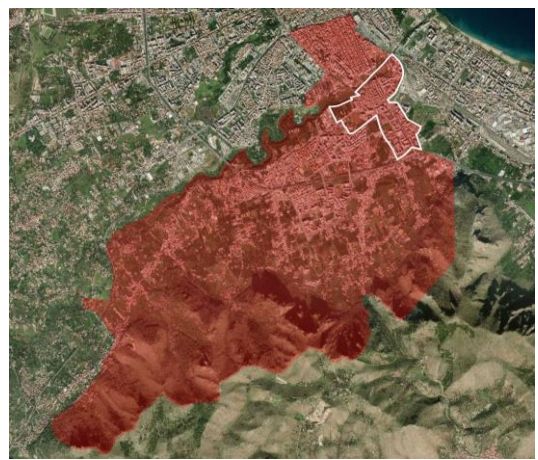
*Modello* e *Tool* rappresentano una nuova metodologia per stimare i consumi energetici degli edifici ad uso residenziale. L'obiettivo è quello di presentare una solida struttura e una soluzione innovativa per il calcolo e la visualizzazione del fabbisogno ideale di energia termica dell'edificio, a scala di quartiere.

#### 4. Applicazione della metodologia

Per testare il modello si è scelto come caso di studio la terza Circoscrizione<sup>1</sup> del Comune di Palermo: in particolare l'Unità di Primo Livello<sup>2</sup> (UPL) *Oreto-Guadagna* (quartiere *Oreto-stazione*). A seguire le due mappe di inquadramento territoriale.



**Mappa 1.** Palermo, le 8 Circoscrizioni



**Mappa 2.** Terza Circoscrizione, in evidenza la UPL Oreto-Guadagna

Nella prima fase metodologica, si indaga una corposa bibliografia finalizzata alla comprensione dell'evoluzione storica dell'edilizia esistente e alla conoscenza dei tipi edilizi e del processo evolutivo degli stessi.

La lettura delle stratificazioni nel tessuto urbano mostra una configurazione di luoghi che potremmo definire ibridi, cioè luoghi in cui si sovrappongono immagini eterogenee.

Il momento di massima espansione della produzione edilizia si individua nel decennio '60/70, quando la città cresce a dismisura in tutte le direzioni secondo le discutibili previsioni del PRG del 1962 e la sua dissennata e spesso illegale attuazione e quando gli interventi edilizi erano gestiti da gruppi egemoni di imprenditori che ricercavano il massimo profitto: periodo tristemente ricordato come 'il Sacco di Palermo'. Nei decenni a seguire, prende piede una nuova edilizia 'di condomini', processo che ha dato vita ad un caotico prorompere di edifici di scadente qualità.

Nella UPL Oreto-Guadagna, l'analisi della tipologia edilizia rileva l'assenza di elementi architettonici e ambientali qualificati e mostra isolati urbani che si presentano come somma di interventi confusi e disordinati sia nelle decisioni tipologiche che nelle sistemazioni urbanistiche; tale configurazione ha reso

<sup>1</sup> Ai sensi della Delibera del Comune di Palermo n° 140 del 9 luglio 1997, il territorio è stato suddiviso in otto Circoscrizioni

<sup>2</sup> Ai sensi della Delibera del Comune di Palermo n° 420 del 21 dicembre 1976, il territorio è stato ripartito in 55 Unità di Primo Livello (UPL), queste ultime rappresentano parti distinte dei 25 quartieri che compongono le otto Circoscrizioni.

spinosa la volontà di categorizzare i tipi edilizi esistenti. A tal proposito, fenomeno diffuso in gran parte del tessuto edificato, è quello della presenza di superfetazioni ovvero addizioni di volume (al corpo di fabbrica originario) in aggetto o in aderenza, realizzati ex novo e più recenti rispetto all'epoca di costruzione e in prevalenza compiuti facendo uso di materiali diversi rispetto alla costruzione originaria.

Testimonianza di tale fenomeno sono le case a schiera della classe d'età 1919/45, tipologia edilizia a due elevazioni fuori terra, funzionali all'economia agricola dei tempi e dunque presente negli assi più antichi del quartiere, quali ad esempio l'asse di Via Villagrazia, i vicoli che diramano dalla Piazza Guadagna e parte di Via Santa Maria di Gesù, nelle quali le modifiche apportate (spesso abusivamente) rendono oggi illeggibile l'assetto originario dell'unità edilizia.

Più a sud, l'area presenta una trama edificata con corpi di più recente costruzione, intendendo il periodo che va dalla fine degli anni '80 alla metà dell'anno 2000; tra gli assi che intersecano la suddetta area, ne sono esempi la Via Oreto Nuova e la Via Paratore.

L'operazione di 'tipizzazione' e successiva categorizzazione, ha permesso di elaborare schemi tipologici ad hoc per l'area di studio: sintesi dunque di un accurato censimento delle tipologie edilizie presenti e relativa categorizzazione delle stesse funzionale ai parametri edilizi connessi al consumo energetico e base di riferimento per la stima del fabbisogno energetico.

Gli schemi tipologici costituiscono una parte integrante del Modello di Pianificazione energetica, oggetto di questo lavoro. Di seguito, la Tabella 1 mostra lo schema generato.

Schemi tipologici edilizia residenziale UPL Oreto-Guadagna			Tipizzazione e categorizzazione in funzione dei parametri edilizi connessi al consumo energetico				
Tipologia edilizia	Concepti	Altezza	Epoca di costruzione	Caratteristiche costruttive	Livelli fuori terra	Pareti disperdenti/affacci	Note
Casa a schiera	Affacci		1900-1945 1946-1960 (poco diffusa)	tecniche costruttive: muratura portante Epilogo di materiale: mattoni o laterizi Mancato di fusto o pilastro	1 o 2 livelli	*2 muri ciechi comuni con unità affacciate *2 finestre a contatto con l'esterno	unità abitative aggregate - reggesi indipendenti - spazi privati di pertinenza all'unità;
Casa a schiera S			1946-1960	tecniche costruttive: volume aggiuntivo; struttura a telaio Epilogo di materiale: mattoni o laterizi volume aggiuntivo: calcestruzzo o laterizi	fino a 4 livelli	*2 muri ciechi comuni con unità affacciate; *2 finestre a contatto con l'esterno	casa a schiera con addizione di volume in altezza in un'altezza
Casa in linea processuale clip			1946-1960 1960-1970	tecniche costruttive: struttura a telaio Epilogo di materiale: mattoni o laterizi calcestruzzo o laterizi	fino a 5 livelli	*2 muri ciechi comuni con unità affacciate; *2 finestre a contatto con l'esterno	Corride di edifici cortigi che ripresentano l'evoluzione processuale della casa a schiera con una maggiore elevazione
Edificio in linea			1960 ad oggi	tecniche costruttive: struttura a telaio Epilogo di materiale: mattoni o laterizi calcestruzzo o laterizi	da 5 a 7	*Aggregazione di due edifici; *Almeno un muro cieco comune con unità affacciate; *Fino a 2 finestre a contatto con l'esterno	
Edificio in blocco			1960 ad oggi	tecniche costruttive: struttura a telaio Epilogo di materiale: mattoni o laterizi calcestruzzo o laterizi	oltre 6	*Aggregazione di oltre due edifici; *Almeno un muro cieco comune con unità affacciate; *Fino a 2 finestre a contatto con l'esterno	
Edificio a torre			1960 ad oggi	tecniche costruttive: struttura a telaio Epilogo di materiale: mattoni o laterizi calcestruzzo o laterizi	oltre 4	*Edificio isolato; *Tutti i fuori a contatto con l'esterno	
Fabbricato isolato/casa monofamiliare			tutte le epoche	tecniche costruttive: struttura a telaio Epilogo di materiale: mattoni o laterizi calcestruzzo o laterizi	da 1 a 3	*Edificio isolato; *Tutti i fuori a contatto con l'esterno	

Tabella 1. Schemi tipologici edilizia residenziale UPL Oreto-Guadagna

Si precisa che l'analisi urbana, in considerazione del livello di dettaglio in essere nello studio, sarà comprensibilmente diversa in ogni Centro Urbano, e dunque genererà un Modello confacente a quella determinata area sebbene, nella logica metodologica, sia potenzialmente adattabile in più aree urbane.

Nella seconda fase della metodologia, siamo in ambiente GIS; ci si avvale della 'Carta tecnica delle unità volumetriche' del Comune di Palermo come supporto cartografico digitale di base, sovrapposta all'ortofoto ATA (2007/2008) rappresentativa dell'area; si collegano ulteriori supporti digitali in formato shp. quali tabelle di dati provenienti dall'ultimo censimento ISTAT. Proprio a partire da questa base si procede con l'operazione di georeferenziazione e in seguito, integrando con dati più accurati e specifici provenienti dallo studio tipologico generatore del Modello, con ulteriori dati geometrici e termofisici ottenuti attraverso calcoli sviluppati in GIS, si avrà il DB generale costituito da elementi interrogabili, georeferenziati, multiscala, aggiornati e sempre aggiornabili.

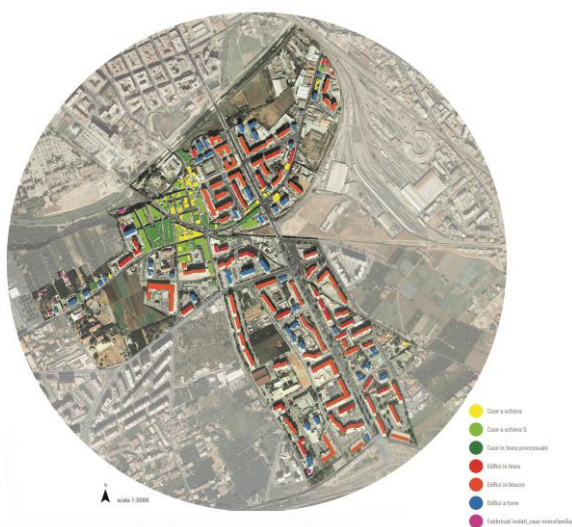
Problematiche riscontrate e risolte dal punto di vista cartografico riguardano la presenza di numerose superfetazioni che hanno modificato l'assetto formale originario dei singoli fabbricati; si nota una

sostanziale difformità planivolumetrica tra la rappresentazione territoriale della Carta tecnica e lo stato di fatto: per tale ragione è stato necessario operare un ridisegno manuale della stessa; tale operazione, eseguita attraverso lo strumento Editor del software ArcGis, ha generato un 'nuovo', aggiornato, supporto cartografico, rappresentativo delle singole unità volumetriche.

Il Tool è in grado di elaborare mappe tematiche a scala variabile attraverso la manipolazione dei dati, altresì interattive e rappresentative dei dati in input, predisporre analisi dettagliate delle caratteristiche tecniche, geometriche e termofisiche degli edifici residenziali, condividere Dataset provenienti da sorgenti diverse. Le mappe 1 e 2 mostrano: gli edifici residenziali dell'area di studio classificati per classe d'età e gli edifici residenziali classificati in funzione della tipologia edilizia.

Infine si procede con l'applicazione della Norma tecnica nazionale, UNI/TS 11300-1; la specifica viene applicata ai fini di una valutazione energetica attraverso il calcolo in condizioni standard, il servizio energetico indagato è la climatizzazione invernale esclusivamente in funzione dell'energia termica utile per il riscaldamento (Qhnd).

La valutazione energetica standard asset rating) permette di determinare un fabbisogno convenzionale, utile per confrontare edifici indipendentemente dal loro reale utilizzo dunque i dati di ingresso sono in prevalenza riferiti all'edificio reale. Nella procedura di calcolo si considerano dunque i dati geometrici e termofisici dei fabbricati e i dati climatici dell'area geografica di riferimento. Questi ultimi fissano una temperatura interna costante e pari a 20°C e una stagione di riscaldamento compresa nel periodo 1 dicembre/31 marzo (la città di Palermo è compresa nella zona climatica B, ai sensi del DPR 412/1993 ss.mm.ii.).



**Mappa 1.** Classificazione per tipologia edilizia



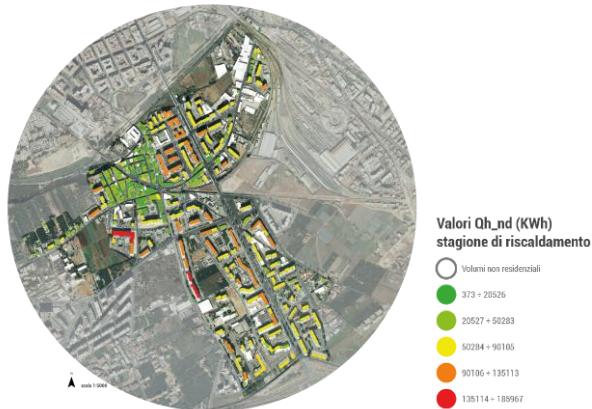
**Mappa 2.** Classificazione per classe d'età

#### 4.1 Risultati e conclusioni

L'applicazione delle due fasi metodologiche ha permesso la sperimentazione del GIS-tool; l'elaborazione della mappa tematica (Mappa 3) rappresentativa della stima annuale del fabbisogno ideale di energia termica per la climatizzazione invernale, espressa in kWh e relativa alla sola stagione di riscaldamento, mostra uno scenario in cui è possibile valutare i valori stimati in funzione di differenti criteri.

10 - 14 maggio

CONFERENZA  
ESRI ITALIA  
2021  
DIGITAL WEEK



**Mappa 3.** UPL Oreto-Guadagna, fabbisogno di energia termica per la climatizzazione invernale

Valori più bassi si desumono nelle aree dove la trama edilizia è più compatta, corrispondente alla massiccia presenza di edifici del tipo 'a schiera', 'schiera S e cortine di edifici, dunque nei fabbricati dove la superficie disperdente è limitata a soli due fronti a contatto con l'esterno.

La mappa 5 mostra un'evidenza: gli edifici costruiti nel periodo che va dal 1919 al 1960 sono paradossalmente e comunque a confronto di quelli di epoca più recente, in minor misura energivori; i valori di Qh<sub>nd</sub> iniziano ad aumentare nel decennio 61/70, periodo in cui vi è prevalente presenza di 'case in linea processuale'.

È evidente il coinvolgimento dell'interazione dell'involucro edilizio, molto variabile con i materiali utilizzati e con la tipologia costruttiva dell'epoca di riferimento; tale assunto viene convalidato dal fatto che gli edifici più datati, cioè quelli costruiti in muratura portante e blocchi di pietra, hanno muri perimetrali di grande spessore per cui ne derivano effetti favorevoli al comportamento termico, cioè essi sono soggetti a minori surriscaldamenti in estate e altrettanti minori raffreddamenti in inverno.

Solo dopo le crisi energetiche degli anni '70 ci si è resi conto che la metafora progettuale per cui gli architetti fossero proiettati in una quasi assoluta libertà formale e compositiva, non poteva essere accettata: il progetto architettonico, fino ad allora svincolato e indipendente da quello impiantistico, doveva considerare gli aspetti energetici come elementi progettuali in un continuum uniforme.

A partire dal 1976 in Italia, con la Legge 373/76, si afferma il principio del risparmio energetico e si introducono concetti 'moderni' in tema di progettazione degli impianti ed isolamento termico dell'edificio.

Tuttavia, nell'area in esame, la mappa dei valori di Qh<sub>nd</sub>, non mostra esiti di consapevolezza progettuale tali da far emergere migliori condizioni termiche con minor dispendio di energia, come si vede nel periodo costruttivo che va dagli anni '70 agli anni '90, corrispondente, nell'area di studio, alla dominante presenza di edifici del tipo 'in linea' e 'in blocco'. Il complesso di edifici indagati appartenenti a queste ultime tipologie edilizie è caratterizzato dall'assenza di isolamento termico relativamente ai componenti opachi e trasparenti dell'involucro i cui indici di trasmittanza termica sono parecchio elevati.

In conclusione si convalida un approccio che lega certamente elementi energetici e spaziali considerando altresì le relazioni urbane.

Il GIS tool è uno strumento integrabile e dai contenuti trasversali a diversi ambiti disciplinari: si pensi all'applicazione dello strumento nell'ambito di analisi territoriali oppure nelle valutazioni energetiche ex-ante di nuovi Piani urbanistici: "è assolutamente necessario ripensare la filiera decisionale, con l'obiettivo di interconnettere responsabilità, competenze e decisioni" (Latour, 2017).

Punti di forza del GIS tool sono rappresentati dal livello di dettaglio dell'analisi e dalla possibilità di elaborare un'analisi energetica estesa a un ragguardevole numero di edifici.

Si precisa infine che in fase applicativa, ad esempio in una qualsivoglia area urbana, sebbene la procedura metodologica del GIS tool, nella sua interezza possa essere generalizzata in virtù della versatilità del DB informativo, la disponibilità dei set di dati e di informazioni dipende fortemente da ogni



10 - 14 maggio

CONFERENZA  
ESRI ITALIA  
2021  
DIGITAL WEEK

contesto specifico. In particolare, l'applicazione ad altri contesti territoriali può compiersi mediante l'aggiornamento e la modifica dei parametri edilizi, delle condizioni climatiche e in generale delle informazioni caratterizzanti l'area di riferimento.

Ringrazio sentitamente il Prof. Ing. Pietro Orlando del Dipartimento di ingegneria dell'Università degli Studi di Palermo, co-autore della presente ricerca.

### Riferimenti

- Ascione, F., De Masi, R.F., De Rossi, F., Fistola, R., Sasso, M., Vanoli, G. P. (2013). Analysis and diagnosis of the energy performance of buildings and districts: Methodology, validation and development of Urban Energy Maps. *Cities*, Volume 35, December 2013, Pages 270-283.
- Caputo, P., Costa, G., Ferrari, S. (2013). A supporting method for defining energy strategies in the building sector at urban scale. *Energy Policy*, Volume 55, April 2013, Pages 261-270.
- Corrado, V., Ballarini, I. (2016) *Refurbishment trends of the residential building stock: Analysis of a regional pilot case in Italy*. *Energy and Buildings*, Volume 132, 15 November 2016, Pages 91-106.
- Corrado, V., Ballarini, I., Corgnati, S.P. (2012). National scientific report on the TABULA activities in Italy. Torino: Politecnico di Torino.
- Dall'O'G., Galante, A., Torri, M. (2012). A methodology for the energy performance classification of residential building stock on an urban scale. *Energy and Buildings*, Volume 48, May 2012, Pages 211-219.
- Fabbri, K., Zuppiroli, M., Ambrogio, K. (2012). Heritage buildings and energy performance: Mapping with GIS tools. *Energy and Buildings*, Volume 48, May 2012, Pages 137-145.
- Filogamo, L., Peri, G., Rizzo, G., Giaccone, A. (2014). On the classification of large residential buildings stocks by sample typologies for energy planning purposes. *Applied Energy*, Volume 135, 15 December 2014, Pages 825-835.
- Groppi D., De Santo, L., Cumo, F., Astiaso Garcia, D. (2018). A GIS-based model to assess buildings energy consumption and usable solar energy potential in urban areas. *Sustainable Cities and Society*, Volume 40, July 2018, Pages 546-558.
- Latour, G. (2017). Politiche urbane integrate, così le grandi città europee coniugano ambiente e sviluppo. *Edilizia e Territorio*, 21 July 2017
- Swan, L.G., Ugursal V.I., (2009). *Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 13, Issue 8, October 2009, Pages 1819-1835.
- Toraibi Moghadam, S.,Coccolo S., Mutani,G., Lombardi, P., Scartezzini, J.L., Mauree, D. (2019). *A new clustering and visualization method to evaluate urban heat energy planning scenarios*. *Cities*, Volume 88, May 2019, Pages 19-36.
- Torabi Moghadam, S., Delmastro, C., Corgnati, S. p., & Lombardi, P. (2017). *Urban energy planning procedure for sustainable development in the built environment: A review of available spatial approaches*. *Journal of Cleaner Production*, Volume 165, 1 November 2017, Pages 811-827.
- Torabi Moghadama, S., Toniolo J., Mutani G., Lombardi P. (2018). *A GIS-statistical approach for assessing built environment energy use at urban scale*. *Sustainable Cities and Society*, Volume 37, February 2018, Pages 70-84.