

Una base informativa per uno strumento di SMART planning orientato al recupero e all'efficientamento energetico dei centri storici

Stefano Pili

ricercatore a contratto presso GeoEnGis. Srl, Compucart srl, Consulmedia srl, stefano.pili@unica.it

Abstract

L'obiettivo del contributo è discutere sul possibile utilizzo del patrimonio informativo di base sviluppato nella redazione dei Piani Particolareggiati del Centro Storico (PPCS) della Regione Autonoma della Sardegna (RAS) per lo sviluppo di un modello per il calcolo delle prestazioni energetiche del patrimonio immobiliare orientato al disegno di politiche e progetti di recupero e valorizzazione alla scala urbana o di quartiere. L'articolo è stato sviluppato nell'ambito di una ricerca ancora in svolgimento per lo sviluppo di uno strumento di SMART planning orientato all'efficientamento energetico del patrimonio immobiliare.

La ricerca ha sviluppato e sperimentato in alcuni casi studio un modello analitico per il calcolo della prestazione energetica degli edifici, sviluppato in ambiente GIS, che utilizza come base di dati le SDI topografiche messe a disposizione dalla RAS e le attività di rilievo ed analisi tipicamente legate alla redazione dei PPCS. Il modello è coerente con la normativa vigente per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici (la normativa tecnica UNI 11300 TS 2014, il DL 192/2006 ed smi) ed esegue il calcolo per ogni edificio, tuttavia la disponibilità dei dati alla scala urbana rende necessarie semplificazioni ed approcci tipologici.

In conclusione si discuterà sulle criticità e le potenzialità della metodologia, delineando alcune possibili linee guida regionali per favorire lo sviluppo di uno strumento di supporto alla definizione di strategie di recupero e valorizzazione del patrimonio applicabile nell'ambito della redazione dei PPCS.

The paper discusses on the use of the baseline knowledge of the Detailed Plans of the Historic Centre (DPHC), developed in the Region Autonomous of Sardinia (RAS), for a building heritage energy performance model. The model aims to support in designing energy retrofitting and revitalization policies and strategies at the urban or neighbourhood scale. The article is a part of a ongoing research to develop a SMART planning tool oriented to energy efficiency of the building heritage.

A GIS based analytical model for HC energy performance calculation, has been developed and tested in some cases study. The model is based on RAS SDI and on spatial data typically provided for the DPHC baseline knowledge. The model's algorithm is consistent with standards for buildings energy performance calculation (Standards UNI TS 11300 2014, DL 192/2006 with subsequent amendments). It performs the calculation for each building, however the data availability at the urban scale makes necessary some simplifications and typological approaches.

In conclusion we will discuss weakness and potential of the methodology, outlining some possible regional guidelines to facilitate the development of a tool for supporting energy retrofitting and revitalization strategies, that could be integrated in the DPHC planning process.

Introduzione: contesto teorico ed obiettivo

Il paradigma della SMART CITY richiede l'integrazione tra le componenti tecnologiche e sociali della città orientata all'attuazione di un modello di sviluppo urbano sostenibile basato sull'innovazione in diversi settori chiave (Efficienza energetica, Governance, turismo, mobilità,

trasparenza e partecipazione, ..). Uno dei fondamenti di tale integrazione è lo sviluppo di modelli di SMART-Plannig o SMART-Governance che, utilizzando gli *open data* e la sempre più abbondante produzione di informazione geografica tematica legata alle attività di governo e controllo del territorio, possano contribuire a disegnare scenari e strategie di sviluppo condivise e renderne più efficace l'attuazione. Questi strumenti sono perciò orientati a favorire la collaborazione tra i soggetti (istituzioni, governo, cittadini, imprese, gruppi,..), in un processo inclusivo di gestione equilibrata e razionale delle risorse orientato al miglioramento della qualità della vita della comunità, (Europa 2020, Digital Agenda for Europe).

Questo contributo discuterà sulla possibilità di riutilizzare l'informazione geografica prodotta nell'ambito dei Piani Particolareggiati del Centro Storico (PPCS) della Regione Autonoma della Sardegna (RAS) quale base informativa per uno strumento di SMART planning (Figura 1) orientato alla riqualificazione energetica ed il riuso del patrimonio edificato¹. Tale strumento è basato sullo sviluppo di un modello analitico per il calcolo della prestazione energetica del patrimonio immobiliare capace di definire lo stato attuale, supportare il progetto di scenari per il Centro Storico (CS) e facilitare la sintesi di indicatori geografici orientati alla comunicazione. La dimensione geografica degli indicatori facilita la rappresentazione di temi complessi con un'ottica multi scalare e multi disciplinare orientata alla condivisione allargata dell'informazione. Alla scala aggregata per CS essi possono costituire un metodo condiviso per il confronto delle diverse realtà isolate orientato alla diffusione di buone pratiche e alla definizione di politiche di sviluppo territoriale regionali. Il dettaglio spaziale del singolo edificio può, invece, costituire uno strumento utile al monitoraggio dell'efficacia del PPCS o al disegno e valutazione ex ante di strategie specifiche di recupero e valorizzazione.

Lo sviluppo dello strumento presuppone la presenza di una base informativa adeguata e dotata di una certa uniformità per tutti i centri storici della Regione, in questa sede si discutono i risultati di una sperimentazione che ha testato il modello per il calcolo della prestazione energetica del CS partendo dalle basi informative sviluppate per alcuni PPCS focalizzandosi sulle potenzialità e le criticità e della base informativa disponibile e sulla identificazione di alcune possibili linee guida per la sua implementazione.

Metodologia: La Base informativa del PPCS

Il modello analitico è pensato per integrarsi con il processo di redazione dei PPCS che, grazie al finanziamento della RAS, attualmente stanno vivendo una nuova stagione pianificatoria. La RAS ha messo a disposizione una notevole quantità di materiale informativo e documentale sul recupero dei Centri Storici e ha diffuso dettagliate linee guida che individuano le fonti di dati "oggettivi" ed "intangibili" per la redazione del Piano (Figura 1), definiscono il contenuto informativo del PPCS ed i suoi approcci progettuali, e suggeriscono la struttura dei Sistemi Informativi Geografici per la gestione dell'informazione e l'aggiornamento del piano².

Le basi disponibili di dati oggettivi sono essenzialmente le informazioni geografiche contenute nelle SDI della RAS³ che comprendono le serie storiche di ortofoto, le foto aeree a 45°, la cartografia vettoriale in DB spaziali multi-precisione (scala 1:2000 - 1:10.000) e svariati tematismi di tipo paesaggistico ed ambientale (beni storico-culturali, Uso del Suolo, i temi Ambientali,..).

Il Piano richiede approfondimenti della base informativa legati a diverse scale spaziali:

- La caratterizzazione del patrimonio edificato alla scala del singolo corpo di fabbrica (coerenza paesaggistica, strutture, materiali, stato di conservazione, uso..);

¹ Questo contributo è un prodotto della ricerca "Osservatorio per la riqualificazione sostenibile del patrimonio edificato" è sviluppata presso la rete di imprese GeoEnGis srl – Compucart srl – Consulmedia srl, mediante una borsa di ricerca finanziata con le risorse del P.O.R. SARDEGNA F.S.E. 2007-2013 - Obiettivo competitività regionale e occupazione, Asse IV Capitale umano, Linee di Attività I.1.1. e I.3.1.

² <http://www.sardegna.territorio.it/urbanistica/pianiparticolareggiati.html>

³ <http://www.sardegna.geoportale.it>

- La quantificazione dei parametri urbanistici (volumetria, superfici coperte,..) che guidano le azioni del piano per ogni Unità Minima di Intervento (UMI), ossia il lotto urbanistico;
- Lo studio dei valori materiali ed immateriali del contesto individuandone gli elementi spaziali caratterizzanti (margini, beni puntuali, scene, piazze, vicoli,..) alla scala urbana e territoriale.

Le linee guida sottolineano l'importanza delle fonti intangibili di dati (questionari, metodi di coinvolgimento della cittadinanza) per l'esplicitazione dei valori immateriali del contesto, perciò, anche se attualmente sono pochi i casi in cui i piani abbiano sviluppato dei veri processi partecipativi, ai fini della definizione della metodologia possiamo supporre che tali indagini facciano parte delle attività finanziate per il piano. In molti casi il Piano ha visto il contestuale finanziamento di un DB topografico di dettaglio (1:500) del centro storico, realizzato coerentemente con i requisiti INSPIRE per la produzione di informazione geografica adottati dalla RAS. Esso è finalizzato a misurare i parametri urbanistici (volumetrie, superfici coperta, ..) ed all'identificazione dei corpi di fabbrica (Unità Volumetrica, tettoie, baracche, depositi, ...).

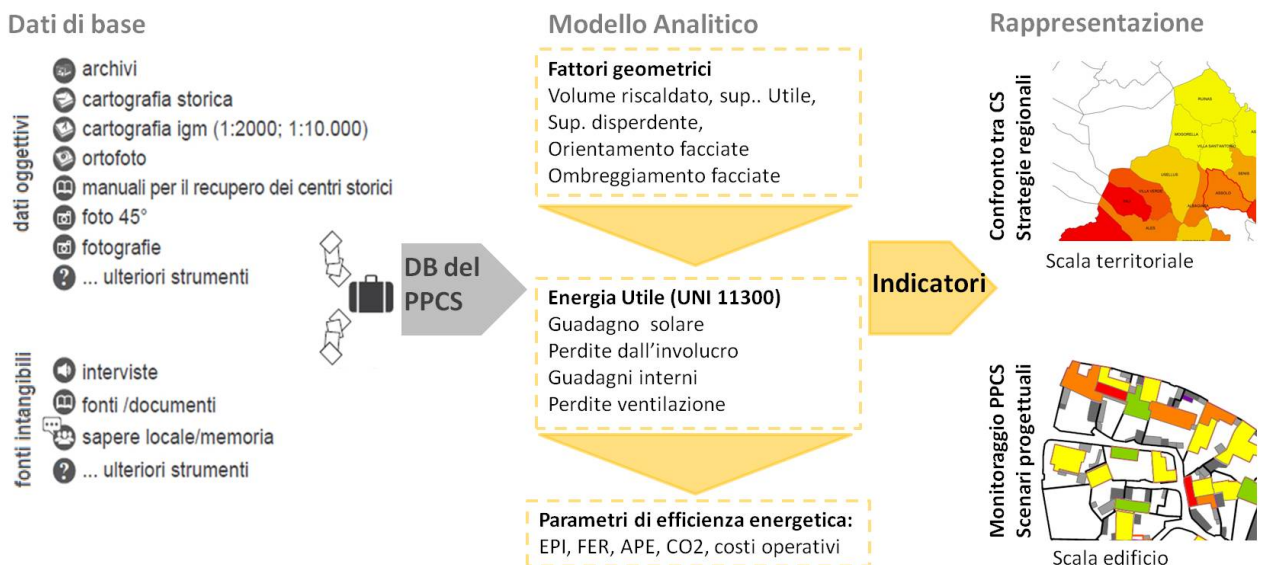


Figura 1 - Schema logico dello strumento di Smart Plannig

Metodologia: modello analitico e la sua base di dati

La metodologia propone lo sviluppo di un modello analitico per il calcolo della prestazione energetica del patrimonio edificato, capace di simulare l'effetto degli interventi di retrofitting energetico alla scala del singolo edificio e di restituire valori aggregati ed indicatori per l'intero CS o per tipologie specifiche di edifici. Il modello è concepito per costituire la base informativa di uno strumento di comunicazione e diffusione della conoscenza perciò si è scelto di riferirsi alle convenzioni introdotte dall'Attestato di Prestazione Energetica (APE)⁴, in quanto ormai accettate da tecnici e progettisti e sempre più diffuse tra decisori ed i semplici cittadini. Senza entrare nei dettagli dell'algoritmo, il calcolo della prestazione energetica è basato sulla normativa italiana, che utilizza alcuni parametri principali:

- *il fabbisogno di Energia Utile per la climatizzazione invernale (o estiva) dell'involucro (EU)*, ossia l'energia termica necessaria a mantenere le condizioni di confort termico (20C° inverno, 26C° estate) che dipende dalle caratteristiche fisiche dei materiali e geometriche dell'involucro, dal contesto urbano e dalle condizioni climatiche;
- *il fabbisogno Globale di Energia Primaria (EPgl)*, ossia l'energia primaria legata al consumo

⁴I contenuti dell'APE sono definiti dal D.Lgs. 192/2005 (con le sue numerose smi) e dalle normative tecniche UNI/TS 11300:2014 (parti 1-2-3-4)

teorico dei vettori energetici utilizzati per fornire l'EU, tenendo in considerazione i rendimenti degli impianti;

- il fabbisogno di Energia Primaria non rinnovabile (EP_{glnr}), ossia la quota di EP_{gl} ottenuta da fonti non rinnovabili su cui si basa l'etichetta energetica (A+, A, B, C..) ed il calcolo delle emissioni di CO_2 legate ai diversi vettori energetici utilizzati.

A queste grandezze si aggiungono alcuni parametri utili alla definizione di strategie di retrofitting energetico che prendono parte al calcolo del EU invernale ed estivo (1) (2).

$$EU_{inv} = (Q_{tra} + Q_{ven}) - f_{ui} * (Q_{sol} + Q_{int}) \quad (1)$$

$$EU_{est} = (Q_{sol} + Q_{int}) - f_{ue} * (Q_{tra} + Q_{ven}) \quad (2)$$

Q_{tra} = perdite di calore dall'involucro, funzione di forma, materiali, strutture e clima;

Q_{sol} = guadagni di calore per irraggiamento solare, funzione dell'involucro (soprattutto finestre), del contesto e del clima;

Q_{ven} e Q_{int} = perdite di calore per ventilazione e guadagni interni, definiti in modo standard in funzione dell'uso dell'edificio, hanno un peso limitato nel EU;

f_{ui} , f_{ue} = un coefficiente che valuta la capacità dei materiali di assorbire e rilasciare gradualmente il calore nella stagione estiva ed invernale.

I dati necessari al calcolo completo dei fabbisogni riguardano la geometria, l'orientamento e le caratteristiche fisiche dell'involucro edilizio e naturalmente quelle tecnologiche degli impianti (Riscaldamento, Raffrescamento, Acqua Calda Sanitaria - ACS). Il calcolo non considera il fattore umano oppure ne semplifica la variabilità utilizzando dei profili di "utente medio" cautelativi per la gestione delle schermature mobili e degli impianti. La normativa fa largo uso di dati tabellari per definire il clima mensile e le caratteristiche termiche dell'involucro (copertura, base, muri, finestre), tuttavia si presuppone un sopralluogo specifico per ogni unità immobiliare/edificio finalizzato a verificare i dati inseriti nel calcolo e a reperire le numerose informazioni richieste sugli impianti e sulle condizioni di uso (rendimenti di generazione, distribuzione, emissione, regolazione).

Lo sviluppo di un calcolo a scala urbana o di quartiere non può basarsi su sopralluoghi dettagliati in ogni unità immobiliare per evidenti limiti di costo e tempo, perciò sarà necessario adottare ipotesi semplificative, approcci per tipo o basati su sopralluoghi speditivi con questionari. Il modello è stato sviluppato in ambiente GIS utilizzando il model builder ArcMap 10 (adattato da Pili 2012), esso segue gli step del *calcolo standard* (UNI 11300, parte 1) (Figura 1). Dopo alcune operazioni di riordino dei dati che prevedono anche l'input manuale dei dati mancanti, il modello esegue l'analisi geometrica degli edifici per determinare: le superfici disperdenti, l'orientamento e l'angolo di ombreggiamento di ogni facciata. Successivamente esegue il calcolo dell'Energia Utile (UNI 11300 TS, parte 1) calcolando separatamente i fattori delle (1) (2). Infine il modello calcola i parametri di efficienza energetica combinando l'EU con i rendimenti degli impianti e con il fabbisogno di ACS (UNI 11300, parte 2).

Sono stati individuati alcuni possibili indicatori di efficienza energetica (Figura 2) sulla base dei più importati parametri calcolo della normativa ricavabili con l'ausilio del modello. Essi riguardano diversi aspetti del progetto dell'efficientamento energetico di un edificio: l'involucro, il sistema edificio - impianto e le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER). I Parametri che riguardano l'involucro possono essere calcolati sulla base dei dati spaziali comunemente raccolti nei PPCS, mentre per gli altri è necessario svolgere un'attività d'indagine specifica. È in via di sviluppo anche una metodologia per la stima del potenziale sfruttabile delle tecnologie rinnovabili nei CS (Biberacher, 2011).

Involucro	Sistema edificio - impianto	FER
U media	rendimento stagionale invernale	Pot termico /fabb_teorico ACS
Guadagno solare invernale/mq	rendimento stagionale estivo	Pot Fotovoltaico/fabb_teorico elettrico
Guadagno solare estivo/mq	rendimento ACS	Uso della risorsa sole : superficie utilizzata / sup disponibile
Prestazione estiva involucro	EPgl/mq	
Energia utile invernale/mq	CO2 teorica/mq	
Energia Utile estiva/mq	CO2 reale /ab	
	Costo operativo / unità	

Figura 2 - Indicatori di efficienza energetica calcolati per ogni edificio

Metodologia: ipotesi semplificative del modello

Zona termica coincidente con l'involucro esterno dell'edificio.

Questa prima semplificazione è ampiamente utilizzata per gli studi a scala urbana, inoltre è suggerita anche dalla normativa nel caso di edifici multilivello con unità abitative simili (UNI 11300, parte 1): non si otterrà quindi la prestazione di ogni unità immobiliare ma quella di tutto l'edificio. Non potendo effettuare lo studio della planimetria interna per tutto il patrimonio edilizio, in caso di più UI nello stesso edificio l'EU sarà ripartito equamente.

Uso di abachi di materiali e di strutture costruttive

La seconda ipotesi, ampiamente condivisa con altre metodologie in letteratura (Swan 2009; Robinson 2009), consiste nel considerare le caratteristiche fisico-tipologiche degli edifici legate alla propria epoca di costruzione o ad tipologie costruttive identificabili tramite attività di rilievo speditive effettuate nel luogo. Nel nostro caso, lo studio propedeutico delle tipologie e la caratterizzazione (materiali, tipologia costruttiva, conservazione,..) degli elementi di fabbrica (copertura, basamento, muro, finestre) di ogni edificio effettuata per il piano è una base eccellente per la modellazione del EU dell'involucro.

Uso di Abachi per gli impianti

Infine, la semplificazione più rilevante, anch'essa condivisa con altri esempi presenti in letteratura (Fracastoro 2011), è l'adozione di un rendimento medio stagionale teorico definito in base alla tipologia di impianto della unità immobiliare, in luogo del complesso approccio tabellare proposto dalla UNI che richiede la conoscenza di numerose informazioni sull'impianto. Le informazioni sugli impianti non sono tradizionalmente comprese tra le analisi di base del PPCS, la quasi assoluta mancanza di basi di dati ufficiali aggiornati, rende necessario un rilievo casa per casa o a campione, effettuato tramite interviste o sopralluoghi. Un rilievo a campione potrebbe, senza rilevanti costi aggiuntivi, fare parte dei questionari e delle interviste per il reperimento delle "fonti intangibili di dati" previste per il piano.

Sperimentazione

Di seguito riportiamo la sintesi dei risultati della sperimentazione svolta ad Assolo (OR) e Figu (frazione di Gonnosnò - OR) per valutare la potenzialità della base informativa del PPCS rispetto alle finalità del modello e più in generale per lo sviluppo dello strumento di smart plannig. Assolo e Figu sono comunità fortemente rurali della provincia di Oristano interessate dal processo di redazione del PPCS, che grazie alla loro limitata dimensione risultano adatte alla sperimentazione⁵.

Geometrie

L'attività di rilievo ed analisi del piano si è avvalsa di un DB topografico 1:500 su cui si sono definite le unità spaziali del Piano (Figura 3): il Volume Edilizio (VE); il Corpo di Fabbrica (CF); le Unità Minime di Intervento (UMI). Lo sviluppo della metodologia ha reso necessaria l'introduzione

⁵ Per approfondimenti <http://osservatoriocs.geonue.it/>

dell'Unità Immobiliare (UI) quale altra unità spaziale alla quale assegnare le informazioni degli impianti. Il VE è l'unità geometrica minima, da essi si calcolano i parametri urbanistici della UMI (Volumetrie, Superficie Coperta, ..); il modello li utilizza per ricavare le geometrie dell'involucro (superficie disperdente, orientamento e ombreggiamento di ogni facciata, ..).

	Definizione ed attributi di base	Uso nel PPCS	Uso per il modello
VE	Unità geometrica di base del DB topografico: superficie, quota gronda, quota massima dell'attacco al suolo, tipo di manufatto edilizio	Calcolo dei parametri urbanistici Individuazione dei CF	Calcolo delle geometrie dell'involucro.
CF	Un edificio o una parte di edificio (composto da uno o più VE) che per motivi tipologici possa essere considerata a se stante.	Unità di riferimento per la caratterizzazione del patrimonio edilizio.	Assegnazione caratteristiche dell'involucro. Calcolo EU
UMI	Organismo edilizio (uno o più CF con le pertinenze) con carattere di indipendenza.	Unità di riferimento per la normativa (il lotto).	Indici di efficienza complessivi per UMI
UI	Unità immobiliare, può essere una parte di un CF o comprenderne più di uno.		Assegnazione degli impianti Calcolo parametri efficienza

Figura 3- Unità spaziali di base

L'uso del solo VE per il calcolo della superficie disperdente può dare origine ad una forte sottostima nel caso di terreni con pendenze rilevanti; perciò i segmenti dei poligoni VE sono stati riproiettati su un DTM (ricostruito con punti quotati rilevati) al fine di assegnare la quota di base specifica di ogni facciata. L'orientamento così come l'ombreggiamento sono parametri chiave per la stima dei guadagni solari, essi sono stati calcolati per ogni facciata delle superfici disperdenti dei VE. Per l'ombreggiamento si è sviluppato un algoritmo che stima l'angolo di ombreggiamento (Figura 4) sulla base degli elementi del contesto in maniera coerente alla normativa⁶.

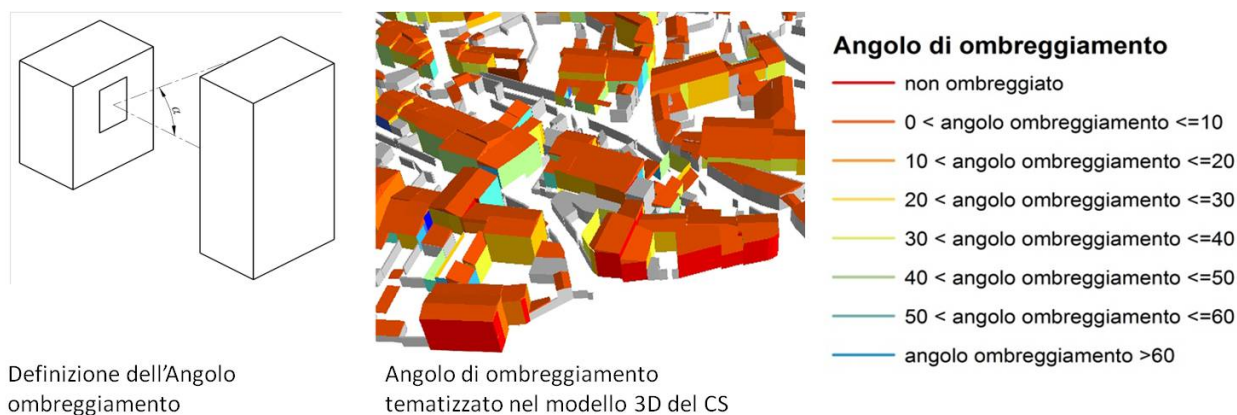


Figura 4 - Facciate degli edifici, Angolo di ombreggiamento e modello 3D

Permane una criticità nella determinazione delle superfici trasparenti dell'involucro: la posizione e la geometria delle finestre non possono essere rilevate per ogni facciata. Il dato non è direttamente legato alle analisi PPCS, ma la sua influenza nella prestazione energetica, soprattutto estiva, è cruciale nei climi temperati e caldi. In letteratura si adottano approcci semplificati basati sull'incidenza della superficie finestrata nelle facciate (Glazing Ratio - Glr). La definizione del Glr presenta comunque alcune difficoltà legate principalmente alla dimensione urbana dello studio che non rende possibile il rilievo puntuale. In letteratura sono presenti diversi approcci "per tipo" definiti coerentemente con il dettaglio richiesto allo studio (Figura 5).

Fortemente tipologico	Uso ottimale	Pro e contro
Il Glr è assegnato al corpo di fabbrica in base alla tipologia definita in sede	Per studi che non possono supportare il rilievo edificio per edificio (grandi	Facile da usare per generare scenari anche di ambiti spaziali molto vasti

⁶ Per approfondimenti tesi di dottorato di Stefano Pili, http://veprints.unica.it/731/1/Stefano_Pili_PHDtesi.pdf

di rilievo o ricavata da qualche DB disponibile	quartieri, urbana, regionale,..)	Poco affidabile
Moderatamente tipologico	<i>Uso ottimale</i>	<i>Pro e contro</i>
Il Glr è assegnato ad ogni facciata in base alla tipologia ed alle caratteristiche della facciata (orientamento, affaccio,..) ricavabili in modo automatico o speditivo	Per studi che hanno basi spaziali dettagliate dalle quali è possibile ricavare le caratteristiche delle facciate (scala di quartiere ed urbana)	Facile da usare per scenari Fornisce una stima più accurata Può essere poco affidabile, soprattutto per il fabbisogno estivo
Rilievo su corpo di fabbrica	<i>Uso ottimale</i>	<i>Pro e contro</i>
il Glr è assegnato al Corpo di Fabbrica con un rilievo speditivo di ogni edificio.	Per studi che possono supportare un rilievo moderatamente dettagliato (scala di quartiere ed urbana).	Facile da usare per generare scenari Più rappresentativo della realtà Lo sforzo per il rilievo può non essere commisurato al miglioramento della qualità della stima.
Rilievo su facciata	<i>Uso ottimale</i>	<i>Pro e contro</i>
Il Glr può essere assegnato facciata per facciata utilizzando delle classi di valori definite a priori	Per studi su ambiti di dimensione limitata, con risorse per il rilievo (isolati, piccoli quartieri)	È l'unico metodo che garantisce una buona affidabilità della stima Richiede ingenti risorse per il rilievo

Figura 5 - Approcci alla modellazione del rapporto finestrato

La sperimentazione ha adottato un approccio moderatamente tipologico che combina: la tipologia architettonica dell'edificio (corte antistante, retrostante, ..), con l'affaccio della facciata (su strada, verso la corte, su altra corte, su edificio) ricavata tramite un algoritmo di geo-processing e l'ampiezza delle finestre rilevata per CF (coerenza - vano piccolo; incoerenza - vano ampio). I valori Glr sono definiti in base all'osservazione di circa il 30% del campione (Figura 6).

Tipo architettonico	Affaccio su strada		Affaccio su corte		Affaccio su altro lotto		...
	Piccolo	Ampio	Piccolo	Ampio	Piccolo	Ampio	...
Palazzotto	GIRx	GIRy	...				
Corte antistante					
....							

Figura 6 - Schema dell'approccio moderatamente tipologico adottato

Calcolo delle Energia Utile e dell'Energia Primaria

Il modello assegna alle superfici disperdenti di ogni CF le caratteristiche fisiche contenute negli abachi in base alla sua caratterizzazione; poi calcola l'Energia Utile su base mensile e stagionale utilizzando le formule della normativa (UNI 11300 parte 1). L'affidabilità dei risultati dipende direttamente dall'accuratezza della determinazione delle superfici disperdenti e delle caratterizzazione materica dei CF.

Nell'esperienza di Assolo di è effettuata una campagna di questionari volte a studiare: Uso del patrimonio; Stato di conservazione e confort interno; Sistema edificio - impianto; Propensione all'intervento; i consumi. Il patrimonio immobiliare del CS presenta una considerevole quantità di UI non utilizzate o utilizzate per brevi vacanze estive (46%); il rilievo ha interessato circa il 50% degli edifici utilizzati. In sintesi emerge che la quasi totalità delle UI adotta il camino aperto tradizionale come sistema principale di riscaldamento della sola cucina, con scarsissime condizioni di confort invernale. Il confort estivo è buono, grazie alla tipica inerzia termica dell'edificato storico, e quasi nessuno utilizza sistemi di raffrescamento. I residenti sono prettamente anziani che vivono soli in grandi UI che giudicano mediamente in buono stato, tuttavia si assiste spesso all'abbandono delle parti dell'abitazione più inospitali durante le stagioni invernali o estive. I consumi per riscaldamento sono quasi tutti riferiti alla legna per il riscaldamento, ricavata prevalentemente dai boschi limitrofi; mentre la produzione di ACS incide sui consumi elettrici (oltre il 90% usa il boiler elettrico). Gli intervistati hanno mostrato forti difficoltà a definire le

quantità di legna consumata facendo alternativamente riferimento a diverse unità di misura ed a spese forfettarie, comunque si è potuto definire una spesa media annua di circa 900 euro ad UI.

Conclusioni: Potenzialità a criticità

La sperimentazione ha mostrato che è possibile definire le geometrie necessarie al calcolo energetico con una approssimazione coerente alle finalità dello studio. Tuttavia una procedura automatica difficilmente potrà essere impostata per via delle differenze che ancora permangono tra i DB topografici sviluppati nei diversi piani. Un prossimo sviluppo della ricerca testerà la metodologia con i DTM e i DSM (cella 1m) che presto verranno messi a disposizione per tutto il territorio regionale. Rimane la criticità della definizione del rapporto finestrato per il quale sembra essere percorribile una modalità moderatamente tipologica.

Queste criticità potrebbero essere superate con l'adozione di un GeoDB condiviso per i PPCS, che individui univocamente le unità spaziali con i loro attributi e relazioni. Alcuni campi potrebbero essere obbligatori, altri facoltativi e personalizzabili con la sotto articolazione di classi più generali per mantenere la comparabilità dell'informazione tra diversi contesti.

Le informazioni sulle UI potrebbero essere integrate nelle attività di rilievo propedeutico al piano, tuttavia, per mantenere la comparabilità dei risultati forse sarebbe necessario definire delle schede di indagine tipo.

Una forte criticità riguarda invece gli indicatori di efficienza energetica calcolati tramite il modello. Lo scopo principale di questi indicatori è promuovere interventi di efficientamento per la diminuzione delle emissioni di CO₂. Grazie all'uso diffuso di biomasse locali le emissioni sono molto limitate; mentre emerge la priorità del miglioramento del confort interno tramite l'efficientamento del sistema edificio-impianto. Inoltre i calcoli considerano "volume riscaldato" tutto il volume delimitato dall'involucro, mentre abitualmente è riscaldata solo la cucina, perciò la stima dell'EP risulta essere molto lontana dalle reali condizioni d'uso.

La ricerca sta procedendo nella definizione di alcune strategie progettuali specifiche e nell'individuazione di indicatori più adatti al contesto. Questo studio è parte di un lavoro più ampio che utilizzando le basi informative dei PPCS vuole definire un sistema di indicatori multi disciplinari (qualità urbana, percezione, paesaggio, sostenibilità ...) con approcci simili ai protocolli di certificazione ambientale (ITACA, LEED, CASACLIMA) (Pili, 2016).

Riferimenti bibliografici

Biberacher M. et alii (2011); Methods and tools to evaluate the availability of renewable energy sources; *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2011) 1182–1200; doi:10.1016/j.rser.2010.09.049

Fracastoro G.V., Serraino M.A., "A methodology for assessing the energy performance of large scale building stocks and possible applications", *Energy and Buildings* 43 (4) (2011) 844–852, doi:10.1016/j.enbuild.2010.12.004

Pili S. (2013), "Defining a methodology to integrate energy savings and renewal processes in the urban planning: a case study in the italian context", *Proceeding of the 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO SGEM2013*; ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/SGEM_GeoConference

Pili S. (2016), "Verso uno Strumento di SMART planning per la pianificazione dei Centri Storici: il caso studio di Assolo (OR)", *Atti della XIX Conferenza della Società Italiana degli Urbanisti, in Planum. The Journal of Urbanism*, ISSN 1723-0993 - in stampa

Robinson D. et alii (2009), "City- Sim: Comprehensive micro-simulation of resource flows for sustainable urban planning", *Proc. Eleventh Int. IBPSA Conf: Building Simulation*, Glasgow, UK

Swan L. G., Urgursal V.I. (2009), "Modeling of end use Energy consumption in the residential sector: A review of modelling techniques", *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 13 (2009) 1819-1835