

Un piano energetico per Betlemme

An energy plan for Bethlehem municipality

ANDREA LANZINI

Abstract

I Territori Palestinesi sono caratterizzati da una situazione di forte dipendenza energetica dagli stati limitrofi (Israele e Giordania). La città di Betlemme è di medie dimensioni in termini di popolazione residente rispetto alle altre urbanizzazioni amministrare dall'Autorità Palestinese. Tuttavia è un'area densamente popolata, anche in ragione dell'elevato flusso di turisti-pellegrini. Attualmente la municipalità ha in corso molteplici attività in ambito di efficienza energetica e diffusione delle fonti rinnovabili. Nel quadro del progetto *NUR* si è cercato di impostare un quadro complessivo sull'uso dell'energia a Betlemme e di identificare le azioni prioritarie in tema di risparmio energetico e promozione delle fonti rinnovabili. È stata dunque redatta una prima versione del piano energetico urbano.

A situation of strong energy dependence on neighboring states (Israel and Jordan) characterizes the Palestinian Territories. The city of Bethlehem is of average size in terms of inhabitants compared to other urbanizations administered by the Palestinian Authority. However, it is a densely populated area, also due to the high flow of tourist-pilgrims. Currently the municipality has many activities in progress in the field of energy efficiency, and dissemination of renewable sources. As part of the NUR project, an attempt was made to build an overall framework on the use of energy in Bethlehem, and to identify priority actions in terms of energy saving and the promotion of renewables sources. A first version of the urban energy plan was therefore drawn up.

Andrea Lanzini, professore associato di Fisica Tecnica Industriale, Politecnico di Torino, DENERG. Membro dell'Energy Center del Politecnico di Torino, partner tecnico del progetto NUR.

andrea.lanzini@polito.it

Introduzione

Questo breve contributo riporta la metodologia impiegata e i risultati quantitativi salienti relativi alla valutazione del consumo di energia, per usi finali, nel comune di Betlemme. La *baseline* sono i consumi di energia al 2018. Vengono quindi analizzati scenari al 2030.

Il lavoro è stato svolto in linea con le attività previste dal Patto dei Sindaci¹, una rete che promuove l'incremento della sostenibilità energetica e ambientale di città e comuni, e ha avuto l'obiettivo di redigere il primo piano energetico della municipalità di Betlemme.

A tal scopo, è stato seguito un approccio misto *bottom-up/top-down* per abbinare la domanda di energia e la produzione di energia. I dati utilizzati provengono dal comune di Betlemme (dati a grana fine, approccio *bottom-up*), dal *Palestinian Central Bureau of Statistics* (PCBS)², e dalla società elettrica locale JEDCo (che ha fornito dati aggregati sui consumi energetici urbani, approccio *top-down*). Abbiamo dimostrato che i dati aggregati (PCBS e JEDCo)

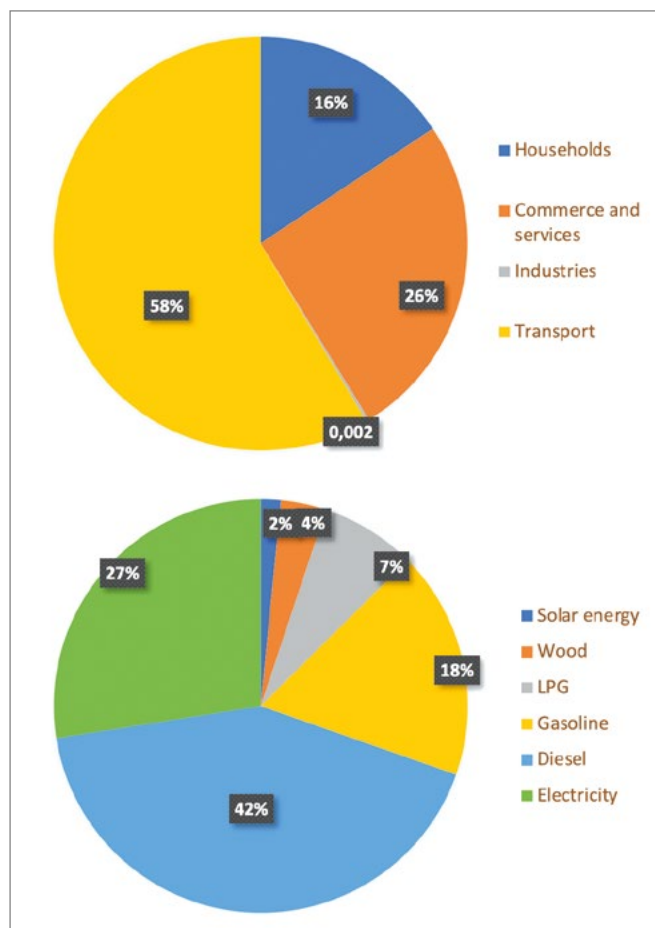


Figura 1. Usi finali di energia e vettori energetici nella città di Betlemme (2018).

trovano buona corrispondenza rispetto al modello ricostruito del consumo energetico della città. Quest'ultimo modello, validato con i dati macro, permette di avere un quadro molto più preciso degli usi finali di energia e di elaborare quindi scenari futuri.

Il risultato dell'analisi mostra che il consumo energetico totale annuo per usi finali nel comune di Betlemme, nel 2018, è pari a 369 GWh con un consumo energetico annuo pro capite pari a 10,27 MWh. Il consumo più alto è quello dei trasporti, che assorbono il 58% del consumo energetico totale (Figura 1). Segue il settore terziario (26% dei consumi). Dal punto di vista dei vettori energetici utilizzati, la domanda di energia è dominata dall'uso di derivati del petrolio. Diesel e benzina coprono circa il 60% degli usi finali, in linea con un trasporto intenso, energivoro e ancora legato a *powertrain* convenzionali.

Attualmente l'energia rinnovabile rappresenta solo una piccola quota (circa il 6% della produzione totale di energia) che deriva prevalentemente dallo sfruttamento dell'energia solare attraverso i collettori solari posti sul tetto di edifici residenziali. Il settore industriale è del tutto trascurabile (<0,1%). A fronte della situazione sopra delineata, lo scopo della redazione del piano energetico era di individuare azioni concrete per ridurre gli usi finali di energia, se non

in termini assoluti almeno a livello pro-capite, ed effettuare al contempo una transizione verso l'energia rinnovabile. Betlemme gode infatti di una disponibilità di radiazione solare tale da consentire uno sfruttamento vantaggioso di questa risorsa.

1. Metodologia di redazione del piano energetico e consumi *baseline*

Il piano energetico urbano è stato redatto inquadrando innanzitutto la *baseline* di usi finali dell'energia. A tale scopo sono stati reperiti dati sul tessuto urbano, quali ad esempio il numero e la tipologia di edifici esistenti nel territorio della municipalità (Tabella 1), e il parco circolante di automezzi (Figura 2). Dall'azienda elettrica locale, sono stati reperiti invece i dati sui consumi elettrici finali per le maggiori categorie (residenziale, commerciale e industriale). Incrociando i dati a disposizione è stato possibile valutare la consistenza degli usi finali per tipologia di settore e vettore energetico impiegato nella municipalità di Betlemme.

Building typology	Total area [m ²]	Number of buildings	Average area [m ²]
Households	755.187	4.232	178,4
Schools and Universities	20.625	48	429,7
Hotels and Hospitals	54.730	96	570,1
Industries	9.271	25	370,9
Offices	5.946	15	396,4
TOTAL	845.759	4.416	191,5

Tabella 1. Caratteristiche salienti degli edifici presenti nella municipalità di Betlemme.

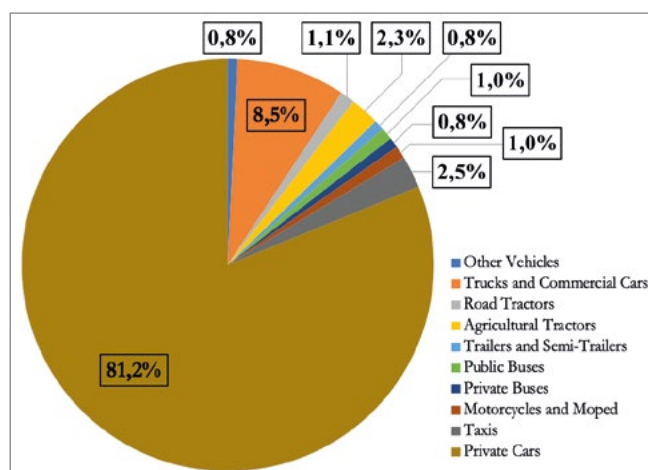


Figura 2. Contributo all'uso finale di energia da parte del parco circolante di automezzi nella municipalità di Betlemme.

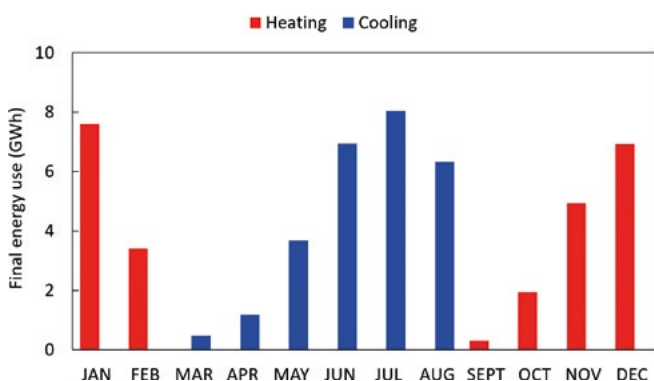


Figura 3. Uso finale dell'energia (riscaldamento e raffrescamento) negli edifici di Betlemme.

Per la parte relativa agli usi finali degli edifici, i consumi legati a riscaldamento e raffrescamento sono stati stimati sulla base delle condizioni meteo (gradi-giorno) e delle tecnologie disponibili (pompe di calore ad aria, in prevalenza) – vedi Figura 3. Il fabbisogno termico o di raffrescamento dell'edificio è stato quindi convertito nell'equivalente elettrico assorbito dagli impianti tecnologici e confrontato con il dato fornito dall'azienda elettrica per il macro-settore oggetto di analisi (ad es. il settore residenziale), al fine di verificarne la coerenza.

Per la parte relativa ai trasporti, i consumi finali sono stati stimati sulla base della consistenza del parco circolante (28.000 veicoli per una popolazione di 36.000 abitanti) e del chilometraggio medio percorso. Va notato come la modalità preferita di trasporto per le persone sia l'uso del veicolo privato. È una scelta in buona parte vincolata dalla quasi totale assenza di mezzi di trasporto pubblico, e anche dall'orografia, morfologia e urbanistica della città. Betlemme si sviluppa infatti su rilievi collinari ed è sostanzialmente priva di zone pedonali.

2. Scenari futuri di transizione energetica

La redazione del piano energetico prevede la conoscenza della *baseline* attuale di consumi energetici e valuta quindi scenari futuri mitigativi e indirizzati a un uso più sostenibile dell'energia. Nell'ambito del progetto *NUR*, sono stati valutati tre scenari futuri al 2030:

1. scenario *BAU* (*business-as-usual*) – proiezione della *baseline* attuale: i consumi di energia urbani per usi finali sono proiettati al 2030 in proporzione all'atteso trend crescente di popolazione (che potrebbe incrementare dagli attuali 36.000 residenti, a circa 60.000). Chiaramente questo scenario prevedrà un altrettanto proporzionale incremento dell'uso di energia;

Scenario BAU	Scenario MODERATE RES	Scenario HIGH RES
Incremento della popolazione in base al trend storico	Incremento della popolazione in base al trend storico	Incremento della popolazione in base al trend storico
Aumento dello stock di edifici in proporzione alla popolazione crescente	Aumento dello stock di edifici in proporzione alla popolazione crescente	Aumento dello stock di edifici in proporzione alla popolazione crescente
Nessun efficientamento energetico nell'involucro degli edifici, nell'illuminazione pubblica e privata, negli elettrodomestici e nelle tecnologie energetiche per il riscaldamento e/o raffrescamento degli edifici	Rinnovamento del 50% dello stock edilizio in termini di involucro; 80% di adozione di illuminazioni LED, aumento dell'efficienza di elettrodomestici e tecnologie energetiche	Rinnovamento del 50% dello stock edilizio in termini di involucro; 100% di adozione di illuminazioni LED, aumento dell'efficienza di elettrodomestici e tecnologie energetiche
Aumento del parco veicolare circolante in proporzione alla popolazione crescente	Riduzione della domanda finale nel settore dei trasporti grazie all'introduzione di veicoli elettrici (2% del totale)	Riduzione della domanda finale nel settore dei trasporti grazie all'introduzione di veicoli elettrici (10% del totale)
Aumento dei consumi nel settore terziario in proporzione alla popolazione crescente	Aumento dei consumi nel settore terziario in proporzione alla popolazione crescente	Aumento dei consumi nel settore terziario in proporzione alla popolazione crescente
Nessuna diffusione ulteriore di impianti a fonte rinnovabile	Diffusione di tetti fotovoltaici (40% dell'area disponibile)	Diffusione di tetti fotovoltaici (80% dell'area disponibile)

Tabella 2. Scenari di riferimento per la transizione energetica urbana al 2030 per la città di Betlemme.

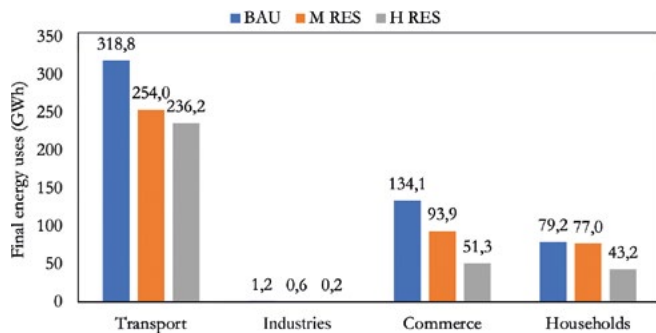


Figura 4. Scenario a confronto in termini di impatto sugli usi finali dell'energia nei macro-settori energivori.

- scenario *moderate RES* – Fonti Energetiche Rinnovabili Moderate: è probabilmente lo scenario più realistico, che prevede una transizione lenta alle energie rinnovabili, l'aumento dell'efficienza dei dispositivi energetici e una riduzione del consumo energetico nel settore dei trasporti grazie all'adozione di veicoli elettrici;
- scenario *high RES* – Fonti Energetiche Rinnovabili Alto: è lo scenario di transizione energetica più aggressivo, in cui viene esplorata la possibilità di valorizzare a ratei di adozione molto elevati lo sfruttamento delle fonti rinnovabili e la diffusione di elettrodomestici e tecnologie energetiche a più alta efficienza.

I dettagli dei tre scenari sono forniti in Tabella 2.

3. Risultati

I risultati dell'analisi svolta sono mostrati in Figura 4. I consumi di energia per gli usi finali della città di Betlemme sono stati stimati per i tre scenari al 2030 descritti in precedenza. Nel 2018 il consumo di riferimento è pari a 370 GWh. Nei tre scenari individuati i valori ottenuti sono 533 (*BAU*), 425 (*moderate RES*) e 331 GWh (*high RES*). Risulta quindi evidente come il *driver* della popolazione crescente porti quasi sempre a un aumento dell'energia utilizzata. Tuttavia, è da notare come il consumo pro-capite passi, ad esempio, dagli

attuali oltre 10.000 kWh/ca a poco più di 7.000 kWh/ca nello scenario *moderate RES*.

Conclusioni

La città di Betlemme è mediamente energivora con consumi in linea a quelli di realtà urbane pienamente sviluppate ed è caratterizzata da un elevato consumo di energia fossile destinata in larga parte al settore dei trasporti. L'uso finale di elettricità è significativo (27% del totale) e proviene in scarsa misura da impianti a fonte rinnovabile integrati nel tessuto urbano, quali ad esempio tetti fotovoltaici. La redazione del piano energetico ha permesso di valutare i consumi di energia attuali e di individuare un portfolio di interventi che potrebbero in futuro ridurre l'uso pro-capite di energia.

Gli interventi da valutare con priorità sono i seguenti:

- promozione di nuove modalità di trasporto condivise ed elettrificate;
- supporto alla diffusione di impianti fotovoltaici integrati con gli edifici;
- sensibilizzazione dei cittadini all'uso di impianti tecnologici ed elettrodomestici di classe energetica elevata;
- diffusione di illuminazione (pubblica e privata) a LED;
- individuazione di impianti di media dimensione per la produzione di energia elettrica rinnovabile (ad es., produzione di biogas dalla frazione organica di rifiuti solidi urbani per la cogenerazione di energia elettrica e calore).

Il progetto *NUR* ha contribuito con impianti dimostrativi rispetto ai precedenti punti 2 e 4.

Note

¹ Il Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors) prevede un'adesione volontaria da parte del Comune interessato, che si fa carico della redazione di un Piano Energetico e Ambientale, con attenzione anche agli aspetti di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici (<https://www.covenantofmayors.eu>).

² <http://www.pcbs.gov.ps/default.aspx>.