

LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA DEGLI EDIFICI PUBBLICI

D. SANTONICO⁽¹⁾, M. PLATANIA⁽²⁾

⁽¹⁾APAT – Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale, Servizio Aree Urbane,
Ufficio edilizia Urbana Sostenibile, ⁽²⁾Stagista APAT

1. ABSTRACT

Un'analisi sugli edifici pubblici

L'obiettivo principale della ricerca è stato quello di verificare in che stato verte, dal punto di vista energetico-ambientale, il patrimonio immobiliare pubblico e quali sono gli interventi da effettuare o già in parte realizzati per adeguare gli edifici alla normativa vigente riguardante il rendimento energetico e la certificazione energetica dettata dalla direttiva 2002/91/CE e recepita a livello nazionale dal D.Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 e sue modifiche. (Per gli approfondimenti su tale normativa, si rimanda a pag. 582 del precedente rapporto).

Lo studio è stato effettuato a livello regionale e comunale, ma poiché per gli edifici pubblici di proprietà regionale erano a disposizione dati molto limitati, l'analisi si è concentrata principalmente nell'area del Comune di Roma.

In particolare lo studio riguarda gli edifici pubblici i quali dovranno esibire una targa a vista sulla certificazione energetica. Il Comune di Roma in merito a questa materia ha modificato il regolamento edilizio per ciò che concerne il rendimento energetico degli edifici. Con la delibera del Consiglio Comunale del 20.02.2006 sono state rese obbligatorie per le nuove costruzioni, norme per il risparmio energetico, l'utilizzazione di fonti rinnovabili di energia e il risparmio delle risorse idriche.

L'analisi condotta ha considerato le diverse tipologie degli edifici e i consumi energetici che ne derivano a seconda soprattutto della destinazione d'uso assegnata al manufatto edilizio e all'epoca in cui è stato realizzato; consistente la percentuale degli edifici con valore storico architettonico, numerosi gli edifici in cui si denota una scarsa qualità edilizia, in particolare nelle aree periferiche. Si è rilevato un grande impegno da parte del Comune sottoposto all'analisi, nell'adottare criteri di sostenibilità per le ristrutturazioni dei propri immobili, rivolgendo soprattutto all'edilizia scolastica e abitativa, interventi realizzati con tecniche di bioedilizia e soprattutto di bioclimatica.

2. INTRODUZIONE

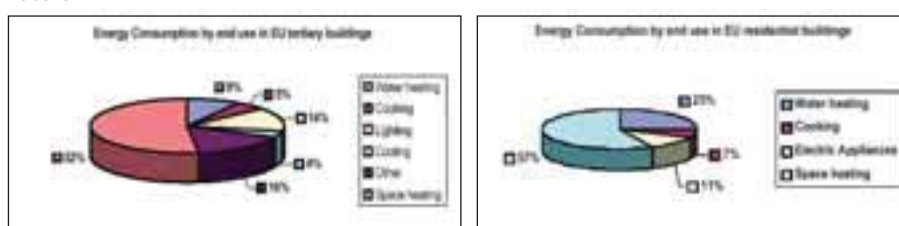
Il rendimento energetico degli edifici: misure e tecnologie

Il problema energetico è una delle priorità dei paesi dell'Unione Europea, per questo la Direttiva sull'efficienza energetica degli edifici segna un importante passo a livello legislativo. È necessario ridurre il consumo di energia, di cui ne viene constatato l'aumento ogni anno, e migliorare la performance energetica degli edifici significa contribuire alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra e ai relativi costi energetici in linea con gli impegni assunti dal protocollo di Kyoto.

Dagli studi effettuati dalla Commissione Europea, il settore dei trasporti e quello dell'industria assorbono grandi quote di energia, ma gli edifici sono ancora più energivori, assorbono il 40% circa dei consumi energetici europei, tenendo in considerazione l'illuminazione, il riscaldamento, gli impianti di condizionamento d'aria e l'acqua calda nelle abitazioni, nei luoghi di

lavoro e nelle strutture ricreative. Inoltre gli edifici richiedono consumi crescenti di pari passo con il miglioramento del tenore di vita, che si traduce nel maggior uso degli impianti di condizionamento d'aria e di riscaldamento. Gli stessi studi ci dicono che 10 milioni di caldaie nelle abitazioni hanno più di vent'anni e la loro sostituzione permetterebbe di risparmiare il 5% dell'energia utilizzata per il riscaldamento; dal 30 al 50% dell'energia utilizzata per l'illuminazione negli uffici, negli edifici commerciali e nelle strutture ricreative potrebbe essere risparmiata; la metà dell'aumento previsto dei consumi di energia per i condizionatori d'aria, che, secondo le previsioni raddoppierà nel 2020, potrebbe essere evitata grazie ad installazioni conformi a standard più severi. Si stima che entro il 2010 sarà possibile risparmiare più di un quinto dell'attuale consumo energetico grazie all'applicazione di standard più rigorosi ai nuovi edifici e a quelli oggetto di importanti opere di ristrutturazione.

Tabella 1.



Fonte: Commissione Europea, Directorate General for Transport and Energy.

La popolazione europea trascorre la gran parte del proprio tempo all'interno degli edifici, in modo particolare nei luoghi di lavoro.

Nell'analisi dello spazio ufficio, il perseguimento della massima ecoefficienza è improntato sulla conformità bioclimatica dei sistemi integrati di cui si compone il manufatto edilizio, processo che si declina sui risparmi conseguibili grazie alla promozione del rendimento energetico del sistema edificio rispetto a: illuminazione (30%), riscaldamento degli ambienti (25%), condizionamento (9%). Questi risparmi sono ottenibili con una progettazione mirata che favorisce i guadagni per forma e l'orientamento ottimale degli edifici, l'impiego di sistemi di captazione attiva e passiva, e mediante migliorie del sistema. In particolare nello spazio ufficio l'efficienza energetica maggiore si ottiene attraverso l'ottimizzazione dei sistemi di illuminazione naturale e quelli di riscaldamento passivo che sono le due voci più incidenti nella tabella dei consumi.

Le strategie di intervento nello spazio ufficio, possono essere così sintetizzate:

- *impiego ed integrazione di tecnologie bioclimatiche passive:*
 - illuminazione naturale (irraggiamento solare)
 - raffrescamento naturale (ventilazione passiva)
 - riscaldamento naturale (accumulo termico e restituzione passiva, recupero del calore)
- *impiego ed integrazione di tecnologie bioclimatiche attive:*
 - impianti fotovoltaici integrati (produzione energia elettrica)
 - solare termico (produzione acqua calda)
- *interventi per l'isolamento termico degli edifici:*
 - materiali a bassa trasmittanza
 - materiali altamente isolanti
 - eliminazione ponti termici
 - impiego di metrature intelligenti
- *interventi per il controllo della radiazione solare:*
 - uso di superfici a vetri selettivi
 - aggetti e sistemi di schermatura solare

- *ottimizzazione e controllo della gestione energetica degli edifici:*
 - raffrescamento e riscaldamento
 - illuminazione
 - razionalizzazione della fornitura energetica con dispositivi di limitazione dei consumi
- *installazione sistemi BMS di accensione, spegnimento e regolazione di:*
 - intensità luminosa
 - sistemi di riscaldamento e raffrescamento
 - rilevazione presenze
 - gestione e contabilizzazione dei consumi
- *incremento efficienza degli impianti di illuminazione:*
 - installazione di sistemi e componenti più efficienti
 - apparecchiature a basso consumo in stand-by

Nell'insieme quindi possiamo riassumere che è opportuno costruire edifici che non richiedano quantità di energia incompatibili con le risorse disponibili, attraverso una consapevole riduzione dei consumi energetici e l'utilizzo di tecnologie a basso uso di risorse energetiche, tenendo in considerazione il:

- rapporto tra edificio e contesto ambientale
- rapporto tra esigenze fruttive di spazi, forma e qualità tecnologica dell'involucro edilizio.

In Italia gli edifici vengono spesso contraddistinti da una scarsa efficienza energetica dovuta ad una inadeguata progettazione o all'uso di metodi costruttivi che rendono onerosa la manutenzione e la climatizzazione degli ambienti. È necessario quindi pianificare azioni finalizzate al risparmio energetico. La certificazione energetica, è principalmente un'azione informativa rivolta a sensibilizzare l'utente sulla qualità energetica del proprio edificio, condotta nell'interesse primario del consumatore e anche per l'intera collettività, attraverso cui si ottiene una riduzione dei consumi tramite azioni di riqualificazione energetica e di conseguenza un mercato immobiliare orientato verso modelli edilizi meno dissipativi.

Per calcolare la *prestazione energetica* degli edifici e quindi identificare quali sono i consumi, occorre conoscere l'indice di efficienza energetica.

L'*indice di efficienza energetica* è il fabbisogno energetico per metro quadrato e anno necessario per il riscaldamento, per la produzione di acqua calda e per il raffrescamento estivo. Includendo il consumo energetico dell'illuminazione e degli apparecchi elettrici, si ottiene l'indice energetico complessivo.

Tabella 2.

Esempi di efficienza energetica (riscaldamento) in (kWh/m²a)	
Edifici convenzionali non corrispondenti alle normative sul risparmio energetico	220-250
Edifici convenzionali corrispondenti alle più recenti normative	80-100
Edifici a basso consumo energetico	30-50
Edifici passivi	< 15
Edifici a consumo energetico zero	0

Sono considerati edifici a basso consumo energetico i fabbricati che hanno un fabbisogno termico inferiore a 50 kWh/mq.

Per avvicinarsi a questo standard e ridurre i consumi energetici è necessario adottare alcune misure.

- Il giusto orientamento dell'edificio è quello verso Sud, perché consente il miglior sfruttamento degli apporti solari in inverno ed è più facilmente ombreggiabile in estate. Nel calcolo incide anche la forma compatta dell'edificio, il rapporto tra superficie (S) e volume (V) diventa più vantaggioso. Il rapporto S/V di un edificio energeticamente efficiente dovrebbe essere < 0,6.
- L'isolamento termico consente di ridurre il fabbisogno termico. Una kWh risparmiata median-

te l'isolamento termico vale di più di una kWh risparmiata con l'uso del più efficiente sistema di riscaldamento/raffreddamento, perché il ciclo di vita dei materiali termoisolanti è molto più lungo rispetto a quello degli impianti.

- L'involucro deve essere impermeabile al vento, perché le infiltrazioni d'aria incontrollate attraverso giunti e fessure aumentano il fabbisogno termico.
- Le finestre usate negli edifici a basso consumo energetico hanno una trasmittanza¹ ridotta ($U < 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) e una trasparenza che fa penetrare $> 0,55 \%$ della luce incidente. La dimensione delle finestre deve essere tale da non creare surriscaldamenti in estate. In genere le finestre vengono munite di speciali vetri termici, preferibilmente tripli. Tre lastre di vetro normale assorbono molta luce ed è per questo che in tal caso i vetri devono essere molto trasparenti (parametro $g > 0,6$) e le intercapedini riempite con gas nobile (argon o krypton). Da un punto di vista energetico, le finestrature superiori al 40% della SRE (superficie di riferimento energetico) non sono utili, poiché l'apporto termico non può essere sfruttato al meglio.
- Un ruolo importante è rivestito dall'impiantistica: ad esempio un impianto di ventilazione controllata ha due essenziali vantaggi: è più preciso nel regolare il ricambio d'aria e può recuperare calore dall'aria in uscita. La ventilazione meccanica consente il recupero del calore dall'aria in uscita. Il recupero avviene per mezzo di scambiatori di calore che lo trasferiscono all'aria in entrata. Per ottenere un buon risultato di recupero, questi scambiatori devono avere un rendimento di almeno il 60-75 %. Il sistema di ventilazione meccanica può essere collegato anche a scambiatori interrati che consentono di riscaldare o di raffreddare l'aria in entrata, perché alla profondità di 100-150 cm, la temperatura della terra rimane quasi costante per tutto l'anno. L'aria esterna che attraversa lo scambiatore interrato si riscalda in inverno e si raffredda in estate. In inverno, l'aria esterna di 0°C può assumere una temperatura fino a $10-12^\circ\text{C}$, mentre in estate, l'aria oltre i 30°C si raffredda fino a $25-27^\circ\text{C}$.
- Installazione di impianti di riscaldamento a bassa temperatura ($35-55^\circ$), i vecchi impianti funzionano invece a temperature tra 60 e 70°C . Utilizzo di pompe di calore, installazione, aggiornamento efficiente di sistemi di teleriscaldamento e raffreddamento. Una pompa di calore produce non solo calore, ma può essere utilizzata anche per il raffrescamento estivo. L'impiego di una caldaia a condensazione e di una pompa di calore conviene in sistemi di riscaldamento a bassa temperatura ($40-45^\circ\text{C}$, non superiore ai $50-55^\circ\text{C}$). Per la produzione di acqua calda sanitaria, può rivelarsi utile ed efficiente, l'installazione di un collettore solare. Un collettore solare che produce acqua calda sanitaria può essere integrato anche nel sistema di riscaldamento a bassa temperatura ($40-50^\circ\text{C}$). Utilizzo di valvole termostatiche o cronotermostati programmabili sui radiatori; fissare la temperatura nei locali a 20°C durante il giorno e su 12°C durante la notte.
- Risparmio nella produzione di acqua calda sanitaria (installazione di nuovi dispositivi).
- Illuminazione (installazione di lampade e alimentatori a risparmio energetico, sistemi di controllo digitale, uso di rilevatori di movimento negli impianti di illuminazione degli edifici ad uso commerciale).

Gli edifici passivi sono attualmente gli edifici energeticamente più efficienti. Il loro fabbisogno termico non supera i $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Questo bassissimo fabbisogno termico rende superfluo l'impianto di riscaldamento convenzionale e consente il riscaldamento tramite il sistema di ventilazione senza dover immettere nei locali aria troppo calda. Particolarmente vantaggiosi sono i sistemi costruttivi a secco, perché così l'immissione di umidità nell'edificio è molto limi-

¹ Trasmittanza $U=1/R$

Se la parete, come abitualmente accade, è costituita da più strati in serie, ognuno caratterizzato da un proprio spessore s e da una propria conducibilità termica λ , la resistenza termica complessiva del divisorio è data dalla somma dei contributi dovuti ai coefficienti di adduzione interno ed esterno e dei rapporti s/λ di ogni singolo strato. $R = 1/a_i + \sum (s_i/\lambda_i) + 1/a_e$ [$\text{m}^2\text{K/W}$]

È possibile definire la trasmittanza termica U , come l'inverso della resistenza termica globale R :

$U = 1/R = 1/(1/a_i + \sum (s_i/\lambda_i) + 1/a_e)$ [$\text{W/m}^2\text{K}$]

tata e il periodo di asciugamento molto breve, per esempio, nelle costruzioni a telaio in legno. Rispetto ad un edificio a basso consumo quelli passivi hanno una trasmittanza termica U dell'involucro generalmente $< 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Questo implica l'applicazione di uno strato termoisolante di elevato spessore. Per essere certificato come edificio passivo, l'impermeabilità dell'involucro (n50) deve essere compresa tra lo 0,2 e lo 0,6/h ed accertata tramite test.

3. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Poiché la normativa in ambito comunitario, nazionale, regionale e comunale è stata notevolmente implementata, le tabelle sono state allegate nel relativo cd.

4. GLI EDIFICI PUBBLICI NELL'AREA DELLA REGIONE LAZIO

Il lavoro di ricerca realizzato è stato condotto attraverso un'analisi del patrimonio pubblico immobiliare circoscritto nell'area della Regione Lazio e del Comune di Roma. Poiché gli edifici pubblici costituiscono una cospicua porzione del patrimonio immobiliare, è interessante capire la loro distribuzione sul territorio, le diverse tipologie a seconda della destinazione d'uso e l'apporto di energia richiesto proprio in base alle funzioni assegnate.

Per quanto concerne la Regione Lazio, i dati sui consumi energetici non sono disponibili, è stato possibile però reperire l'inventario dei beni immobili, realizzato di recente. Dalle tabelle riportate si evince che gli edifici hanno una catalogazione proveniente dai dati catastali per cui per quelli ad uso abitativo è disponibile il dato del numero dei vani, mentre per quanto riguarda gli edifici destinati ad uso

Tabella 3.

UNITA' IMMOBILIARI ADIBITE AD USO ABITATIVO			
COMUNE	TIPOLOGIA	CONSISTENZA (VANI)	totale vani
ALATRI	abitazioni ultrapopolari	29	29
FROSINONE	abitazioni di tipo economico	11,5	11,5
APRILIA	abitazioni di tipo civile	8,5	8,5
LATINA	abitazioni di tipo popolare	52	72
	abitazioni di tipo civile	18	
	abitazioni ultrapopolari	2	
PONTINIA	abitazioni di tipo civile	19,5	27,5
	abitazioni di tipo economico	4,5	
	abitazioni ultrapopolari	3,5	
SABAUDIA	abitazioni di tipo economico	38	53,5
	abitazioni di tipo popolare	10,5	
	abitazioni ultrapopolari	5	
S. FELICE CIRCEO	abitazioni di tipo civile	34,5	67,5
	abitazioni di tipo economico	33	
TERRACINA	abitazioni di tipo civile	59	70,5
	abitazioni di tipo economico	4	
	abitazioni di tipo popolare	7,5	
FIUMICINO	abitazioni di tipo civile	23,5	56
	abitazioni di tipo popolare	20	
	abitazioni ultrapopolari	12,5	
LABICO	abitazioni di tipo popolare	11,5	11,5
ROMA	abitazioni di tipo civile	484,5	1942
	abitazioni di tipo economico	1278	
	abitazioni di tipo popolare	142,5	
	abitazioni ultrapopolari	13	
	abitazioni in villini	24	
ZAGAROLO	abitazioni di tipo civile	22,5	22,5

Tabella 4.

UNITÀ IMMOBILIARI ADIBITE AD USO DIVERSO DALL'ABITATIVO				
COMUNE	TIPOLOGIA	CONSISTENZA		
		vani	mq	mc
ALATRI	edifici a destinazione particolare		-	
POSTA FIBRENO	negozi e botteghe		48,00	
	gazzini		117,00	
ROCCASECCA	uffici pubblici			9.231,00
S.ELIA FIUMERAPIDO	magazzini		90,00	
APRILIA	negozi e botteghe		108,00	
	magazzini		17,00	
LATINA	negozi e botteghe		154,00	
	magazzini		347,00	
	rimesse ed autorimesse		456,00	
PONTINIA	negozi e botteghe		345,00	
	magazzini		1898,00	
	laboratori per arti e mestieri		135,00	
SABAUDIA	negozi e botteghe		8968,00	
	magazzini		587,00	
	laboratori per arti e mestieri		82,00	
	rimesse ed autorimesse		84,00	
S. FELICE CIRCEO	scuole e laboratori scientifici			2484,00
TERRACINA	negozi e botteghe		320,00	
	magazzini		279,00	
	rimesse ed autorimesse		33,00	
FIUMICINO	magazzini		485,00	
	scuole e laboratori scientifici			916,00
	fabbricati per esercizi sportivi	Dati non disponibili		
MARINO	uffici pubblici			4464,00
LABICO	teatri, cinematografi	Dati non disponibili		
MORICONE	fabbricati per esercizi sportivi		206,00	
POMEZIA	negozi e botteghe		11,00	
	magazzini		34,00	
ROMA	rimesse ed autorimesse		1094,00	
	collegi, convitti, caserme		2613,00	119139,00
	edifici a destinazione particolare	Dati non disponibili		
	uffici e studi privati	144,5		
	magazzini		8175,00	
	negozi e botteghe		1411,00	
	laboratori per arti e mestieri	Dati non disponibili		
	teatri, cinematografi	Dati non disponibili		
	fabbricati per esercizi sportivi	Dati non disponibili		
	Collegi, conventi, caserme		2613,00	96625,00
	Uffici pubblici			67932,00
	cappelle, oratori			8989,00
ACQUAPENDENTE	opifici	Dati non disponibili		
	teatri, cinematografi	Dati non disponibili		
BAGNOREGIO	teatri, cinematografi	Dati non disponibili		
	fabbricati per esercizi sportivi		444,00	
RONCIGLIONE	fabbricati per esercizi sportivi	Dati non disponibili		
TARQUINIA	edifici a destinazione particolare	Dati non disponibili		
VITERBO	fabbricati per esercizi sportivi	Dati non disponibili		
	fabbricati industriali	Dati non disponibili		
	ospedali, case di cura			183.636,00

Tabella 5.

FABBRICATI AD USO ABITATIVO E NON DESTINATI A SEDI ISTITUZIONALI				
COMUNE	TIPOLOGIA	CONSISTENZA		
		vani	mq	mc
FORMIA	abitazioni di tipo popolare	11		
SABAUDIA	abitazioni di tipo economico	10		
	magazzini		32,00	
	rimesse ed autorimesse		63,00	
POMEZIA	abitazioni di tipo economico	2,5		
ROMA	abitazioni di tipo civile	116,5		
	abitazioni di tipo popolare	123,5		
	abitazioni in villini	58		
	rimesse ed autorimesse		1723,00	
	magazzini		1213,00	
	Laboratori per arti e mestieri		107,00	
	negozi e botteghe		695,00	
	Uffici pubblici			42672,00
	Uffici e studi privati	143		
FROSINONE	Laboratori per arti e mestieri		1975,00	
FONDI	Uffici pubblici			3527,00
FORMIA	Collegi, conventi, caserme			15590,00
LATINA	abitazioni di tipo civile	13		
	rimesse ed autorimesse		42,00	
	magazzini		99,00	
	Alberghi e pensioni	Dati non disponibili		
PONTINIA	Negozi e botteghe		38,00	
SABAUDIA	magazzini		32,00	
	rimesse ed autorimesse		63,00	
TERRACINA	Uffici e studi privati	1,5		
CAVE	scuole e laboratori scientifici		43,00	
	abitazioni di tipo popolare	5		
VITERBO	Collegi, conventi, caserme			28200,00
GROTTE DI CASTRO	abitazioni di tipo economico	5,5		
	Fabbricati commerciale	Dati non disponibili		

Fonte: Regione Lazio - Dipartimento Istituzionale - Direzione Regionale Demanio, Patrimonio e Provveditorato. Inventario dei beni immobili Regionali, art. 544 "Regolamento di Organizzazione degli Uffici e dei Servizi della Giunta Regionale" n° 1 del 06.09.2002 e smi.

Elaborazione: APAT, ufficio edilizia urbana sostenibile.

non abitativo e a sedi istituzionali, è stata individuata la superficie e in alcuni casi anche il volume. Viene attribuito alle Regioni, con il D.Lgs. 112/1998, il controllo di quasi tutte le forme di incentivazione previste dalla legge 10/1991 (legge precedente al D.Lgs. 192 del 2005, che riguardava le *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*) e il coordinamento dell'attività degli Enti locali in relazione al contenimento dei consumi di energia degli edifici, mentre lo stesso decreto demanda agli Enti locali (art. 31) le funzioni amministrative connesse al "controllo sul risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia e le altre funzioni che siano previste dalla legislazione regionale".

La Regione Lazio ha emanato diversi bandi per l'incentivazione alle energie rinnovabili, nel

2001 per la realizzazione degli impianti fotovoltaici, nel 2004 per l'installazione del solare termico con un contributo previsto nella misura del 30% del costo di investimento ammesso. Con la Legge regionale n. 4 del 28 aprile 2006 (*Disposizioni concernenti le energie intelligenti e l'idrogeno. Costituzione del Consorzio "Agenzia regionale per le energie intelligenti"*), all'art. 36 punto 4 dichiara di istituire un capitolo denominato *"Ulteriori risorse regionali per le energie intelligenti e l'idrogeno"*, con uno stanziamento annuo di 15 milioni di euro per il triennio 2006-2008; all'art. 36 punto 5, *al fine di favorire i finanziamenti in conto terzi dei "microproduttori" di energia da fonti rinnovabili, degli utilizzatori e di chiunque ricorre ad interventi di efficienza energetica, viene istituito un secondo capitolo, denominato "Fondo di rotazione per le energie intelligenti", con uno stanziamento annuo di 5 milioni di euro per il triennio 2006-2008.*

Questi fondi hanno permesso la realizzazione, da parte sia di privati che degli Enti locali, di impianti fotovoltaici che ad oggi già producono energia pulita e sono in grado di apportare parte di questa energia nella rete nazionale. Un esempio viene riportato di seguito nelle buone pratiche, e riguarda una scuola del XIII Municipio nel Comune di Roma.

5. GLI EDIFICI PUBBLICI NELL'AREA DEL COMUNE DI ROMA

(tratto in parte dalla pubblicazione "Roma, I rapporti sul patrimonio immobiliare" a cura di: Conservatoria del Patrimonio Immobiliare del Comune di Roma, Dipartimento di Studi Geoeconomici dell'Università "La Sapienza". Grafici e tabelle elaborati da APAT, Ufficio Edilizia Urbana Sostenibile)

Il Comune di Roma molto si sta adoperando nell'attuare le politiche per l'edilizia sostenibile, e, ove possibile, gli interventi di ristrutturazione vengono progettati, in base ai fondi disponibili, con accorgimenti per il risparmio energetico e con tecniche di bioedilizia. Attenzione particolare viene posta sull'edilizia scolastica, che occupa gran parte del patrimonio comunale. Alcune scuole sono state oggetto di sperimentazioni per quanto concerne l'applicazione delle nuove tecnologie di utilizzo delle risorse rinnovabili per la produzione di energia e i risultati ottenuti sono stati migliori rispetto ai risultati attesi. Gli interventi di nuova costruzione e le ristrutturazioni sono stati realizzati utilizzando: serre bioclimatiche, impianti di ventilazione forzata per il raffrescamento estivo e il miglioramento della qualità dell'aria all'interno delle aule, impianti fotovoltaici, installazione di cronotermostati per la regolazione della temperatura, sostituzione degli infissi con infissi a miglior rendimento termico, vernici fotocatalitiche per la riduzione dell'inquinamento atmosferico negli ambienti confinati, pannelli per l'isolamento termico, etc.

È evidente quindi che sempre di più le amministrazioni comunali si stanno orientando all'applicazione dei principi della bioedilizia in base agli standard europei e soprattutto seguendo alcune buone pratiche utilizzate e sperimentate negli altri Paesi della Comunità già da diversi anni. Per avere un quadro maggiormente dettagliato sulle dimensioni del comune oggetto dello studio, sono state riportate nella tabella n. 6 la superficie di ciascun municipio con la densità di popolazione e il numero di abitanti.

Tabella 6.

Municipi del Comune di Roma		Superficie (kmq)	popolazione	densità popolazione
I	Monti, Trevi, Colonna, Campo Marzio, Ponte, Parione, Regola, S. Eustachio, Pigna, Campitelli, S. Angelo, Ripa, Trastevere, Esquilino, Ludovisi, Sallustiano, Castro Pretorio (parte), Celio	14,30	122.634	85,80
II	Flaminio, Parioli, Pinciano, Salario, Trieste (parte)	13,67	124.114	90,80
III	Castro Pretorio (parte); Quartieri: Nomentano, Tiburtino (parte)	5,91	55.660	94,20
IV	Monte Sacro, Trieste (parte), Monte Sacro Alto; Zone: Val Melaina, Castel Giubileo, Marcigliana, Casal Boccone, Tor S. Giovanni	97,82	203.325	20,80
V	Tiburtino (parte), Pietralata, Collatino (parte), Ponte Mammolo, S. Basilio; Zone: Settecamini, Tor Cervara (parte), Tor Sapienza (parte), Acqua Vergine (parte), Tiburtino (parte)	49,15	183.761	37,40
VI	Tiburtino (parte), Prenestino Labicano (parte), Tuscolano (parte), Collatino (parte)	7,92	129.039	163,00
VII	Tuscolano (parte), Prenestino Centocelle, Collatino (parte), Alessandrino, Don Bosco (parte); Zone: La Rustica, Tor Cervara (parte), Tor Sapienza (parte), Torre Spaccata (parte)	19,06	124.297	65,20
VIII	Don Bosco (parte) Zone: Acqua Vergine (parte), Lunghezza, S. Vittorino, Torre Spaccata (parte), Torre Angela, Borghesiana, Torre Maura (parte), Torrenova (parte), Torre Gaia (parte)	113,36	208.582	18,40
IX	Prenestino Labicano (parte), Tuscolano (parte), Appio Latino (parte)	8,07	130.520	161,70
X	Tuscolano (parte), Don Bosco (parte), Appio Claudio, Appio Pignatelli (parte); Zone: Torre Maura (parte), Torrenova (parte), Torre Gaia (parte), Capannelle Municipio	38,68	180.938	46,80
XI	Appio Latino (parte), Ostiense (parte), Ardeatino (parte), Appio Pignatelli (parte); Zone: Aeroporto di Ciampino (parte), Torricola, Cecchignola (parte)	47,29	138.566	29,30
XII	Ostiense (parte), Giuliano Dalmata, Europa; Zone: Cecchignola (parte), Castel di Leva (parte), Fonte Ostiense, Vallerano, Castel di Decima, Torrino, Vitinia	183,17	168.705	9,20
XIII	Lido di Ostia Ponente, Lido di Ostia Levante, Lido di Castel Fusano, Acilia; Zone: Tor de' Cenci (parte), Castel Porziano (parte), Castel Fusano, Mezzocammino (parte)	150,64	205.300	13,60
XV	Portuense (parte), Gianicolense (parte); Suburbi: Portuense, Gianicolense (parte); Zone: Magliana Vecchia, Ponte Galeria (parte), La Pisana (parte), Portuense (parte), Gianicolense (parte)	70,87	153.145	21,60
XVI	Portuense (parte), Gianicolense (parte); Suburbi: Gianicolense (parte); Zone: Maccarese Nord (parte), La Pisana (parte), Castel di Guido (parte)	73,13	144.740	19,80
XVII	Rioni: Borgo, Prati; Quartieri: Trionfale (parte), Della Vittoria (parte), Borgo, Prati, Trionfale (parte), Della Vittoria (parte)	5,61	73.496	131,00
XVIII	Aurelio (parte), Trionfale (parte), Primavalle (parte); Suburbi: Aurelio, Trionfale (parte); Zone: Castel di Guido (parte), Casalotti (parte)	68,67	135.583	19,70
XIX	Aurelio (parte), Trionfale (parte), Primavalle (parte); Suburbi: Trionfale (parte), Della Vittoria (parte); Zone: Casalotti (parte)	131,28	181.708	13,80
XX	Della Vittoria (parte), Tor di Quinto; Suburbi: Tor di Quinto, Della Vittoria (parte); Zone: La Storta (parte), Cesano, Tomba di Nerone (parte), La Giustiniana	186,71	149.910	8,00

Per quanto concerne il patrimonio immobiliare del Comune, i dati acquisiti riguardano le diverse tipologie di edificio, che vengono descritte successivamente, e risalgono all'anno 2001, mentre i dati inerenti i consumi elettrici, idrici e termici sono stati rilevati nel 2005 e sono le sommatorie dei consumi di ciascun municipio (vedi tabella n. 7).

Tabella 7.

CONSUMO IDRICO E TERMO-ELETTRICO DEI MUNICIPI I - XX			
municipio	Consumi termici** totale kw/h erogati anno 2005	Consumi elettrici in MWh/anno (2005)	Consumi idrici in mc/anno (2005)
municipio I	11.115.893,00	2.467	341.424
municipio II	5.894.542,00	1.916	180.270
municipio III	2.962.211,00	701	87.868
municipio IV	10.835.286,00	3.737	499.736
municipio V	10.845.286,00	5.239	589.497
municipio VI	7.224.070,00	2.942	179.147
municipio VII	8.399.162,00	2.433	251.630
municipio VIII	13.044.976,60	5.070	485.841
municipio IX	7.140.537,00	2.074	257.065
municipio X	10.662.964,90	3.987	395.963
municipio XI	7.709.446,00	2.615	249.774
municipio XII	10.572.043,00	3.511	387.583
municipio XIII	9.750.150,00	3.585	519.165
municipio XV	8.146.681,00	3.424	267.697
municipio XVI	6.143.643,00	2.616	147.912
municipio XVII	2.498.790,00	1.682	99.349
municipio XVIII	5.724.113,65	2.527	190.493
municipio XIX	8.946.100,00	3.337	262.713
municipio XX	7.498.962,91	2.507	154.689
Totale	155.114.857,16	56.370	5.547.816
*immobili civili abitazione (dei municipi I-XX)			
		19.591	6.557.833
***immobili centrali e altre utenze (dei municipi I-XX)			
		54.356	13.278.118
Totale		130.317	25.383.767

*immobili residenziali di proprietà comunale affittati o utilizzati per assistenza alloggiativa

**dati edifici per municipio comprendono: edifici scolastici, municipi, centri anziani, attività connesse con municipi

*** comprendono: musei, aree a verde, semafori, impianti di sollevamento, ecc.

Fonte dei dati: Comune di Roma, Dip. XI.

Il territorio cittadino identificato nel suo cuore storico, è il risultato di successive stratificazioni edilizie, è il luogo della città costruitasi su se stessa in un millenario processo di sovrapposizione e riuso. Il contesto urbano è quello quindi ove le tipologie costruttive, le epoche e le funzioni si sommano e si combinano dando luogo per il patrimonio comunale all'insieme più numeroso di beni storico artistici, monumenti, aree archeologiche, ville storiche, spazi culturali, ma anche uffici amministrativi, i più importanti e di maggiore peso dimensionale, edifici scolastici di rilevante dimensione e qualità edilizia, fabbricati residenziali e locali commerciali di pregio. La prima corona urbana a ridosso delle mura, sia appena dentro che fuori, è quella dei quartieri della fine dell'ottocento e dei primi del novecento, dove la città si è costruita e consolidata attraverso un impianto urbano regolare ed oggi fortemente riconoscibile nella sua articolazione e gerarchia spaziale, in gran parte costituito dalla maglia delle lottizzazioni convenzionate dei quartieri della capitale postunitaria. In questo contesto l'insieme dei beni di proprietà comunale è rappresentato soprattutto dai grandi complessi scolastici dei primi del novecento e dalle strutture dei mercati coperti, da alcuni fabbricati di abitazione, per i dipendenti del governatorato

(p.zza Mazzini, via La Spezia), da grandi attrezzature urbane come il cimitero del Verano, l'ex matatoio a Testaccio, i Mercati generali a via Ostiense, la ex centrale elettrica Montemartini, la caserma dei vigili del fuoco di via Mormorata, dai moderni ponti sul Tevere, da parchi e giardini progettati dagli uffici comunali in coerenza con la struttura urbana del contorno.

Meno diversificata tipologicamente invece la distribuzione del patrimonio nella prima e seconda periferia. È la parte di città caratterizzata da grandi concentrazioni edilizie e da elevate densità abitative, è costituita dalla espansione con gli intensivi lungo le consolari a nord-est, est e sud-est; delle palazzine a nord, ovest e sud-ovest. Qui la proprietà comunale si limita ai servizi indispensabili: le scuole, i mercati, pochi spazi verdi. È questa la città ove scarseggiano i luoghi pubblici che non siano ovviamente strade e piazze, è anche la città ove l'evento delle olimpiadi del 1960 ha lasciato alcuni significativi esempi di architettura e di ingegneria civile. Ma qui in questi ambiti territoriali si localizza il primo grande intervento comunale di edilizia residenziale pubblica, il quartiere di villa Gordiani, ed altri complessi pervenuti al patrimonio a cavallo degli anni sessanta e successivamente fino agli anni ottanta (Tufello, Magliana, Pietralata, Casalbruciato). La cosiddetta seconda periferia è quella che costruitasi più recentemente, dalla metà degli anni settanta in poi, con un significativo contributo dell'edilizia pubblica e un determinante peso dell'abusivismo, riconosce la funzione di armatura non solo extraurbana ma prettamente urbana al grande raccordo anulare ed intorno ad esso gravita. È anche la periferia delle grandi e meno grandi lottizzazioni convenzionate. Il patrimonio comunale qui è costituito per la maggior parte di edifici per servizi (scuole e servizi pubblici), d'aree verdi e per servizi (parchi, giardini, impianti sportivi) e di un consistente numero di unità immobiliari d'edilizia residenziale pubblica costruita direttamente e comprata da privati o anche assunta in fitto passivo (Tor Bella Monaca, Ostia, Acilia, Ponte di Nona, San Basilio, Torre Spaccata, Quartuccio). In interi quadranti urbani, come quello rappresentato ad est dalle circoscrizioni quinta, sesta, settima ed ottava, le abitazioni di proprietà comunale incidono in modo rilevante nella struttura del mercato edilizio fino a rappresentare proprio il 25% di tutto il patrimonio abitativo goduto in locazione e negli ambiti ristretti d'alcune zone toponomastiche fino a superare il 30%. Anche nel settore sud, in particolare ad Ostia, il peso della proprietà comunale di edilizia residenziale pubblica è rilevante.

Come dalla tabella n.8 i segmenti patrimoniali identificati riguardano: beni del patrimonio storico artistico, ad uso istituzionale, residenziale, e commerciale.

Tabella 8.

Suddivisione del patrimonio immobiliare secondo la destinazione d'uso	
Segmento di patrimonio	Ambito tipologico
Storico artistico	Archeologico
	Monumenti
	Ville storiche
Uso istituzionale	Uffici
	Edilizia scolastica
	Mercati
	Centri socioculturali
	Strutture sanitarie
	Impianti sportivi
	Biblioteche
Uso Residenziale	Abitazioni a reddito
	Pertinenze e servizi
	Abitazioni di ERP
	Pertinenze e servizi ERP
	Assistenza alloggiativa
Uso commerciale	Locali

Fonte dei dati: I Rapporto sul Patrimonio immobiliare del Comune di Roma, 2001

I beni del *patrimonio storico artistico* comprendono diversi ambiti tipologici. Tutti gli immobili che rientrano in questo segmento sono soggetti a tutela a norma della vigente normativa sui beni culturali. Esso raggruppa le aree archeologiche, così come i monumenti d'epoca medioevale e moderna, le ville storiche ed i cimiteri, in un'articolazione che comprende templi, tombe, fontane, mura, acquedotti, palazzi storici, case, casali, monumenti in aree pubbliche, statue e gruppi marmorei ed altro ancora. Sebbene tradizionalmente forse poco considerato nella sua identità di componente patrimoniale, perché ritenuto quasi naturalmente connaturato alla sostanza storica e materiale di una città come Roma, esso riveste invece un rilievo anche patrimoniale di primo piano. Si può affermare che costituisce un tratto distintivo del profilo caratteristico del patrimonio.

DIMENSIONI DEL PATRIMONIO ABITATIVO			
ROMA			
N. UNITA' IMMOBILIARI	ABITAZIONI	PERTINENZE	TOT. USO ABITATIVO
	24.223	8.452	32.675
SUPERFICIE TOT. (mq)	1.624.626	85.883	1.710.509
SUPERFICIE MEDIA (mq)	67	10	52
FUORI ROMA			
N. UNITA' IMMOBILIARI	ABITAZIONI	PERTINENZE	TOT. USO ABITATIVO
	1.553	710	2.263
SUPERFICIE TOT. (mq)	128.736	13.660	142.396
SUPERFICIE MEDIA (mq)	83	19	63
DIMENSIONI DEL PATRIMONIO COMMERCIALE			
ROMA			
N. UNITA' IMMOBILIARI	LOCALI	PERTINENZE	TOT. USO COMMERCIALE
	388	461	841
SUPERFICIE TOT. (mq)	56.869	21.583	78.452
SUPERFICIE MEDIA (mq)	147	47	92
FUORI ROMA			
N. UNITA' IMMOBILIARI	LOCALI	PERTINENZE	TOT. USO COMMERCIALE
	13	4	17
SUPERFICIE TOT. (mq)	641	910	1.551
SUPERFICIE MEDIA (mq)	49	228	91
TOTALI USO ABITATIVO E COMMERCIALE			
	BENE PRINCIPALE	PERTINENZE	TOTALE
N. UNITA'	26.177	9.627	35.804
SUPERFICIE TOT. (mq)	1.810.872	122.036	1.932.908

Fonte dei dati: I rapporto sul patrimonio immobiliare del Comune di Roma, 2001

Il *patrimonio abitativo e commerciale* di proprietà comunale ammonta complessivamente a 35.804 unità immobiliari per totali 1.932.909 mq. Comprende l'insieme dei beni ad uso residenziale, degli alloggi con le relative pertinenze (cantine, soffitte, autorimesse, posti auto, locali condominiali), dei locali negozi, depositi e magazzini e, in un comparto a se, degli immobili destinati all'assistenza alloggiativa per categorie particolarmente disagiate e delle case cantoniere, pervenute nel tempo a seguito di assorbimento nel nucleo abitativo di tratti di strada di tipo extraurbano. L'analisi della dimensione viene sviluppata considerando separatamente l'abitativo ed il commerciale: 34.938 unità immobiliari costituiscono l'uso abitativo, e 866 l'uso commerciale e deposito. Le unità solo ad uso alloggio sono 25.776, le pertinenze degli alloggi 9.162. Gli alloggi da soli misurano 1.753.362 mq, le pertinenze degli alloggi 99.543 mq, 80.003 mq sono ad uso commerciale, deposito ed uffici.

Il sottoinsieme degli alloggi e dei locali assoggettati al regime locativo, annovera immobili di pregio situati prevalentemente nella parte centrale della città, soprattutto nel centro storico. Rappresenta però il comparto meno interessato alle politiche sociali dell'ente che tuttavia in una fase, a cavallo degli anni '80, è stata oggetto di interventi di recupero e riqualificazione edilizia mirata a conservare e consolidare la destinazione residenziale di parti del tessuto urbano in un momento in cui la parte centrale della città era interessata da un diffuso fenomeno di terziarizzazione.

La storia dello sviluppo urbano aiuta a comprendere il fenomeno dell'estesa galassia dell'*edilizia scolastica*. La dotazione di spazi per l'istruzione, seppure per una lunga fase inadeguata a rispondere alle necessità, ha seguito nel tempo un trend di sviluppo che rapportato alla dimensione territoriale del Comune ed alla necessità di assecondare la crescita urbana, ha prodotto l'esistente stock di edifici scolastici, che ormai ammonta a 1296 manufatti, superiore in numero agli edifici di edilizia residenziale pubblica. L'edilizia scolastica si presenta come terreno di impegno per una politica di riqualificazione e si offre oggi come risorsa ed occasione rilevante per programmi di riutilizzo.

DIMENSIONI DEL PATRIMONIO AD USO SCOLASTICO	
N. TOT. EDIFICI	1.296
N. TOT. AULE	18.873
VOLUME TOT. EDIFICI (mc)	13.518.925
VOLUME MEDIO PER EDIFICIO (mc)	10.431

Fonte dei dati: I rapporto sul patrimonio immobiliare del Comune di Roma, 2001

Il maggior numero di fabbricati si trova nella circoscrizione quinta e ottava (entrambe con 111 immobili), egualmente numerosi in decima e dodicesima (96), seguiti da tredicesima (91), quarta (83), la circoscrizione che ha meno fabbricati è la terza (13). Il maggior numero di sedi è situato al Collatino e all'Ostiense (46 entrambi), seguiti da Tuscolano (43), Primavalle (39), Don Bosco e Portuense (38), Prenestino Labicano (33), Gianicolense (32), Ardeatino (31), Torre Angela (31). Le maggiori cubature sono a Tuscolano (620.000 mc), Prenestino Labicano (480.523 mc), Della Vittoria (477.266), Ostiense (476.097 mc), Torre Angela (442.520 mc), Don Bosco (385.995 mc), Portuense (347.163 mc), Primavalle (347.187 mc), Collatino (342.727 mc), Appio Latino (330.073 mc). La circoscrizione prima, che ha la maggiore volumetria in assoluto, è quella che presenta la più alta dotazione di immobili di grande dimensione: ben il 27% circa dei fabbricati della classe superiore a 30.000 mc; le altre circoscrizioni centrali la seguono in una ipotetica graduatoria: la nona (13%), la diciassettesima (13%), la seconda (10%), la terza (4%, che costituisce ben il 30% di tutto il suo patrimonio); complessivamente in tutta l'area centrale è concentrato il 68% degli immobili ad uso scolastico classificati nella maggiore fascia dimensionale.

In quest'area si trova il 12,5% dei fabbricati, ma il 23,4% delle cubature dell'intera città: quindi un patrimonio concentrato e di grande dimensione. Del tutto diversa è la situazione delle circoscrizioni periferiche: la quinta e l'ottava ciascuna con l'8,56% delle sedi hanno rispettivamente il 6,11% ed il 7,82% delle cubature, la tredicesima con il 7,02% delle sedi il 4,39% delle cubature e con valori analoghi le altre.

Gli immobili comunali ad uso scolastico presentano un utilizzo differenziato nell'ambito del territorio, la cui analisi è resa possibile da un confronto con il numero e la tipologia di istituti inseriti e con il numero degli alunni. Attraverso la distribuzione percentuale degli istituti scolastici secondo l'ordine, è possibile costruire un profilo d'uso per ogni circoscrizione. Il profilo medio della città, su un totale di 1392 istituti e 320.589 alunni, vede una preminenza delle elementari (27,5%), seguite dalle materne comunali (20,7%), insieme medie (19,5%) e superiori (18,7%) infine materne statali (13,6%).



Il *patrimonio ad uso istituzionale* è composto dai beni il cui utilizzo è strumentale all'assolvimento dei compiti primari definiti dalle funzioni tipiche dell'ente per l'espletamento delle attività di pubblico interesse. L'istruzione, i servizi socio culturali, i servizi amministrativi (anagrafe, stato civile, polizia urbana, commercio, ecc.) lo sport ed il tempo libero, la sanità. Fa eccezione, perché incluso nel demanio comunale, l'insieme dei mercati sia di carattere generale che locale che assolvono ai servizi anonari.



Fonte dei dati: I Rapporto sul Patrimonio immobiliare del Comune di Roma, 2001.

Le 172 sedi di uffici comunali rappresentano quasi il 25% del comparto in esame. Esse riuniscono funzioni di rappresentanza politica, uffici centrali e decentrati. Le sedi di uffici centrali comprendono anche quelle in cui si svolge un'attività di supporto alle funzioni assolte dall'Amministrazione come magazzini, depositarie della Polizia Municipale di oggetti rinvenuti e sequestrati, archivi amministrativi. Le sedi di uffici decentrati comprendono, oltre agli uffici circoscrizionali tecnici, amministrativi e a quelli legati alla gestione dei servizi pubblici, anche i 19 gruppi di Polizia Municipale ed i presidi zionali per la manutenzione del verde del Servizio Giardini. Le sedi dei servizi pubblici in esame, in totale 519, sono prevalentemente costituite da servizi a scala locale e comprendono servizi sociali e culturali, servizi sportivi, servizi sanitari, servizi anonari. I servizi sociali e culturali, che costituiscono il 16% del comparto, comprendono 23 biblioteche di quartiere, oltre l'Archivio Capitolino e 92 centri sociali.

Gli uffici risultano concentrati per un quarto nella prima circoscrizione, poiché risente dei grandi contenitori degli uffici centrali dell'Amministrazione per lo più situati nei dintorni del Colle Capitolino. Nelle circoscrizioni periferiche la carenza di immobili di proprietà comunale ha portato ad incrementare l'uso di beni in fitto passivo.

Le sedi per istituzioni sociali e culturali si localizzano in numero maggiore in prima ed in quinta circoscrizione, in termini generali si può osservare la tendenziale omogenea distribuzione delle biblioteche, con eccezione della prima e della seconda circoscrizione che hanno 3 sedi utilizzate a questo fine, e quindi rilevare che le differenze di dotazione più sensibili nel territorio sono attribuibili alla distribuzione dei centri sociali.

Le 136 sedi dei mercati in sede propria e in sede impropria, si distribuiscono presentando un

picco in prima circoscrizione (17 sedi equivalente al 12,5%), seguono con 10 sedi la seconda e la quinta, con 9 sedi la quarta, con 8 sedi la decima, la undicesima, la sedicesima; tuttavia la circoscrizione prima ha anche il maggior numero di mercati in sede impropria (ben 15 su strada), mentre la circoscrizione sedicesima ha tutti i mercati in sede impropria (8 su 8), così come la ventesima (4 su 4). Quindi la circoscrizione che ha il maggior numero di mercati in sede propria è la seconda con 6 strutture.

I servizi sportivi, 221 strutture pari al 32% dell'intero comparto, sono rappresentati da impianti costituiti dalle grandi attrezzature urbane quali il Palazzetto dello Sport, lo Stadio Flaminio, lo Stadio delle Terme di Caracalla, delle Tre Fontane, degli Eucalipti; da attrezzature sportive singole o pluridisciplinari, all'aperto e al coperto, quali campo di calcio, calcetto, pallavolo, pallacanestro, piscina, palestra, campi da tennis, piste di pattinaggio, campi di bocce. Va ricordato che l'Amministrazione dispone inoltre, non compresi nel conto dei servizi sportivi, di 55 palestre e campi sportivi annessi ad edifici scolastici, in parte utilizzati come strutture di quartiere. La distribuzione territoriale presenta delle emergenze nella settima circoscrizione (11,8%), nella seconda (11,3%), nella quinta (9,5%), nella tredicesima (8,6%), l'ottava (poco più del 7%), la prima e la tredicesima (6,5%).

I servizi sanitari fino al 1993 erano di diretta competenza comunale. Oggi con il trasferimento dei beni a destinazione sanitaria alle aziende Asl sono rimasti in proprietà del Comune beni che, sebbene ancora utilizzati dalle aziende sanitarie, provengono in origine dal patrimonio comunale (ex condotte mediche, ex servizi materno infantili, poliambulatori). I servizi sanitari sono 122 in totale, distribuiti in modo tendenzialmente uniforme nelle circoscrizioni. Il 9% nella quinta, nella decima e diciassettesima circa l'8%, l'ottava poco più del 7%, la prima e la tredicesima 6,5%.

6. BUONE PRATICHE PER LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA DEGLI EDIFICI PUBBLICI: L'ESEMPIO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

Il Ministero dello Sviluppo Economico ha realizzato, ai sensi della legge Marzano n. 239 del 23 agosto 2004, art.1 comma 119 riguardante i finanziamenti per gli interventi di progetti pilota in edifici adibiti ad uffici della pubblica amministrazione, un *Piano di interventi programmati* volto al risparmio ed al contenimento dei consumi energetici nella propria sede di Via Molise, 2 a Roma. Si riporta l'art. di legge sopra citato:

Legge 23 agosto 2004, n. 239

"Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia"

pubblicata sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 215 del 13 settembre 2004

Art. 1

1. Nell'ambito dei principi derivanti dall'ordinamento comunitario e dagli obblighi internazionali, sono principi fondamentali in materia energetica, ai sensi dell'articolo 117, terzo comma, della Costituzione, quelli posti dalla presente legge. Sono, altresì, determinate disposizioni per il settore energetico che contribuiscono a garantire la tutela della concorrenza, la tutela dei livelli essenziali delle prestazioni concernenti i diritti civili e sociali, la tutela dell'incolumità e della sicurezza pubblica fatta salva la disciplina in materia di rischi da incidenti rilevanti, la tutela dell'ambiente e dell'ecosistema al fine di assicurare l'unità giuridica ed economica dello Stato e il rispetto delle autonomie regionali e locali, dei trattati internazionali e della normativa comunitaria. Gli obiettivi e le linee della politica energetica nazionale, nonché i criteri generali per la sua attuazione a livello territoriale, sono elaborati e definiti dallo Stato che si avvale anche dei meccanismi di raccordo e di cooperazione con le autonomie regionali previsti dalla presente legge. Sono fatte salve le competenze delle regioni a statuto speciale e delle province autonome di Trento e di Bolzano che provvedono alle finalità della presente legge ai sensi dei rispettivi statuti speciali e delle relative norme di attuazione.

119. Al fine di accrescere la sicurezza e l'efficienza del sistema energetico nazionale, mediante interventi per la diversificazione delle fonti e l'uso efficiente dell'energia, il Ministero dello Sviluppo Economico:

- a) realizza, per il triennio 2004-2006, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, un piano nazionale di educazione e informazione sul risparmio e sull'uso efficiente dell'energia, nel limite di spesa, per ciascun anno, rispettivamente di euro 2.520.000, 2.436.000 e 2.468.000;
- b) realizza, nel triennio 2004-2006, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, progetti pilota per il risparmio ed il contenimento dei consumi energetici in edifici utilizzati come uffici da pubbliche amministrazioni, nel limite di spesa di euro 5.000.000 annui;
- c) potenzia la capacità operativa della Direzione generale per l'energia e le risorse minerarie, incrementando, nel limite di 20 unità, in deroga alle vigenti disposizioni, la dotazione di risorse umane, mediante assunzioni nel triennio 2004-2006 e mediante contratti con personale a elevata specializzazione in materie energetiche, il cui limite di spesa è di euro 500.000 annui;
- d) promuove, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio in esecuzione di accordi di cooperazione internazionale esistenti, studi di fattibilità e progetti di ricerca in materia di tecnologie pulite del carbone e ad "emissione zero", progetti di sequestro dell'anidride carbonica e sul ciclo dell'idrogeno, consentendo una efficace partecipazione nazionale agli stessi accordi, nel limite di spesa di euro 5.000.000 per ciascuno degli anni dal 2004 al 2006;
- e) sostiene, a carico dell'autorizzazione di spesa di cui alla lettera d), gli oneri di partecipazione all'International Energy Forum e promuove le attività, previste per il triennio 2004-2006, necessarie per l'organizzazione della Conferenza internazionale, che l'Italia ospita come presidenza di turno.

Riportiamo di seguito il "Piano di Interventi Programmato", e in parte già realizzato sul manufatto edilizio del Ministero dello Sviluppo Economico:

a) gli interventi finora realizzati riguardano:

1. sistemi di generazione elettrica fotovoltaici per un totale di circa 60 mq di pannelli fotovoltaici installati (realizzato il primo lotto);
2. nuove coibentazioni delle coperture dell'edificio del Ministero, per ridurre il consumo energetico per il riscaldamento e favorire la climatizzazione degli ambienti, realizzate con lastre di polistirene espanso (realizzato il primo lotto di circa 1400 mq);
3. Sostituzione di un ascensore con sistema di funzionamento ad elevate prestazioni energetiche e di impatto positivo sugli utenti e visitatori;
4. realizzazione di un centro polifunzionale ad alta efficienza energetica, nei piani terra e seminterrato del "palazzo rosa", aperto anche al pubblico esterno, che comprende la realizzazione di una sala convegni per una capienza di circa 200 posti nei locali di un ex archivio e di 5 aule per la formazione e documentazione, zona bar, area stampa e locali accessori. Sono iniziati i lavori inerenti il primo lotto ed è stata realizzata la gara per il secondo lotto.

b) gli interventi in fase progettuale sono:

1. Riduzione del consumo di energia degli uffici del Ministero dello Sviluppo Economico attraverso la totale sostituzione di serramenti ed infissi esistenti costituiti da un telaio in ferro e da un vetro semplice di modeste prestazioni energetiche ed in evidente stato di degrado. Si prevede l'installazione di nuovi serramenti in alluminio con taglio termico con vetri basso emissivi o a controllo selettivo a seconda della posizione ed esposizione. È stato realizzato il progetto definitivo a seguito delle autorizzazioni della Soprintendenza per i beni architettonici di Roma.
2. Sostituzione delle apparecchiature di illuminazione con altre ad elevata efficienza energetica e ad alto rendimento. Si prevede l'introduzione di variatori di luminosità e ambientalizzazione degli spazi interni ed in alcune parti di edificio la sperimentazione di sistemi automatici di gestione dell'illuminazione e delle apparecchiature elettriche.

Il progetto è stato affidato alla progettazione definitiva.

3. Nuovo sistema impiantistico centralizzato per la climatizzazione invernale ed estiva con regolazione di temperature per i singoli ambienti, per la produzione e distribuzione di acqua calda sanitaria.

In particolare, l'impianto fotovoltaico è stato installato nel 2005 su una delle terrazze dell'edificio del Ministero e copre una superficie di 115 mq, con una potenza nominale di 13,9 KW, con una quantità di energia prodotta al 1° gennaio 2006 di 9.638 KWh.



Grafici del monitoraggio dell'impianto fotovoltaico del Ministero dello Sviluppo Economico.

Per visualizzare in tempo reale i dati riguardanti l'impianto fotovoltaico del Ministero, sono stati realizzati dei pannelli a cristalli liquidi installati sia all'esterno che all'interno dell'edificio per dare la possibilità a tutti di controllare l'andamento dell'impianto e i dati riguardano la potenza attuale dell'impianto, l'irraggiamento solare, l'energia prodotta giornalmente, l'energia prodotta in totale, la riduzione delle emissioni di CO₂, e la temperatura in °C. I grafici sopra riportati sono delle foto scattate il giorno 18 settembre 2006 e contengono la visualizzazione di alcuni dei dati citati.

6.1 L'esempio della Scuola Media Renato Fucini: il miglioramento dell'ecoeficienza

Gli interventi di miglioramento dell'ecoeficienza della Scuola Media Renato Fucini, nel IV Municipio di Roma realizzato dal Dipartimento XII del Comune di Roma, volti ad elevarne le caratteristiche prestazionali, si collocano nell'ambito di una sperimentazione sull'impiego di tecnologie bioclimatiche.

Il progetto prevede:

- per i corpi di fabbrica A e C esposti a Sud-Ovest, penalizzati dal punto di vista della qualità del comfort, l'applicazione di tecnologie in grado di attivare processi di raffrescamento naturali e di rinnovo dell'aria indoor attraverso l'uso di sistemi di controllo intelligenti;
- raffrescamento passivo per il corpo di fabbrica D attraverso la realizzazione di due camini solari;
- nel locale biblioteca sistema di raffrescamento passivo che immette nell'ambiente interno un'opportuna portata d'aria precedentemente raffrescata sfruttando il sottosuolo come sorgente termica a bassa temperatura;
- impiego di collettori solari;
- impiego di impianto solare fotovoltaico per la produzione di energia elettrica;
- impianto di monitoraggio e controllo ambientale (*Building Automation*) costituito da due sistemi di misura indipendenti: 1 stazione meteorologica installata all'esterno dell'edificio e 8 unità di misura di temperatura e concentrazione di CO₂ installati in 8 aule. Tutti gli strumenti installati vengono letti ed acquisiti da una centralina elettronica collocata nella biblioteca (sala professori) che provvede inoltre all'apertura automatica delle serrande di ventilazione nelle aule in funzione della concentrazione di CO₂.

L'impianto è stato installato ed avviato nel mese di settembre 2005 e l'acquisizione dei dati è iniziata il 20 settembre.

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELL'ECOEFFICIENZA Manutenzione straordinaria ed adeguamento normativo Scuola Media Renato Fucini		
Inizio lavori giugno 2004 fine lavori maggio 2007		
LOCALIZZAZIONE: comune: Roma municipio: IV via: Corrado Alvaro, 25		
DESTINAZIONE: Scuola Media Statale		
TIPO D'INTERVENTO		
Interventi nei corpi di fabbrica A e C (esposti a Sud-Ovest):		
- applicazione di tecnologie in grado di attivare processi di raffrescamento naturali e di rinnovo dell'aria indoor attraverso sistemi di controllo intelligenti.		
Sostituzione infissi	<ul style="list-style-type: none">• Infissi in alluminio preverniciato in elettrocolore• Taglio termico• Vetri bassoemissivi	

Rinnovo aria indoor	<ul style="list-style-type: none"> • 3 areatori lineari per aula a battente in alluminio con taglio termico • Collocazione a nastro • Sistema computerizzato di comando calibrato su temperatura interna ed esterna, tasso di CO₂ presente in aula
Schermatura solare	<ul style="list-style-type: none"> • Collocazione all'esterno della facciata • Lamelle di alluminio orientabili da 15 cm per ogni finestra • Sistema computerizzato di comando calibrato su temperatura interna ed esterna, tasso di CO₂ presente in aula
Impianto di monitoraggio ambientale	<ul style="list-style-type: none"> • 1 stazione meteorologica installata all'esterno dell'edificio • 8 unità di misura di temperatura e concentrazione di CO₂ installati in 8 aule • centralina elettronica di lettura e acquisizione dati installata nella sala professori con comando apertura serrande di ventilazione delle aule • Campana ventilata con sensore di temperatura (PT 100) • Sensore di HR • solarimetro per misura radiazione solare orizzontale • solarimetro per misura radiazione solare sulla verticale parete S-SO • anemometro a palette • sensore di direzione del vento a bandiera • sensore di temperatura (PT 100) per ogni aula • sensore di CO₂ per ogni aula
Impianto di riscaldamento	<ul style="list-style-type: none"> • regolatori termostatici per i radiatori esistenti
Interventi nel corpo di fabbrica D (palestra, biblioteca, aule per attività parascolastiche): - raffrescamento passivo.	
Raffrescamento passivo (con camini solari)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 camini solari a ridosso della palestra • azione su aria interna di palestra, biblioteca e aula per attività parascolastiche • valvole di chiusura manuale della parte terminale dei camini (inverno) • in palestra aperture regolate da griglie • nell'aula per attività parascolastiche parti vetrate mobili nella parte bassa degli infissi e aperture a soffitto in comunicazione con il camino solare
Raffrescamento passivo biblioteca (con canali sotterranei)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 torre di presa d'aria (h: 2,60 m) nel giardino della scuola • 2 canali sotterranei in lamiera zincata (quota -3,00) con pendenza 1% per raccolta e smaltimento dell'acqua di condensa, lunghezza 27,50 m che immettono in biblioteca tramite bocche grigliate a pavimento • collegamento tramite aperture a soffitto con camino solare della palestra • ventilatore da 40 Pa • filtro d'aria • valvola di regolazione manuale nella torre di presa d'aria • impianto a valle di raccolta delle acque di condensa
Collettori solari	<ul style="list-style-type: none"> • 6 mq di collettori solari nella copertura del camino solare per produzione di acqua calda per coprire esigenze impianti igienico sanitari a servizio della palestra • 2 serbatoi da 200 l ciascuno collocati nel torrino dell'acqua sul corpo di fabbrica D
Impianto solare fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> • collocazione nel giardino della scuola di tre moduli fotovoltaici ad inseguimento solare (efficienza superiore del 30-40% rispetto ad un sistema fisso)
OBIETTIVI INTERVENTO	
Miglioramento qualità dell'ambiente interno	<ul style="list-style-type: none"> • controllo temperatura • sistemi passivi per il raffrescamento naturale • rinnovo aria indoor
Risparmio energetico	<ul style="list-style-type: none"> • impianto ad energia solare: <ul style="list-style-type: none"> - risparmio di 405,9 mc di metano • impianto ad energia fotovoltaica: <ul style="list-style-type: none"> - produzione di 2.000 KWh anno
Riduzione emissioni CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • impianto ad energia solare: <ul style="list-style-type: none"> - riduzione emissione di CO₂ di 920,8 kg/anno • impianto ad energia fotovoltaica: <ul style="list-style-type: none"> - riduzione emissione di CO₂ di 1,5 t/anno
Sperimentazione tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> • laboratorio di educazione ambientale permanente • sensibilizzazione nei confronti delle risorse naturali

6.2 L'impianto fotovoltaico della scuola media Renato Guttuso

La scuola Renato Guttuso è ubicata nel tredicesimo Municipio in via M. Fasan, nei pressi di Ostia lido. L'impianto fotovoltaico è stato progettato per alimentare circa 6.180 mq di edificio, cui appartengono 2 livelli destinati a palestra e tre livelli destinati ad aule. I lavori sono iniziati nel luglio del 2003 e terminati nell'aprile 2005.



Foto delle stringhe dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete, installato sul tetto piano della scuola, con potenza massima di 20,13 kWp

L'installazione dei moduli fotovoltaici all'edificio, avviene per mezzo di opportune strutture di supporto in acciaio zincato a caldo che ne garantiscono l'ottimale inclinazione rispetto all'incidenza della radiazione solare diretta. Queste sono dotate di zavorre in calcestruzzo che consentono al modulo fotovoltaico di rimanere ancorato alla copertura solo per proprio peso. Il peso delle zavorre è stato calcolato secondo la normativa UNI vigente. Il peso complessivo di ogni struttura, completa di zavorre e modulo fotovoltaico è di circa 85 kg.

Il centro di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, realizzato nella scuola, è collegato in parallelo alla rete B.T. (bassa tensione) e composto da 122 moduli in silicio monocristallino, distribuiti su 6 sottocampi, con potenza nominale pari a 165 Wp per un totale di 20,13 kWp. Il tipo di moduli fotovoltaici utilizzato è di tipo standard con cornice in alluminio anodizzato composto da 72 celle. Il campo fotovoltaico è stato posizionato sulla copertura dell'edificio, il posizionamento delle 9 stringhe e dei sottocampi è stato attentamente valutato al fine di evitare che gli stessi vengano influenzati da zone di ombra causate dal parapetto perimetrale o dai corpi edili che si elevano dal piano di appoggio dei moduli fotovoltaici. Le stringhe sono formate da 12,16 o 17 moduli collegati in serie. Il convertitore da c.c. (corrente continua) a c.a. (corrente alternata) dell'impianto è stato ingegnerizzato con un sistema di "stringa". Questo permette di connettere un limitato numero di moduli fotovoltaici connessi in serie (stringa) ad un unico inverter che converte l'energia fornita dagli elementi fotovoltaici e la cede alla rete di distribuzione. Nel caso specifico si adatteranno tre inverter monofasi con potenza pari a 2.650W e tre con potenza pari a 4.000W connessi a stella sulla rete trifase. L'energia prodotta dai vari gruppi di conversione viene raccolta direttamente nella parte a c.a., permettendo una significativa semplificazione della configurazione e del cablaggio del lato c.c. del sistema. In questo modo inoltre è possibile intercambiare o sostituire gli inverter in ogni momento. Gli inverter vengono installati in esterno, nella parte rivolta a nord delle strutture di supporto. I cavi del lato alternata monofase dei convertitori c.c./c.a. sono stesi in passerella metallica fino al quadro di campo. Il quadro di campo provvede a raccogliere le linee monofasi provenienti dai vari gruppi di conversione e li collega alla linea trifase in modo equilibrato a 2 a 2. Quest'ultima è collegata al quadro di interfaccia posizionato a fianco del quadro di distribuzione del piano II. Il suddetto quadro è dotato di dispositivo di interfaccia per

autoproduttori per consentire il funzionamento dell'impianto in parallelo alla rete pubblica e di dispositivo generale. La consegna dell'energia prodotta avviene sulla linea 400Wc.a./50Hz tri-fase, mediante un cavo pentapolare di sezione idonea nel quadro di distribuzione generale.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano:

la Regione Lazio, Dipartimento Istituzionale, Direzione Regionale, Demanio, Patrimonio e Provveditorato;

la Conservatoria del Patrimonio Immobiliare del Comune di Roma, il Dipartimento XII del Comune di Roma;

il Ministero dello Sviluppo Economico, Direzione generale per l'energia e le risorse minerarie.

BIBLIOGRAFIA

"I Rapporto sul Patrimonio immobiliare" Conservatoria del Patrimonio Immobiliare del Comune di Roma, Dip. Di Studi Geoeconomici, Statistici, Storici per l'Analisi Regionale dell'Università degli Studi di Roma La Sapienza – Fratelli Palombi Editori

"Inventario dei Beni Immobili Regionali" Regione Lazio, Direzione Regionale Demanio, Patrimonio e Provveditorato

AR, bimestrale dell'Ordine degli Architetti di Roma e Provincia, n. 64/06, marzo-aprile 2006, *Efficienza energetica nello spazio ufficio*, Alessandra Battisti

<http://www.sqs.ch/it/energy-flash.pdf>

http://www.ilportaledelsole.it/index.asp?id_pagina=0244&avanti=true&cat=0024

http://www.regione.lazio.it/web/demanio/sito_ist/

<http://sitis.istat.it/sitis/html/index.htm>

<http://www2.comune.roma.it/accacomune/Osservatorio/Elenco.asp?pagnum=9&prec=0&Municipio=XV>

<http://www.regione.lazio.it/web/ambiente/energia/>

<http://www.autorita.energia.it/ee/index.htm>

<http://enerweb.casaccia.enea.it/enearegioni/UserFiles/OSSERVATORIO/Sito/osservatorio.htm>

<http://www.edilio.it/>