

CONSUMI ENERGETICI E CERTIFICAZIONE ENERGETICA: SITUAZIONE ESTIVA ED INVERNALE IN ITALIA E IN EUROPA

A. Prada¹, M. Baratieri¹, P. Baggio¹, P. Romagnoni², Andrea Gasparella³, E. Bettanini⁴

1 - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Trento – Via Mesiano, 77 - 38050

Povo – Trento (TN) – tel 0461 -882639 – email: paolo.baggio@ing.unitn.it

2 - Dipartimento di Costruzione dell'Architettura, Università Iuav di Venezia

3- Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali, Università degli Studi di Padova, Vicenza

4- Dipartimento di Fisica Tecnica, Università degli Studi di Padova

(corresponding author) [Tel: +39 0461 882630](tel:+390461882630), paolo.baggio@ing.unitn.it

SOMMARIO

In questo lavoro è stata effettuato un confronto fra le normative energetiche con le quali i maggiori stati europei attuano la direttiva europea 2002/91/CE: “Energy Performance of Building” [20n.]. Applicando i parametri limite previsti dalle norme di Portogallo [14n ÷ 16n], Spagna [13n.], Francia [19n.], Germania [17n ÷ 18n.], Italia [9n ÷ 10n.] e del regolamento della Provincia di Trento [11n ÷ 12n], sono stati calcolati e confrontati i consumi energetici di tre edifici valutati nelle principali città degli stati considerati, ottenendo così il consumo massimo ammissibile nel rispetto della legge. In particolare l'attenzione è stata posta sui fabbisogni energetici per il riscaldamento, per il condizionamento estivo e per la produzione d'acqua calda sanitaria trascurando invece i consumi legati all'illuminazione degli edifici, il cui metodo di calcolo non viene ancora proposto in molte delle nazioni considerate.

1 INTRODUZIONE

La Direttiva europea 2002/91/CE si pone come obiettivo la riduzione dei consumi energetici degli edifici. Il conseguimento di tale obiettivo richiede di limitare i fabbisogni energetici relativi al riscaldamento invernale, alla climatizzazione estiva, alla produzione di acqua calda sanitaria, all'utilizzo di sistemi ausiliari e all'illuminazione interna ed esterna degli edifici.

Mentre i metodi di calcolo invernale e per l'acqua calda sanitaria sono ormai consolidati nei vari stati, maggiori problemi ci sono per l'illuminazione (solo all'inizio dell'anno è stata recepita dall'UNI la norma europea del CEN con il metodo di calcolo [24n]) e per il condizionamento estivo. Per quest'ultimo l'orientamento attuale, seguito anche dalla bozza di norma UNI TS 11300-1 [22n], è quello di effettuare la valutazione dei consumi, dovuti al raffrescamento, applicando una metodologia che, in linea di principio, è una “semplice” estensione al periodo estivo dell'approccio utilizzato per i consumi invernali.

Ancora più problematica risulta la determinazione di valori di riferimento basati sullo stock edilizio per la certificazione “estiva” del patrimonio esistente (si pensi, ad esempio, a come affrontare nella procedura di certificazione il caso di un immobile attualmente privo di sistema di condizionamento che potrebbe però venire installato successivamente: quali sono, in tal caso, le informazioni necessarie a valutare le prestazioni energetiche da fornire all'utenza interessata? In altre parole come distinguere in sede di certificazione un edificio fruibile dall'utenza nel periodo estivo con comfort adeguato senza ricorrere a sistemi di condizionamento estivo, e quindi con bassi consumi destinati a rimanere tali, da un edificio che, pur essendone attualmente privo, verrà presumibilmente dotato di impianto di condizionamento in futuro a causa di comfort inadeguato, e i cui consumi, quindi, sono destinati ad aumentare?).

Per i suddetti motivi potrebbe essere opportuna una certa gradualità nell'introduzione della certificazione energetica

relativa alle prestazioni estive dei soli edifici esistenti, dopo ulteriori approfondimenti. Nel frattempo però è comunque indispensabile vengano introdotti almeno dei requisiti passivi minimi per gli edifici di nuova costruzione.

Nella determinazione dei requisiti minimi estivi per gli edifici di nuova costruzione va tenuto presente che, nel Nord Italia, il valore medio giornaliero della temperatura estiva rientra per buona parte del periodo estivo entro limiti accettabili e quindi, per controllare i fenomeni di surriscaldamento all'interno degli ambienti, è importante garantire all'edificio valori adeguati della resistenza termica e della capacità termica dell'involucro ed evitare un eccessivo ingresso di radiazione solare tramite le superfici trasparenti. Infatti i fenomeni principali che influenzano le condizioni interne nel periodo estivo sono due, ovvero:

1. lo smorzamento dell'escursione termica esterna dovuta alla capacità termica delle pareti perimetrali e della copertura (unitamente al contributo delle strutture interne agli ambienti) che mantiene la temperatura interna a valori prossimi alla media giornaliera;
2. l'ingresso complessivo giornaliero di energia dovuta alla radiazione solare attraverso le superfici vetrate.

Per il primo fenomeno, un indicatore significativo potrebbe essere costituito dal valore medio della costante di tempo dell'edificio mentre, per quanto riguarda l'ingresso di energia radiante di origine solare, le strategie possibili sono, in alternativa: la limitazione della frazione delle superfici trasparenti rispetto a quella totale dell'involucro con criteri differenziati a seconda dell'esposizione, oppure, la limitazione dell'apporto complessivo giornaliero di energia dovuta alla radiazione solare attraverso le superfici vetrate.

Nel presente lavoro, gli autori vogliono confrontare come i vincoli fissati dai diversi paesi europei incidano sui consumi finali di energia, andando quindi ad evidenziare l'efficacia o meno delle scelte normative.

2 EDIFICI DI STUDIO

Per valutare al meglio le modalità d'implementazione della direttiva E.P.B.D. [20n] e i requisiti minimi delle normative energetiche esaminate, sono stati eseguiti i calcoli dei consumi energetici nelle principali città di ogni stato, in modo da ottenere un campione significativo sia in termini di rappresentatività delle zone climatiche sia di copertura sulla popolazione, come si vede dai dati riportati in tabella 1.

Tabella 1: composizione del campione e sua rappresentatività

STATO	CITTÁ	COPERTURA SULLA POPOLAZIONE
Germania	9	12.26%
Francia	12	8.60%
Portogallo	8	16.17%
Spagna	21	24.66%
Italia	24	13.91%
Provincia di Trento	1	21.82%

Per ottenere poi delle informazioni sull'influenza della forma dell'edificio sull'andamento dei consumi, sono state considerate tre diverse tipologie di costruzione:

1. TIPO A: edificio in linea
2. TIPO B: edificio a torre
3. TIPO C: villetta unifamiliare

I primi due edifici sono composti da quattro piani fuori terra, ciascuno dei quali con tre appartamenti, e da un piano interrato adibito ad autorimessa; la villetta monofamiliare, invece, è composta da un solo piano fuori terra e da un piano interrato adibito a garage. I dati principali, utilizzati nei calcoli, sono riportati nella tabella 2.

Per tutte e tre le tipologie è stato adottato un sistema di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento e, mentre per la villetta monofamiliare è stato utilizzato un unico generatore per il riscaldamento e la produzione d'acqua calda sanitaria, per le altre due tipologie sono stati considerati degli impianti centralizzati, con contabilizzazione del calore, distinti per la produzione di acqua calda e per il riscaldamento ambientale.

Tabella 2: dati di progetto delle tre tipologie d'edificio

	LINEA	TORRE	VILLETTA
S_{utile} m ²	1029.28	1023.44	140.58
V_{utile} m ³	2779.06	2763.29	379.57
Parete Nord m ²	108.64	162.96	35.08
Parete Est m ²	276.85	155.45	24.84
Parete Sud m ²	108.64	174.80	35.56
Parete Ovest m ²	276.85	155.45	24.84
S_{fin} Nord m ²	0.00	15.84	3.13
S_{fin} Est m ²	22.72	7,52	3.54
S_{fin} Sud m ²	0.00	15,84	4.70
S_{fin} Ovest m ²	22.72	13.48	3.54

3 DATI CLIMATICI DI INPUT

I dati climatici, nelle varie nazioni considerate, sono forniti dalle norme dell'ente unificatore nazionale. Ogni norma, però, ha dei criteri che possono differire da quelli degli altri paesi infatti, oltre alla diversa ampiezza delle serie storiche, possono variare anche i metodi per la rielaborazione dei dati.

Per ottenere una maggiore uniformità degli input, e quindi una miglior confrontabilità dei risultati, al posto dei valori di riferimento delle normative sono stati utilizzati i dati forniti dal sito del dipartimento dell'energia del governo statunitense (D.O.E.) [5]. In questa banca dati sono reperibili, per diverse città sparse in tutto il mondo, la temperatura esterna di progetto del periodo invernale, il numero di gradi giorno (GG), le temperature orarie medie mensili della località, il numero di gradi giorni estivi (CDD) e i valori di radiazione oraria su superficie orizzontale. A partire da quest'ultimi, attraverso il procedimento descritto da Lazzarin [4], possono essere ricavate le radiazioni orarie su superfici verticale comunque orientate, le quali presentano un andamento come quello riportato in figura 1.

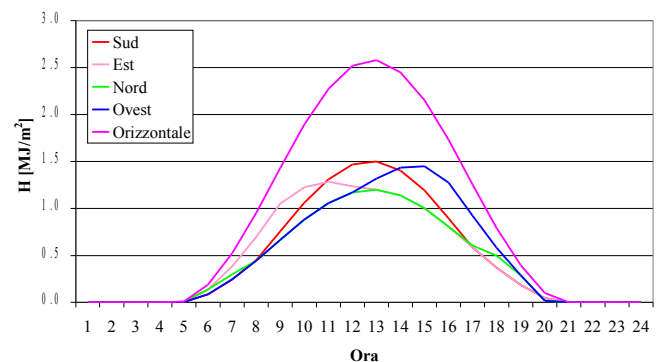


Figura 1: Andamenti delle radiazioni del mese di Luglio a Vicenza

4 ACQUA CALDA SANITARIA

I metodi di calcolo del fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria negli stati considerati sono ancora molto diversi fra loro, questo perché sono antecedenti, e quindi non uniformati, alle norme europee del CEN [6n]. Diversi sono anche gli approcci con cui viene stimata la quantità di ACS necessaria come dimostra il riassunto riportato in tabella 3. si va infatti dalla correlazione del volume d'ACS alla superficie dell'edificio (Italia, Francia e provincia di Trento), al calcolo in funzione del numero teorico di occupanti, calcolato partendo dal numero di stanze da letto dell'edificio (Portogallo e Spagna), al sistema tedesco, il quale fissa direttamente il fabbisogno energetico.

Oltre alla variabilità sulla stima del volume di ACS richiesto, sono state riscontrate molte differenze anche nella valutazione delle perdite dei sottosistemi di erogazione, distribuzione, stoccaggio e produzione.

Tutte questo porta ad un ampio range di variabilità dei risultati ottenuti per i tre edifici campione. Guardando i consumi finali riportati in tabella 4, i cui andamenti sono evidenziati in figura 2, si nota subito come i consumi di Francia e Italia siano più alti rispetto ai valori degli altri paesi, che si attestano attorno ai 20 kWh/(m²anno). Quest'ultima appare la stima più veritiera, come dimostra uno studio fatto in Provincia di Trento [12n] che, per la formulazione del indice di stock, ha rielaborato i dati del Rapporto Energia e Ambiente

dell' E.N.E.A. e dell' I.S.T.A.T. ottenendo rispettivamente 24,86 e 24,48 kWh/(m²anno).

Tabella 3: stima del volume necessario di ACS nelle varie norme

FABBISOGNO DI ACS	
Francia RT2005	$V=470,9 \cdot \ln(\text{Nu}) - 1075$ l/settimana con Nu pari alla superficie netta dell'edificio per il residenziale
Germania EnEV2007	12,5 kWh/(m ² anno)
Portogallo D.L. n°80	da 40 l/(persona giorno) con l'obbligo di installazione di 1 m ² di solare termico a persona
Italia CTI R03/3	da 1,5 a 2 l/(m ² giorno) con 50% coperto da fonti rinnovabili (ridotto al 20% nei centri storici)
Spagna CTE 2006	da 22 a 30 l/(persona giorno) con 30÷70% coperto da solare termico
Trento	1 l/(m ² giorno) oppure 16 kWh/(m ² anno)

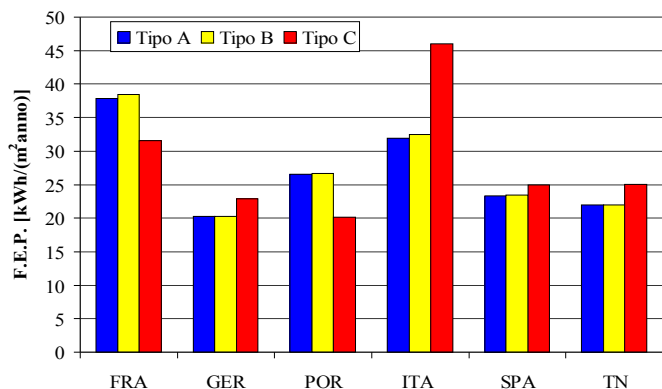


Figura 2: Consumi per ACS per le tre tipologie d'edificio.

Dai risultati ottenuti appare necessaria una revisione del metodo di stima italiano del volume d'ACS richiesto. Una prima correzione è stata proposta con la bozza della norma UNI TS 11300-2 [23n], applicando la quale, si ottengono i consumi riportati in tabella 5.

Tabella 4: consumi per la preparazione di ACS in kWh/(m²anno)

	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Francia RT2005	37.85	38.40	31.55
Germania DIN 4701	20.26	20.23	22.85
Portogallo D.L. n°80	26.54	26.69	20.10
Italia CTI R03/3	31,88	32.45	45.96
Spagna CTE 2006	23.30	23.43	24.93
Trento	22.02	22.02	25.11

Tabella 5: Confronto fra i consumi, espressi in kWh/(m²anno), della R03/3 e della UNI TS 11300-2

	Tipo A	Tipo B	Tipo C
CTI R03/3	31,88	32.45	45.96
UNI TS 11300-2	27,78	28,28	35,58
differenza	- 13%	-13 %	- 23%

Il documento UNI [23n] limita il volume richiesto, infatti, si passa dai 1,5 l/(m²giorno) a 1,3 l/(m²giorno) per gli edifici A e B e da 2 l/(m²giorno) a 1,5 l/(m²giorno) per la tipologia C. Valori che portano i consumi ad un avvicinamento alla media europea.

5 RISCALDAMENTO INVERNALE

Maggior uniformità nei metodi di calcolo è stata ottenuta per quanto riguarda il riscaldamento ambientale, i cui metodi sono basati sugli *standard* del CEN. Andando a confrontare i parametri di input riportati in tabella 6, si nota come il numero di ricambi d'aria proposti dalla raccomandazione CTI [8n], valore confermato anche nella bozza della UNI TS [22n], sia molto più basso rispetto alla media degli altri stati. I 0,3 ricambi/ora si rifà al progetto di norma prEN 13790:2005 che, nell'appendice G, afferma che nel caso venga considerato un funzionamento continuo dell'impianto vada impiegato un tasso di ricambio orario mediato fra i periodi d'occupazione e non dell'edificio. In linea con gli altri paesi appaiono invece i valori delle trasmittanze limite.

Tabella 6: parametri per il calcolo del consumo per riscaldamento

	Ricambi orari (h ⁻¹)	TRASMITTANZE W/(m ² K)			
		Pareti	Solaio base	Tetto	Serramenti
Francia	0,8	0,45	0,36	0,34	2,60
Germania	0,7	0,35	0,40	0,30	1,70
Portogallo	0,6	0,5÷0,7	0,4÷0,5	0,4÷0,5	3,3÷4,3
Italia 2006	0,3	0,5÷0,6	0,4÷0,6	0,4÷0,6	4,0÷2,8
Italia 2008	0,3	0,4÷0,5	0,4÷0,5	0,3÷0,4	2,4÷3,6
Italia 2010	0,3	0,3÷0,5	0,3÷0,5	0,3÷0,4	2,2÷3,0
Spagna	0,5	0,7÷1,2	0,6÷0,7	0,5÷0,6	3,1÷5,7
Trento	0,3	0,30	0,30	0,20	1,60

Applicando i limiti imposti dalle norme europee ed eseguendo il calcolo dei consumi sulla base del metodo proposto dalla EN 13790 [1n] sono stati ottenuti i massimi consumi permessi nel rispetto dei vincoli di legge. Analizzando gli andamenti del fabbisogno d'energia al variare dei gradi giorno riportati nei grafici in figura 3 (edificio in linea), figura 4 (edificio a torre) e figura 5 (villetta unifamiliare) si nota come le rette di consumo italiane siano molto inferiori rispetto a quelle degli altri stati. Questo è dovuto principalmente al basso consumo legato alla ventilazione, infatti, il punto ottenuto con il regolamento della provincia di Trento, che anch'esso utilizza i 0,3 ricambi/ora, rappresenta l'andamento migliore, ma, se si considerano 0,6 ricambi/ora, si porta sulla retta d'esercizio della normativa tedesca.

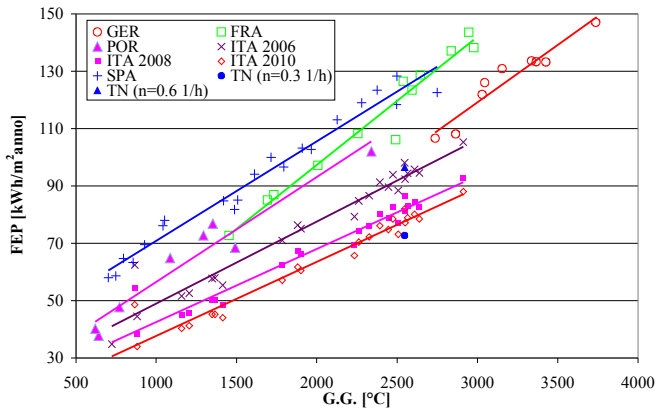


Figura 3: Consumi per riscaldamento per la tipologia in linea (A).

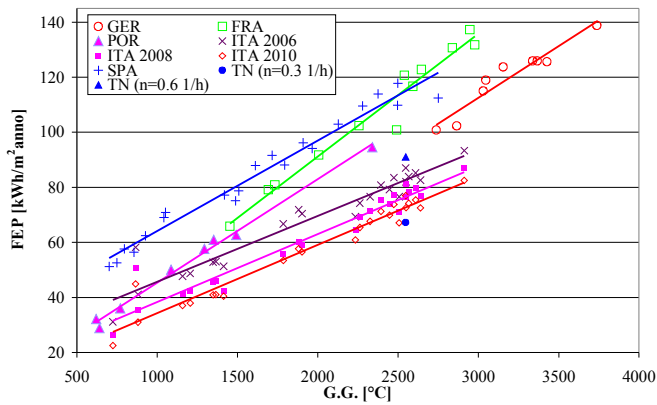


Figura 4: Consumi per riscaldamento per la tipologia a torre (B).

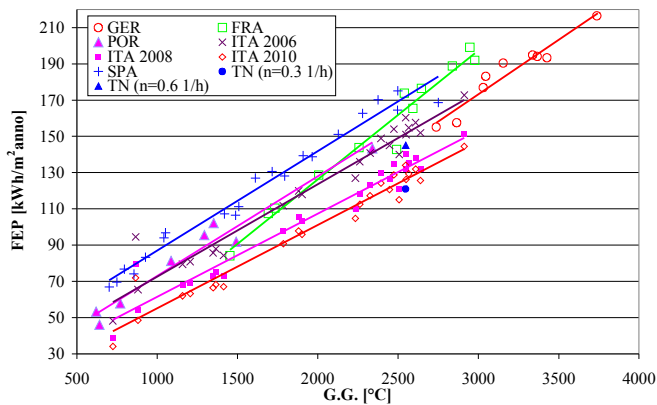


Figura 5 Consumi per riscaldamento per la villetta (C).

L'importanza dei consumi legati alla ventilazione appare anche dal grafico in figura 6, nel quale sono riportati, per le diverse norme considerate, i consumi per unità di grado giorno delle tre tipologie d'edificio.

Si nota subito come la media degli altri paesi europei sia di circa 39 Wh/(m²GGanno) per la tipologia A e B e 60 Wh/(m²GGanno) per la tipologia C mentre, i valori medi italiani si attestano sui 26 Wh/(m²GGanno), per gli edifici in linea e a torre, e di 47,6 Wh/(m²GGanno) per la villetta monofamiliare. Dai confronti di questi numeri si evince come la differenza fra i ricambi/ora della raccomandazione CTI [8n] rispetto alla media degli altri stati europei considerati (0,65 volumi/ora) induca un consumo inferiore di circa 12,5 Wh/(m²GGanno). Un altro aspetto importante è come, utilizzando il valore di 0,3, vengano penalizzati maggiormente gli edifici di piccole

dimensioni (con alto fattore di forma S/V), infatti, l'aumento del consumo dalle tipologie A e B a quella C è pari in media al 56% con le norme europee mentre sale al 83% con la normativa italiana.

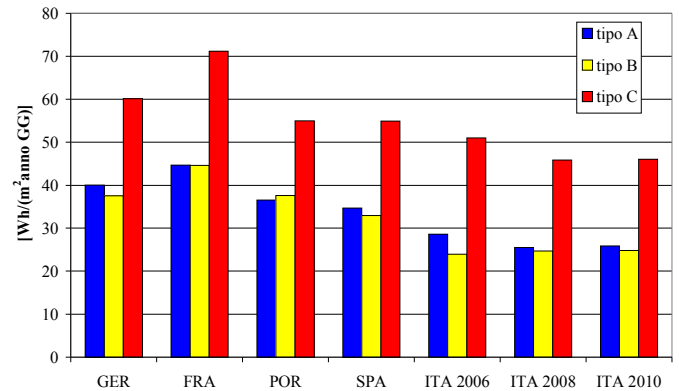


Figura 6: Consumi per riscaldamento unitari per le tre tipologie d'edificio.

Questo è dovuto alla minor incidenza del carico dovuto alla ventilazione, che essendo proporzionale al volume riscaldato, non dipende dalla forma dell'edificio; di conseguenza aumenta l'incidenza delle dispersioni attraverso l'involucro che, queste sì, dipendono dalla superficie disperdente e quindi dalla forma della costruzione.

Dunque l'utilizzo di un basso numero di ricambi orari per il calcolo energetico degli edifici induce un vincolo maggiore sulla scelta della forma dell'edificio, costringendo i progettisti a privilegiare le forme più compatte o ad aumentare il livello di isolamento per poter rientrare nelle classi energetiche migliori. Paradossalmente se si volesse indirizzare maggiormente le nuove costruzioni verso forme compatte, converrebbe non considerare il carico dovuto alla ventilazione e costruire le classi energetiche di conseguenza.

Tabella 7: Consumi per riscaldamento unitari (Wh/(m²annoGG))

	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Germania	40.0	37.54	60.2
Francia	44.6	44.6	71.2
Portogallo	36.6	37.6	55.0
Spagna	34.7	32.9	54.9
Italia 2006	28.6	26.9	51.0
Italia 2008	25.9	24.8	45.8
Italia 2010	25.5	24.7	46.0

6 CONDIZIONAMENTO ESTIVO

Per il calcolo del fabbisogno energetico per il condizionamento estivo è stato adottato il metodo orario proposto dalla proposta di norma ISO 13790 [7n]. Il metodo consiste nello schematizzare l'edificio come una rete di resistenze e capacità e di calcolare dapprima la temperatura a cui si porterebbe l'edificio in assenza di condizionamento e, qualora questa superi la temperatura di *setpoint* (pari a 27°C), nell'ipotizzare una potenza di condizionamento di 10 W/m² e valutare se questa è effettivamente in grado di portare la temperatura *indoor* all'interno del range di comfort. In figura 7

sono riportati un esempio di questi andamenti relativi alla città di Palermo nel mese di luglio.

Va sottolineato come queste curve, così come i consumi calcolati con tale norma [7n], si riferiscano al solo carico sensibile mentre trascurano completamente la componente latente.

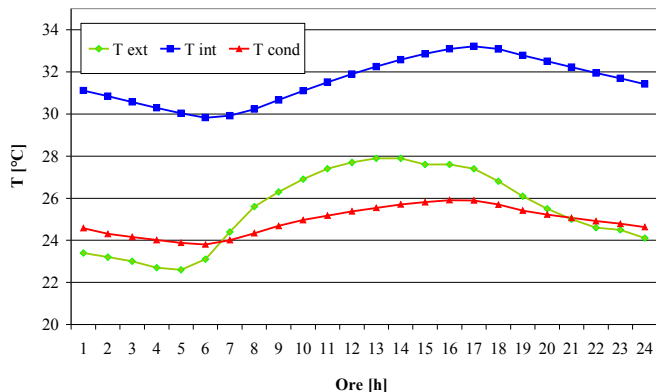


Figura 7: Andamento delle temperature nel mese di Luglio a Palermo

Delle norme nazionali analizzate solo quella portoghese pone dei limiti per il funzionamento estivo; in particolare, limita il fattore solare dei serramenti a 0,55. La norma spagnola, invece, fissa dei vincoli sul fattore solare ma, ispirandosi alle norma ASHRAE 90.1 [25n], tali limiti vengono posti per percentuali di superficie finestrata superiori al 20%. Anche il d.lgs 192 [9n], come modificato dal 311 [10n], afferma l'importanza di limitare gli apporti solari ma, in attesa dei decreti attuativi, non fornisce un limite quantitativo.

I risultati ottenuti con tale procedura, per l'edificio in linea (tipo A), sono evidenziati nel grafico in figura 8 dove in ascissa sono riportati i gradi giorno estivi (CDD_{18°C}) e in ordinata il fabbisogno d'energia in kWh/(m²anno). Va rimarcato come i consumi così calcoli, oltre a non considerare la componente impiantistica, si riferiscano ai soli carichi sensibili; la presenza del contributo latente potrebbe portare a delle variazioni significative delle considerazioni proposte di seguito. Conclusioni più esaustive sull'importanza di tale fenomeno potranno essere tratte solo dopo studi più esaustivi che verranno sviluppati in seguito.

Dal grafico si nota subito la grande dispersione dei dati e questo fa intuire come il parametro CDD non sia il più adatto per rappresentare il problema, infatti, è legato alla temperatura esterna e tiene conto della radiazione solare solo mediante l'aumento della temperatura i *setpoint* di 1°C.

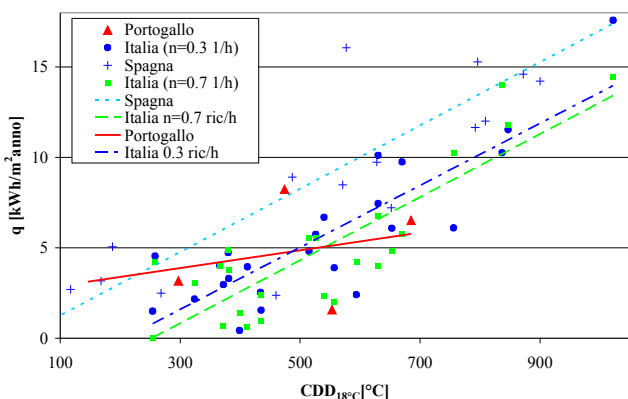


Figura 8: Consumi per il condizionamento della tipologia in linea

Importanza del carico dovuto alla radiazione ribadita poi dagli andamenti delle rette di consumo italiane ottenute con 0,3 e 0,7 ricambi/ora. Infatti, aumentando la ventilazione si ottiene una diminuzione del fabbisogno energetico, questo perché, pur aumentando il carico nelle ore della giornata in cui la temperatura esterna supera i 27°C, nelle restanti ore l'aria esterna raffredda l'ambiente interno. Si intuisce quindi che l'aspetto più importante, su cui le normative dovrebbero intervenire, è l'apporto solare; cosa che appare chiara anche dalla diversa pendenza della retta portoghese rispetto a quella italiana e spagnola.

7 CONCLUSIONI

Dal confronto delle norme europee sul calcolo del consumo energetico per la produzione d'acqua calda sanitaria è emerso un problema di uniformità dei metodi, che in parte sarà risolto con l'entrata in vigore della versione finale della famiglia di norme EN 15316. Attualmente i paesi considerati propongono metodi diversi sia per la stima del volume d'ACS richiesto che per la valutazione delle perdite dell'impianto. Troppo alti appaiono i consumi di Francia ed Italia, soprattutto perché troppo elevati sono i volumi stimati; a correzione di questo, dovrebbe arrivare il nuovo metodo proposto dalla UNI TS 11300-2 che avvicina l'Italia agli standard europei.

Una standardizzazione maggiore è stata ottenuta per quanto riguarda il riscaldamento ambientale, grazie alla pubblicazione della norma europea EN 832, il cui metodo è stato ripreso dalla EN 13790. Dal confronto delle rette di consumo si nota come i valori spagnoli siano troppo alti rispetto agli altri stati, questo imputabile soprattutto ai limiti elevati delle trasmittanze. Viene evidenziato poi come, a parità di materiali e altre caratteristiche costruttive, la forma dell'edificio incida parecchio nei consumi. Incidenza che viene evidenziata maggiormente qualora si adotti un tasso di rinnovo dell'aria basso, come avviene attualmente in Italia. Il consumo imputabile alla ventilazione naturale appare come l'unico problema ancora aperto nella stima dei consumi invernali. Infatti risulta difficile una stima dei consumi energetici per edifici ventilati naturalmente, contributo comunque significativo se si pensa che con 0,3 ricambi si stima arrivi a circa 12,5 Wh/(m²GGanno) sul totale di 26 Wh/(m²GGanno), per gli edifici in linea e a torre, e di 47,6 Wh/(m²GGanno); vale a dire che i consumi per ventilazione, per gli edifici studiati, variano fra il 25 e il 50% circa del consumo totale.

Quest'incidenza è meno marcata nel funzionamento estivo dove se la temperatura media giornaliera esterna è più bassa della temperatura interna, aumentando la ventilazione da 0,3 a 0,7 ricambi/ora si ottiene una riduzione dei consumi dovuta all'effetto di raffrescamento notturno dell'edificio.

Va però ricordato che queste valutazioni considerano soltanto gli apporti sensibili; qualora si tenga conto anche del contributo latente, infatti, questo beneficio potrebbe essere vanificato dall'aumento dei consumi per deumidificazione.

È stato riscontrato poi il ruolo chiave svolto dagli apporti solari che costituiscono il carico predominante per il funzionamento estivo. Questo ruolo, oltre a porre dei dubbi sulla rappresentatività dei gradi giorno estivi CDD, evidenzia la necessità che le norme nazionali limitino gli apporti solari come fatto dal decreto portoghese [14n] o dal regolamento della provincia di Trento [12n], il quale pone un limite al surriscaldamento estivo dato dal rapporto fra gli apporti solari e la capacità termica complessiva dell'edificio.

Per quanto concerne il consumo energetico dovuto all'illuminazione soltanto le norme di Francia e Spagna

proponevano dei limiti e dei metodi semplificati (ispirati alle norme ASHRAE [25n]).

8 RIFERIMENTI

1 Alessandro Prada, "Analisi comparativa dei requisiti minimi delle normative energetiche europee", Università degli Studi di Trento facoltà di Ingegneria a.a. 2006/2007

2 Francesca Tonini, "Previsione del consumo energetico estivo negli edifici", Università degli Studi di Trento facoltà di Ingegneria a.a. 2006/2007

3 Ashrae Handbook, Fundamentals, SI Edition (2005).

4 Lazzarin R., "Sistemi solari attivi – manuale di calcolo", Muzzio Editore, Padova 1981.

5 banca dati climatici del Department of Energy DOE, http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data2.cfm/region=6_europe_wmo_region_6

Norme:

1n EN 832, Prestazione termica degli edifici - "Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento

2n EN ISO 1337, Thermal performance of buildings - Heat transfer via the ground - Calculation methods

3n EN ISO 13789, Thermal performance of buildings - Transmission and ventilation heat transfer coefficients - Calculation method

4n EN ISO 14683, Thermal bridges in building construction - Linear thermal transmittance - Simplified methods and default values

5n EN ISO 10077-1, Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1: General

6n prEN 15316 "Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies"

Part 1: General

Part 2-1: Space heating emission systems

Part 2-3: Space heating distribution systems.

Part 3-1: Domestic hot water systems, characterization of needs (tapping requirements).

Part 3-2: Domestic hot water systems, distribution.

Part 3-3: Domestic hot water systems, generation.

Part 4-1: Space heating generation systems, combustion systems.

Part 4-3: Space heating generation systems, thermal solar systems

7n ISO FDIS 13790:2007, Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling, (Final Draft).

8n Raccomandazione UNI - CTI (versione 16/5/2003), Prestazione termica degli edifici - Esecuzione della certificazione energetica - Dati relativi all'edificio.

9n decreto legislativo 192/2005, "Valori limite nel fabbisogno d'energia primaria, nella trasmittanza degli elementi e del rendimento globale d'impianto".

10n decreto legislativo 311/2006 che modifica ed integra il decreto legislativo 192/2005

11n deliberazione della Giunta provinciale di Trento n°2167 del 20/10/2005, "Attuazione del piano energetico-ambientale provinciale: adozione, in via sperimentale, del metodo di classificazione delle prestazioni energetiche degli edifici ai fini della certificazione di cui alla direttiva comunitaria 2002/91/CE e del decreto legislativo 19 agosto 2005, n°192"

12n allegato alla deliberazione della Giunta provinciale di Trento n°2167 del 20/10/2005, "Metodologia per la

classificazione delle prestazioni energetiche degli edifici in regime invernale ed estivo in provincia di Trento".

13n Código técnico de la edificación (CTE marzo 2006), capitulo 3 "exigencia básicas:

artículo 15.1 "Limitación de demanda energética"

artículo 15.2 "Rendimiento de las instalaciones térmicas"

artículo 15.4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria".

14n Decreto Lei n°78 del 4 abril 2006 del ministerio da economía e da inováçao

15n Decreto Lei n°79 del 4 abril 2006 del ministerio da economia e da inováçao

16n Decreto Lei n°80 del 4 abril 2006 del ministerio da economía e da inováçao

17n Energieeinsparverordnung EnEV 2007 16 November 2006 "energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden".

18n DIN4701-10:2003, "Energetische Bewertung Heinz – und raumluftechnischer Anlagen. Teil 10: Heizung, Trinkwasserwärmung, Lüftung"

19n Arrêté du 24 mai 2006 "Règlementation Thermique 2005 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.

20n Direttiva 2002/91/CE del parlamento europeo e del consigli del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia.

21n EN 832 Thermal Performance of Buildings – Calculation of Energy Use for Heating - Residential Buildings

22n UNI TS 11300-1, "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale" (versione 11 febbraio 2008)

23n UN TS 11300-2, "Prestazioni energetiche degli edifici – Climatizzazione e preparazione acqua calda sanitaria per usi igienico-sanitari - Parte 2: Energia primaria e rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda per usi igienico-sanitari." (versione 9 febbraio 2007)

24n UNI EN 15193, "Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione"

25n ASHRAE Standard 90.1-2004, "Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings" (SI Edition)

SUMMARY

In this study, the authors have done a comparison between the European energy standards. This are the instruments used by European national states to implement the directive 2002/91/CE [20n].

The application of the national limit values establish in Portugal [14n÷16n], Spain[13n], France[19n], Germany[17n÷18n], Italy[9n÷10n] and from regulation of Trento[11n÷12n] allowed the authors to calculate the maximum energy consumption permitted by the local law.

In particular, consideration has been given to energy consumption for heating, cooling and domestic hot water production neglecting the lighting load whose calculation method is not yet clearly defined.