

ENEA

Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente

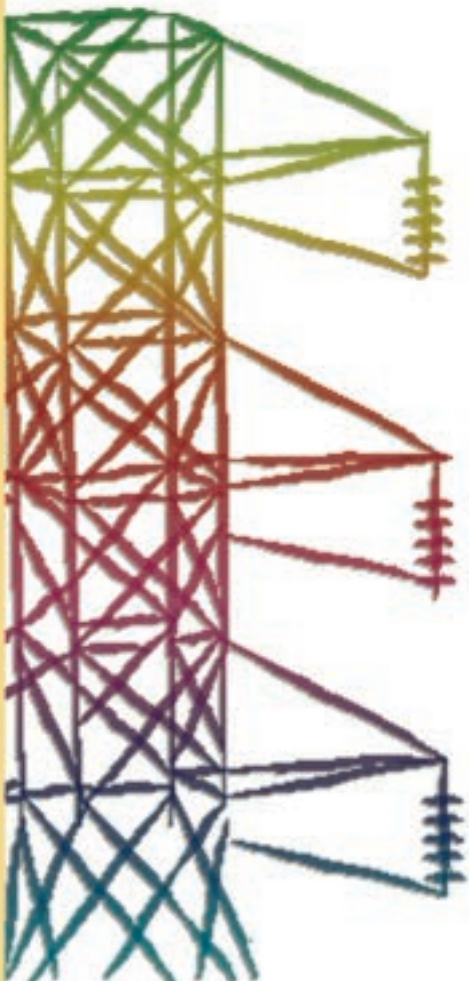


Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Caratterizzazione dei consumi energetici nazionali delle strutture ad uso ufficio

E. Santini, S. Elia, G. Fasano





Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Caratterizzazione dei consumi energetici nazionali delle strutture ad
uso ufficio

E. Santini, S. Elia, G. Fasano

CARATTERIZZAZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI NAZIONALI DELLE STRUTTURE AD USO
UFFICIO

E. Santini, S. Elia (Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università di Roma La Sapienza)
G. Fasano (ENEA)

Marzo 2009

Report Ricerca Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Usi finali

Tema: Sviluppo di linee guide e indici di riferimento per il legislatore

Responsabile Tema: Gaetano Fasano, ENEA

Questo è un documento sulle attività "Definizione degli indici e livelli di fabbisogno dei vari centri di consumo energetico degli edifici", alla quale ha contribuito il Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università di Roma La Sapienza

INDICE

CAPITOLO1: INTRODUZIONE AL PROBLEMA

- 1.1 IL CONTESTO DI RIFERIMENTO E p. 4
L'INDIVIDUAZIONE DEI CONSUMI
- 1.2 LA PROPOSTA OPERATIVA PER LA SOLUZIONE DEL p.6
PROBLEMA

CAPITOLO 2: RACCOLTA DATI

- 2.1 I DATI DI INTERESSE p. 7
- 2.2 IL QUESTIONARIO p. 8
- 2.3 ESITO DELLA RACCOLTA DATI p. 9

- 2.4 DATI MANCANTI E CONSEGUENTE STRATEGIA DI p. 9
INDAGINE

CAPITOLO 3: STRUMENTI E METODI DI ANALISI DEI DATI

- 3.1 I DATI DI BASE p. 12
- 3.2 SUDDIVISIONE IN ZONE CLIMATICHE P. 13
- 3.3 VALUTAZIONDE DEGLI INDICATORI DI CONSUMO p. 14

CAPITOLO 4: ANALISI DATI ELETTRICI

- 4.1 ANALISI DEI DATI CON IL MODELLO IN FUNZIONE p. 19
DELLA SUPERFICIE (m²)
- 4.2 ANALISI DEI DATI CON IL MODELLO IN FUNZIONEp. 20
DEL NUMERO DI ADDETTI
- 4.3 ANALISI DEI DATI CON IL MODELLO IN FUNZIONEp. 21
DELLA SUPERFICIE E DEL NUMERO DI ADDETTI

CAPITOLO 5: ANALISI DEI DATI TERMICI

- 5.1 MODELLO PROPOSTO p. 24
- 5.2 ANALISI DEI DATI CON IL MODELLO IN FUNZIONE DELLA SUPERFICIE p. 25

CAPITOLO 6: CONCLUSIONI

- 6.1 INDICATORI DI CONSUMO PER ASSORBIMENTI ELETTRICI p. 27
- 6.2 INDICATORI DI CONSUMO PER ASSORBIMENTI TERMICI p. 28
- 6.3 CRITICITA' DEL LAVORO DI RICERCA p. 29
- 6.4 POSSIBILI SVILUPPI p. 30
- 6.5 COMMENTI p. 32

ALLEGATI

- I QUESTIONARIO ESTESO p. 34
- II QUESTIONARIO RIDOTTO p. 41

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE AL PROBLEMA

IL CONTESTO DI RIFERIMENTO E L'INDIVIDUAZIONE DEI CONSUMI

Nelle analisi di natura energetica, elettrica e termica, le utenze vengono identificate in tre macroaree:

- residenziale;
- industria;
- terziario.

Nel seguito di questa analisi, le utenze prese in esame sono quelle asservite alle installazioni uso ufficio; tali utenze sono generalmente caratterizzate come di tipo “terziario”.

È peraltro ben noto che gli impianti nel settore terziario presentano una grande eterogeneità di potenza installata e di energia assorbita. Ciò, ovviamente, ha le sue motivazioni nella grande molteplicità di situazioni ed esigenze. È pertanto ben poco agevole determinare un algoritmo che possa determinare una relazione causa-effetto tra i differenti indicatori che descrivono le relazioni funzionali tra le quantità descrittive dei fenomeni di assorbimento energetico.

Lo studio affrontato in questo lavoro di ricerca si pone due obiettivi principali:

calcolare gli indicatori di consumo per gli edifici ad uso ufficio,

verificare se è possibile stabilire una relazione causa-effetto in grado di delineare una tendenza comune nelle realtà prese in esame.

Come ovvio, il primo passo per una corretta previsione degli assorbimenti consiste nella individuazione dei carichi (tipologia, utilizzo e assorbimento).

La prima (ed immediata) macro-suddivisione degli assorbimenti viene effettuata suddividendo i carichi in elettrici e termici.

CONSUMI ELETTRICI

I principali carichi di natura elettrica presenti in installazioni di tipo ufficio sono i seguenti:

- macchine da ufficio (PC, stampanti, fotocopiatrici);

- apparati di sollevamento (ascensori e montacarichi);
- impianti di illuminazione interni e esterni;
- impianto di condizionamento e ventilazione;
- impianti tecnologici,

centri elaborazione dati, mense, sale conferenze, servizi speciali e tutti quegli utilizzatori i cui assorbimenti differiscono notevolmente dai quelli normali degli uffici (la presenza di tali carichi viene considerata, in quantità ed energia, al fine di scorporarli dal consumo globale di un edificio; questo per fornire un risultato congruo basato su un campione rappresentativo ed uniforme).

Il condizionamento, nonostante risulti per sua natura un fabbisogno di tipo termico, viene solitamente associato ad assorbimenti elettrici convenzionali in quanto le macchine delegate a questa funzione sono generalmente alimentate da fonte elettrica.

Come ovvio, i consumi elettrici variano sensibilmente in funzione della zona climatiche: si è quindi resa necessaria una analisi specifica per definire diversi indicatori, uno per ogni zona.

Con particolare riferimento agli impianti di condizionamento, va evidenziato che i consumi risultano largamente variabili a causa di fattori poco prevedibili e standardizzabili come gli orari di lavoro, le abitudini dei lavoratori o il tipo di servizio/bene prodotto.

CONSUMI TERMICI

I consumi di energia termica sono attribuibili quasi esclusivamente al fabbisogno di calore per il riscaldamento degli stabili durante il periodo invernale. Queste considerazioni sono approssimativamente vere già nel settore residenziale (dove sono presenti anche consumi per produzione di acqua calda sanitaria – nel seguito ACS - e per la cottura dei cibi), ma risultano ancora più aderenti alla realtà fisica nel terziario.

Il fabbisogno di calore per l'ACS risulta trascurabile e, a volte, addirittura nullo.

Come per quelli elettrici, i consumi di energia termica sono strettamente dipendenti dalla posizione geografica degli edifici e quindi, anch'essi, sono fortemente influenzati dalla relativa zona climatica.

Per una corretta previsione dei carichi elettrici e termici di un fabbricato è necessario effettuare una indagine, almeno di massima, sul tipo e sullo stato dell'involucro. A tale scopo si propone una indagine che tende a reperire la quantità minima di informazioni sufficiente e identificare a quale tipologia di fabbricato corrisponde la singola unità in analisi.

LA PROPOSTA OPERATIVA PER LA SOLUZIONE DEL PROBLEMA

Nel presente lavoro si vuole caratterizzare l'assorbimento energetico degli edifici mediante l'individuazione di indicatori di consumo i quali tengano conto anche della zona climatica.

Il lavoro di ricerca ha l'ulteriore scopo di individuare un eventuale legame tra i consumi di energia e tra le caratteristiche tecniche dell'edificio e degli utilizzatori in esso installati.

Si vuole inoltre verificare la possibilità di stilare un modello di calcolo per la previsione degli assorbimenti di energia da parte di un fabbricato ad uso ufficio.

Tali obiettivi sono stati raggiunti mediante diverse fasi operative.

Il primo passo della ricerca consiste nella individuazione addetti al monitoraggio ed alla gestione dei consumi all'interno delle aziende. In generale, si tratta degli Energy Managers (EMs). In base agli elenchi disponibili di EMs ed in seguito a ricerche effettuate ad hoc dallo staff di questa ricerca, sono stati individuati gli addetti alla gestione energetica di numerosi enti italiani (pubblici e privati). Ovviamente, la presenza di un EM è molto costosa per l'azienda, quindi, le strutture che si dotano di questa figura sono situate nella maggior parte dei casi nella fascia alta dei livelli integrali dei consumi.

Individuati i destinatari dell'indagine si è proceduto con la raccolta dati mediante richiesta di compilazione di un questionario da parte dei singoli responsabili e degli EMs. Scopo complementare dell'opera era anche quello di instaurare con gli EMs un rapporto di collaborazione point-to-point; ciò al fine di istituire un canale bidimensionale stabile per lo scambio di dati. In numerosi casi si è proceduto a coadiuvare i responsabili nella raccolta dati ove necessario, alcuni anche sul sito di interesse.

Tutti i dati raccolti sono stati successivamente ordinati all'interno di un database *Excel*, dove, per ogni edificio preso in analisi, sono stati memorizzati i dati relativi. Per ogni unità sono stati archiviati tutti i dati di consumo elettrico e termico, quelli relativi all'occupazione, agli utilizzatori ed alla struttura.

Infine i dati sono stati processati e sono state dedotte numericamente le grandezze che descrivono i fenomeni di assorbimento elettrico e termico nella realtà presa in esame.

CAPITOLO 2

RACCOLTA DATI

2.1 DATI DI INTERESSE

In fase istruttoria, è immediatamente sorta la necessità di conoscere lo “stato” del sistema. Come stato non si intende soltanto la quantità di energia utilizzata, ma anche l’andamento temporale degli assorbimenti, nonché le e caratteristiche degli impianti e delle condizioni di fornitura. Considerando la complessità del problema, l’approccio di tentativo iniziale è stato quello del coinvolgimento degli EMs, cioè dei detentori dei dati di consumo individuale. Al fine di richiedere agli EMs la fornitura di dati tra loro omogenei, è stato messo a punto interattivamente un questionario di raccolta dati, che mirasse all’ottenimento di informazioni realmente significative. Come era da attendersi, lo studio ha condotto non soltanto alla generazione del questionario, ma anche – e soprattutto – alla identificazione delle principali grandezze di interesse ed ai livelli di difficoltà nell’ottenerli. In estrema sintesi, sono state individuate due categorie di dati. I primi sono quelli di importanza primaria, che identificano l’utenza; i secondi, di seguito definiti secondari, permettono una caratterizzazione ed una agglomerazione a granularità più fine (ove richiesta) ma non modificano significativamente le grandezze integrali e di conseguenza non hanno effetti significativi su quelle medie.

I dati ritenuti di primaria importanza sono i seguenti:

- dati di consumo elettrico annuo espressi in kWh;
- dati di consumo termico, annuo espressi in quantità (m^3 o litri) di combustibile;
- numero di dipendenti della struttura;
- superficie della struttura;
- localizzazione geografica (zona climatica).

La conoscenza di questi valori risulta essenziale ai fini dell’individualizzazione di un indicatore di consumo. Come si discuterà nel seguito, la mancata conoscenza di uno di essi, per un dato edificio e/o complesso, porta necessariamente alla non-considerazione del campione in esame.

I dati ritenuti di secondaria importanza sono i seguenti:

- dati relativi all'involucro edilizio;
- dati relativi alla destinazione d'uso;
- tipo di urbanizzazione della zona;
- effettiva occupazione dei locali in ore/uomo per anno (ad esempio, struttura adibita a lavoro individuale oppure struttura adibita a rapporti con il pubblico oppure base operativa per struttura di manutenzione dalla quale i lavoratori escono per recarsi a mantenere sedi esterne).

La conoscenza di questi ultimi dati risulta fondamentale per l'eventuale individuazione di un parametro correttivo dell'indicatore, ma non è fondamentale per l'individuazione di un indicatore di consumo.

2.2 IL QUESTIONARIO

La fase operativa della ricerca è iniziata con la stesura di un questionario da sottoporre agli EMs, nel quale si tenesse conto di tutti i parametri d'interesse sopra citati.

Il questionario riporta in ordine prima i dati primari, e poi i dati ritenuti secondari. Per una migliore stesura si è effettuato un approccio iterativo di successive approssimazioni convergenti: il questionario è stato infatti preventivamente concordato con gli EMs di alcune grandi società di servizi operanti sul territorio nazionale, con il fine esplicito e quindi dichiarato agli interlocutori di affinare la ricerca e condividere i dati.

La richiesta di informazioni del questionario è stata strutturata in maniera tale da richiedere dati facilmente reperibili e misurabili, anche per chi non avesse una specifica formazione tecnica.

Nelle strutture analizzate si trovano spesso inclusi servizi, mense o centri elaborazione dati che dimostrano assorbimenti particolari ed imprevedibili di una certa rilevanza. Nel questionario sono state inserite voci atte a reperire eventuali informazioni sui suddetti carichi eccezionali per poterli scorporare; in questa maniera si fornisce una corretta valutazione legata esclusivamente ai carichi attribuibili al normale uso ufficio, oggetto di questa ricerca..

Nella fase di coordinamento si è rilevata la necessità di redigere una versione molto ridotta del questionario per la P.A., a causa della scarsa collaborazione riscontrata e delle difficoltà strutturali incidenti sulla fase di raccolta dati.

I questionari in versione estesa e ridotta sono riportati rispettivamente negli allegati I e II.

2.3 ESITO DELLA RACCOLTA DATI

Al fine di ottenere sul territorio nazionale un campione correttamente distribuito e rispondente alla realtà, come prima scelta, si è deciso di contattare sia Enti pubblici che privati. Per lo stesso motivo si è proceduto a raccogliere dati relativi a strutture di diverse grandezze ed operanti in diversi settori.

Sono state contattate società di telecomunicazioni, di servizi, università, ministeri, ospedali ed Enti pubblici. La risposta al questionario è stata sostanzialmente e formalmente diversa a seconda della natura dell'ente contattato e del tipo di servizio erogato. In particolare, le maggiori difficoltà sono state riscontrate nei rapporti con gli enti pubblici. Probabilmente, ciò è dovuto al fatto che in tali strutture non viene condotta una politica di gestione dell'energia e, quindi, non vi è all'interno alcuna struttura operativa interessata al problema energetico e comunque delegata al reperimento ed alla gestione dei dati di consumo.

Viene di seguito riportato l'elenco delle sole aziende che hanno risposto alla richiesta di collaborazione e quindi contribuito al progetto di ricerca:

- Autostrade S.p.A;
- Consip S.p.A.;
- S. Giovanni Addolorata Azienda Ospedaliera;
- Poste Italiane S.p.a;
- R.F.I. S.p.A.;
- Tiscali S.p.A.;
- Trenitalia S.p.A.;
- Università Sapienza;
- Wind S.p.A.

La risposta alla operazione di raccolta dati, sia presso enti pubblici che privati, ha avuto un esito decisamente negativo. L'assistenza e la disponibilità risultano scarse. Il rendimento funzionale della ricerca dati effettuata è stato bassissimo, inferiore al 10 %. A parte considerazioni sulla micro-conflittualità locale, è anche da riscontrare una scarsa sensibilità individuale nei confronti del problema energetico nel suo complesso.

Spesso gli Enti non conoscono i dati essenziali dei propri consumi energetici, anche perché si tende a delegare all'esterno la gestione del proprio sistema energetico. Questa strategia può essere localmente pagante, ma, quando le dimensioni della struttura raggiungono dimensioni critiche, la gestione esterna della fornitura di energia tende a spostare il proprio baricentro verso l'utilizzo

piuttosto che verso l'investimento, come è caratteristico di qualsiasi "affitto" rispetto all'"acquisto". È praticamente conseguente la carenza nella conoscenza delle informazioni.

Nella maggior parte delle sedi manca una figura tecnica in grado di gestire le problematiche energetiche della struttura, così come in normali problemi di manutenzione degli impianti e dei sistemi di lavoro. Si è rivelato praticamente impossibile reperire all'interno una figura in possesso dei dati generali dell'involucro edilizio, della presenza di addetti e spesso anche dei consumi.

Pertanto nella ricerca non è stato possibile tenere conto delle dispersioni termiche degli edifici a causa della totale mancanza dei dati.

2.4 DATI MANCANTI E CONSEGUENTE STRATEGIA DI INDAGINE

Dalla raccolta dei dati sono emerse carenze nella conoscenza dei dati da parte dei responsabili dei singoli edifici. Nella maggior parte delle sedi non è presente una figura tecnica in grado di gestire le problematiche tecniche ed energetiche della struttura stessa, spesso anche le più semplici. Si è rilevato quindi generalmente impossibile reperire una figura professionale in possesso dei dati generali dell'involucro edilizio e spesso anche dei consumi energetici. Anche un dato integrale di estrema semplicità come la percentuale di superficie vetrata rispetto alla muratura risulta in genere non disponibile, a meno che non si effettui una campagna di misura che richiederebbe comunque un impegno temporale non trascurabile (e quindi costi) per ogni singolo edificio. Ovviamente questa è una metodica non percorribile, per tempi e costi, considerando l'elevato numero di edifici necessari alla creazione di un campione significativo. Anche in relazione al dato relativo al numero di occupanti deve essere rilevata una diffusa carenza. Infatti, in una struttura convivono spesso diversi enti e società che condividono gli spazi e le attività ma non i dati relativi alla gestione del personale. Spesso, poi, la diffusione dei dati occupazionali non è facilitata dagli organi di controllo, anche per problematiche di natura sindacale e privacy. Di conseguenza, risulta non disponibile anche il dato medio relativo alle ore lavorative in cui la struttura viene utilizzata. Sulla base di quanto sopra, nella ricerca non è stato possibile tener conto in maniera particolareggiata delle dispersioni termiche degli edifici e dell'impatto della presenza umana: come detto, ciò è stato dovuto alla quasi totalità dei dati. Anche dal punto di vista statistico, l'analisi avrebbe dovuto essere condotta partendo dall'identificazione dei dati che rappresentano completamente il fenomeno, passando poi al loro reperimento. Di conseguenza ed a causa dei problemi riscontrati, l'analisi ha potuto essere più deduttiva che induttiva ed è stata pertanto condotta sulla base dei soli dati reperiti.

CAPITOLO 3

STRUMENTI E METODI DI ANALISI DEI DATI

3.1 I DATI DI BASE

Da un punto di vista statistico, l'analisi avrebbe dovuto essere condotta partendo dall'identificazione dei dati che rappresentano completamente il fenomeno, passando poi al loro reperimento. Purtroppo, molte amministrazioni o non conoscono il dato o non intendono/possono fornirlo. Di conseguenza l'analisi ha potuto essere più deduttiva che induttiva ed è stata condotta sulla base dei soli dati pervenuti.

Per valutare quale fosse il numero minimo di campioni da prendere in analisi per rappresentare la totalità degli uffici nazionali con la tecnica deduttiva adottata, è stato prodotto un apposito software. Nella simulazione informatica, sono state generate 2000 utenze in maniera del tutto casuale (con generatori random di quantità numeriche). Queste utenze simulate presentavano superfici ed assorbimenti energetici compresi nel *range* in analisi. Ordinando in maniera casuale i campioni e valutando le opportune medie mobili dei consumi, si è verificato che un gruppo di circa 200 unità è sufficiente a rappresentare soddisfacentemente il comportamento del sistema nel suo complesso. Dalle valutazioni numeriche risulta infatti che le oscillazioni dell'indicatore globale calcolato si smorzano dopo circa 200 campioni portandosi al valore globale calcolato su oltre 2000 unità come evidenziato graficamente nella Fig*3.1.

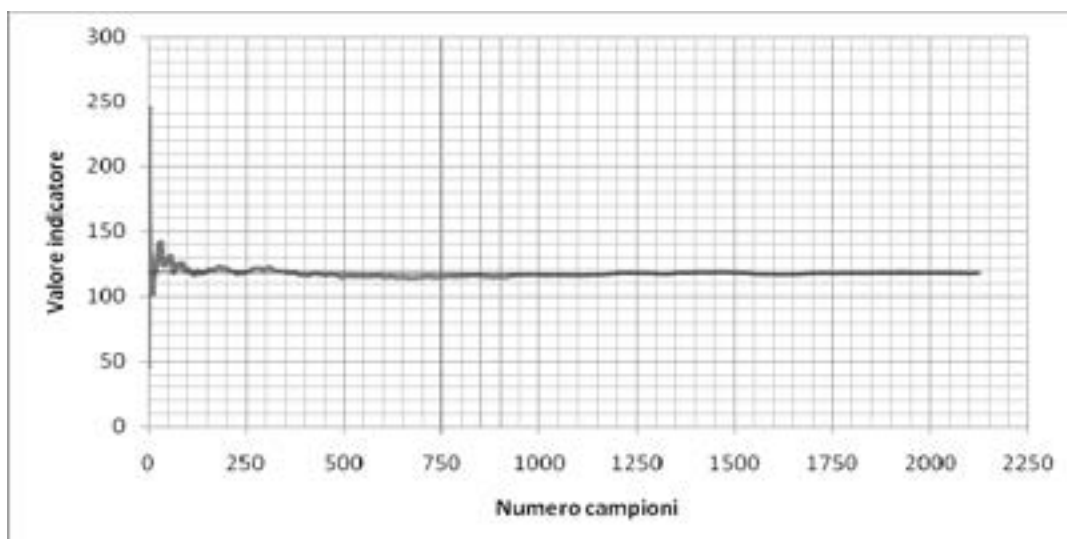


Fig 3.1 – Oscillazione dell’indicatore calcolato intorno al valore reale, all’aumentare del numero di campioni preso in analisi

Dalle valutazioni numeriche effettuate, si può asserire che per la ricerca in oggetto sarebbero sufficienti già 130 campioni ammettendo un errore entro il 10% tra il consumo calcolato e quello misurato.

In fase di raccolta dati sono stati reperiti circa 200 campioni da considerare assolutamente affidabili, permettendo così di considerare attendibili i risultati ottenuti.

Inoltre, per ottenere una corretta rappresentazione dello scenario nazionale, gli edifici presi in analisi sono stati scelti tra gruppi uniformemente distribuiti secondo diverse:

zone climatiche (sei zone);

dimensioni (piccola, media, grande);

assorbimenti di energia.

3.2 SUDDIVISIONE IN ZONE CLIMATICHE

I diversi edifici oggetto della ricerca presi in analisi non possono essere raggruppati secondo una semplice suddivisione in funzione della latitudine, ad esempio, nord, centro e sud. In particolare ogni zona presenta diverse condizioni altimetriche ed ambientali che la caratterizzano; pertanto è necessario introdurre nella presente ricerca una suddivisione che tenga realmente conto delle necessità energetiche della zona.

La suddivisione in zone climatiche dei comuni italiani è stata introdotta dal D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993: regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10. In breve gli oltre 8000 comuni italiani risultano suddivisi in sei zone climatiche, per mezzo della Tab.3.1 riportata anche nel decreto.

Nello stesso Decreto vengono definiti i "gradi giorno" di una località come la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente (convenzionalmente fissata a 20°C) e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il grado giorno [GG].

Ad ogni zona climatica viene associato il relativo *range* di gradi giorno: in tal modo si definisce, in maniera integrale, quali sono le necessità energetiche annuali per il riscaldamento. Tale relazione viene mostrata in Tab.1.

Zona Climatica	Gradi Giorno
A	< 600
B	da 601 a 900
C	da 901 a 1400
D	da 1401 a 2100
E	da 2100 a 3000
F	> 3000

Tab.3.1 – Suddivisione del territorio nazionale in zone climatiche, in relazione con i GG

Gli edifici oggetto di studio sono stati raggruppati in relazione alla zona climatica anche per l'analisi dei carichi elettrici; tale scelta è dovuta alla presenza degli impianti di condizionamento che gravano sul fabbisogno totale di un edificio con una quota media del 40%.

3.3 VALUTAZIONE DEGLI INDICATORI DI CONSUMO

Diversi indicatori di consumo sono stati presi in esame per verificare quale fosse il più aderente alla realtà energetica da delineare.

Per quanto riguarda i carichi termici (nel terziario, principalmente gas), avendo già verificato una proporzionalità tendenzialmente stabile tra il consumo di energia e la superficie, nonché una ridotta

dispersione dei dati, si è ritenuto opportuno non impiegare modelli complessi per l'analisi dei consumi. È peraltro evidente anche alla semplice ispezione qualitativa che i diversi volumi vengono riscaldati con metodologie e tecnologie molto simili tra loro. In tal caso per la raccolta dati viene utilizzato un indicatore di consumo, semplice e comprensibile a tutti, che rapporta la quantità di gas consumato per unità di superficie [m^3/m^2] per anno.

Si rileva che il consumo di gas da riscaldamento non è legato a fattori come il numero di occupanti ma principalmente alle dimensioni della struttura. Preso ad esempio un numero di campioni della zona climatica D, risulta evidente dalla Fig.3.2 come il dato indicatore di consumo termico dimostri una dispersione ridotta attorno al valore medio di circa 9 metri cubi per metro quadro.

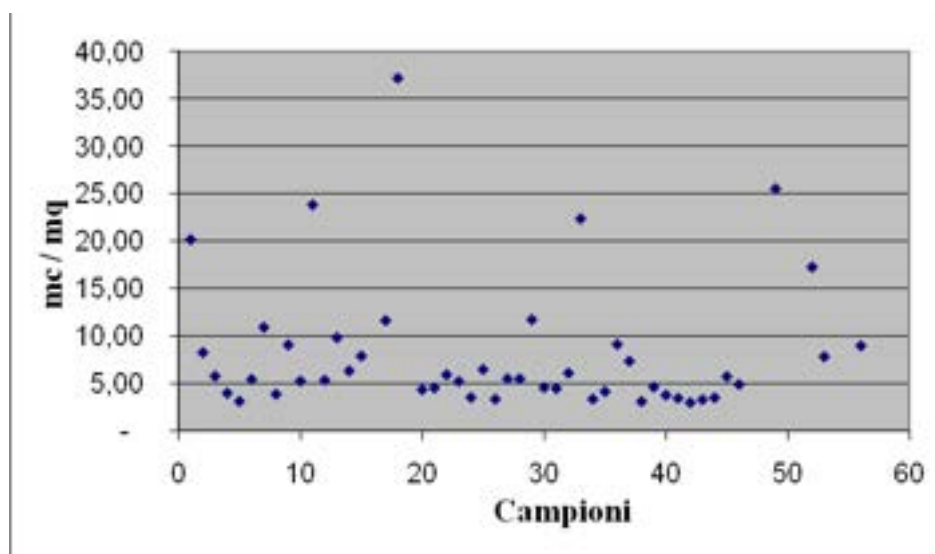


Fig.3.2 – Valori degli indicatori termici per un campione di edifici della zona climatica D

Al contrario, per i consumi elettrici si rileva una dispersione dei dati non accettabile ai fini di una previsione di consumo per i singoli edifici. Si suppone che la variabilità riscontrata derivi da un utilizzo degli apparecchi legato ad imprevedibili usi locali degli utilizzatori o al particolare servizio fornito. A titolo di esempio, si riporta in Fig.3.3 il valore degli indicatori elettrici di un gruppo di edifici appartenenti alla zona climatica E.

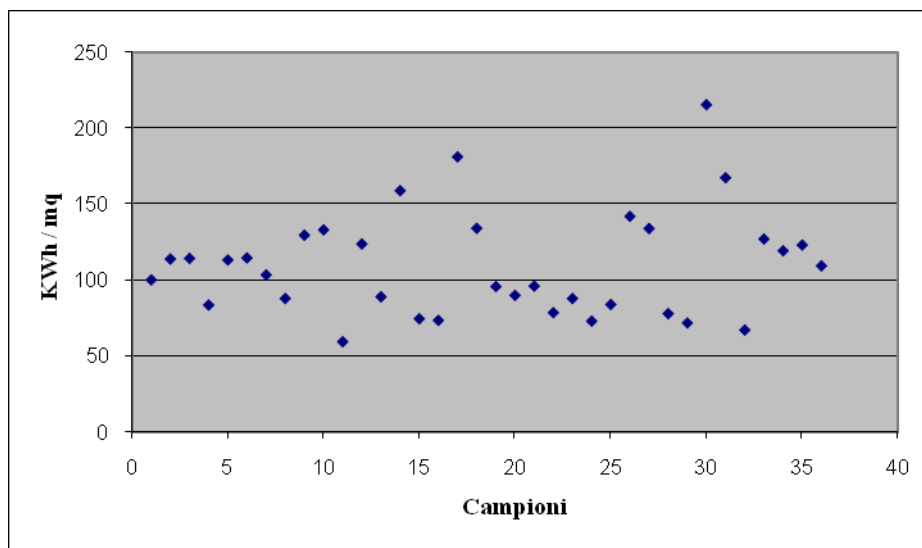


Fig.3.3 – Valori degli indicatori elettrici per un campione di edifici della zona climatica E

Essendo impossibile prevedere i coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità per gli utilizzatori impiegati, vengono proposti diversi modelli di valutazione del consumo elettrico globale di un edificio. Tra i principali vi sono quelli che rapportano l'energia assorbita a:

- metri quadri;
- volumi,
- numero di addetti,
- superficie per dipendente (inverso della densità).

Si è deciso di investigare quale fosse l'indicatore più adeguato a strutturare un modello matematico che desse, con sufficiente affidabilità, una previsione di consumo anche per il singolo edificio. Purtroppo ciò non è stato possibile a causa della ricorrente mancanza dei principali dati di riferimento come, ad esempio, il numero di addetti o il volume dell'involucro edilizio. Nella maggior parte degli edifici, a causa della presenza di consulenti esterni e del distacco di personale presso altre sedi, non è possibile conoscere il numero di impiegati presenti nella struttura, e tanto meno è disponibile la quantità numerica principale, quella delle ore uomo / anno. Inoltre, alcuni edifici ospitano più di una società e, purtroppo, nella maggior parte dei casi almeno una delle unità operative occupanti non può collaborare alla raccolta dati, rendendo impossibile ricavare il numero di addetti globale. In alcuni edifici tale dato non viene in nessuna maniera valutato.

Nella Tab.3.2 viene riportata una parte del database, a titolo di esempio, relativa alla sola zona climatica D: in tale prospetto si evidenzia la scarsa disponibilità del dato relativo al numero di addetti.

L'unico dato sempre disponibile, per tutti i fabbricati, è la superficie mentre per tutti gli altri richiesti nel questionario è stata reperita solo qualche sporadica e spesso poco attendibile indicazione.

Rif.	CITTA'	Energia [kWh / anno]	Superficie [mq]	Addetti n.
1	Pescara	76.378	270	
2	Pescara	93.324	7.550	
3	Pescara	45.492	132	
4	Pescara	60.013	350	
5	Pescara	34.569	135	
6	Pescara	404.212	4.920	
7	Pescara	31.665	228	
8	VITERBO	203.884	1.375	
9	VITERBO	34.806	189	
10	GENOVA	1.600.673	2.540	
11	GENOVA	537.026	7.176	
12	ROMA	1.264.473	6.265	
13	ROMA	731.866	4.136	
14	TERAMO	179.839	3.620	61
15	GENOVA	1.600.673	2.540	90
16	PISA	293.549	5.461	131
17	GENOVA	537.026	7.176	184
18	ROMA	1.264.473	6.265	241
19	ROMA	731.866	4.136	262
20	CALTANISSETTA	1.429.617	11.608	275
21	GENOVA	1.138.019	14.060	289
22	FIRENZE	1.858.829	15.150	354
23	CALTANISSETTA	1.429.617	11.608	
24	GENOVA	1.138.019	14.060	

25	FIRENZE	1.858.829	15.150	
26	ROMA	1.168.000	4.112	
27	ROMA	2.657.838	19.563	
28	ROMA	927.012	14.697	
29	ROMA	1.168.000	4.112	408
30	ROMA	2.657.838	19.563	466
31	ROMA	3.154.000	14.502	1.256
32	ROMA	34.481.487	228.630	
TO T		64.792.912	451.279	4.016

Tab.3.2 – Parziale del database: dati elettrici disponibili per la zona climatica D

CAPITOLO 4

ANALISI DEI DATI ELETTRICI

4.1 ANALISI DEI DATI CON IL MODELLO IN FUNZIONE DELLA SUPERFICIE (m²)

Come primo passo l'analisi dei consumi elettrici è stata effettuata a livello nazionale sulla raccolta globale di tutti i 200 campioni. Successivamente i risultati sono stati affinati valutando i consumi in riferimento alle singole zone climatiche.

L'indicatore utilizzato è quello a “metro quadro” e viene ricavato dal rapporto l'energia assorbita in un anno e la superficie, per ogni singola zona climatica:

$$I_e = \frac{kWh_{totali}}{m^2_{tot}}$$

Per valutare correttamente il consumo globale dei campioni analizzati sull'intero territorio nazionale è necessario effettuare il rapporto tra la somma delle energie assorbite dagli edifici e la somma delle superfici degli stessi in un anno. L'indicatore globale di riferimento ottenuto in questo caso è pari a 115 kWh/m² anno.

L'analisi di consumo condotta sul campione generato statisticamente, con un apposito programma di calcolo, produce un valore di circa 120 kWh/m² anno confermando quanto appena calcolato dai dati di consumo.

Verificata la rappresentatività del campione analizzato si passa a calcolare l'indicatore di consumo elettrico per singola zona climatica: i valori risultanti, come risulta evidente dalla Fig.4.1, sottolineano ancora una volta il peso che gli impianti di condizionamento hanno sul fabbisogno energetico di uno stabile.

Nella Tab.4.1, invece, il dato relativo agli indicatori elettrici viene indicato numericamente.

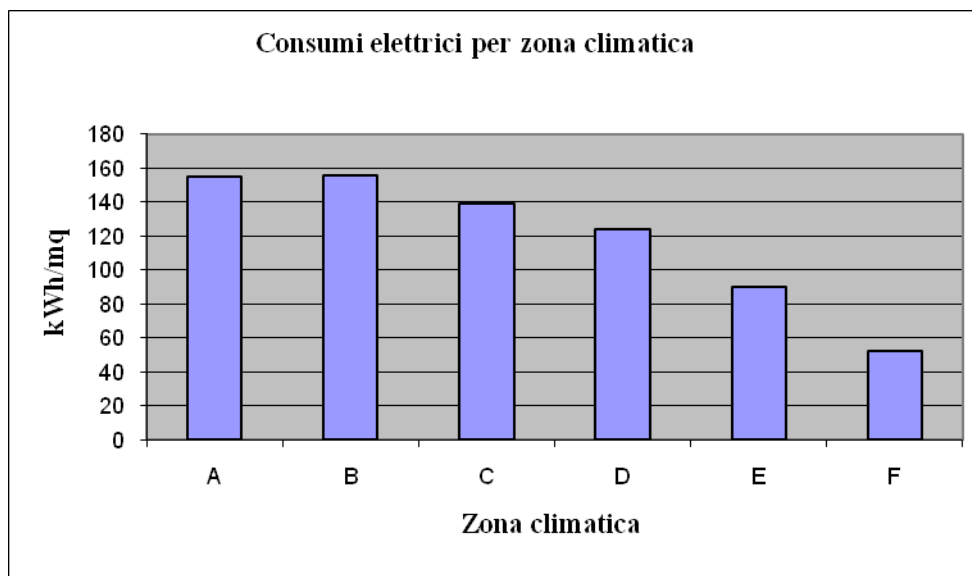


Fig.4.1 - Indicatori di consumo elettrico per zona climatica.

ZONA CLIMATICA	INDICATORE [kWh/m ² anno]
A	155
B	156
C	139
D	125
E	90
F	52

Tab.4.1 - Valori degli indicatori di consumo elettrico per zona climatica.

4.2 ANALISI DEI DATI CON IL MODELLO IN FUNZIONE DEL NUMERO DI ADDETTI

L'analisi dei consumi elettrici è stata effettuata anche tramite indicatore riferito al numero di addetti associati alla struttura. L'indicatore utilizzato è quello ad "addetto" e viene ricavato dal rapporto tra l'energia assorbita in un anno e il numero di addetti impiegati all'interno della struttura, per ogni zona climatica:

$$I_e = \frac{kWh_{totali}}{\text{addetti}}$$

Nonostante i 200 campioni, raccolti con difficoltà sul territorio nazionale, quelli completi dei dati relativi all'occupazione sono solamente il 20%.

In questo caso il campione in analisi non può essere considerato rappresentativo. Volendo comunque effettuare una valutazione dell'indicatore si rileva la non attendibilità dei risultati; questa è confermata dalla oscillazione degli indicatori per zona climatica mostrata in Fig.4.2.

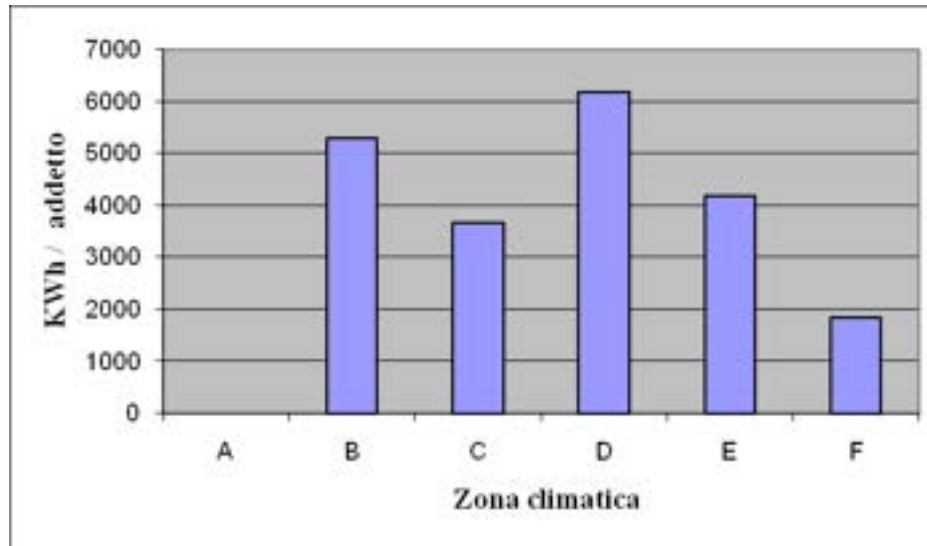


Fig.4.2 – Indicatore di consumo elettrico in funzione del numero di addetti, per zona climatica

Verificata quindi la non rappresentatività del campione analizzato ci si riserva la possibilità di approfondire tale analisi in futuro, sperando in una maggiore collaborazione da parte degli enti interessati.

4.3 ANALISI DEI DATI CON IL MODELLO IN FUNZIONE DELLA SUPERFICIE E DEL NUMERO DI ADDETTI

Una analisi corretta del consumo dovrebbe legare strettamente tra loro cause ed effetti. È pienamente condivisibile il principio secondo il quale una ricerca più approfondita dovrebbe basarsi su di un modello di calcolo che leghi gli attori/utilizzatori alle energie assorbite.

In tab.4.3 viene riportata una ripartizione di massima dei consumi che li vede legati a diverse variabili; questa deriva da una prima analisi effettuata su un numero peraltro limitato di campioni e potrebbe essere sviluppata in studi futuri.

UTILIZZATORE	% SUPERFICIE	% ADDETTO
Macchine da ufficio (PC, stampanti,	5	95

fotocopiatrici)		
Impianti tecnologici centralizzati;	100	0
Ascensori, montacarichi;	70	30
Illuminazione di interni ed esterni;	80	20
Condizionamento e ventilazione;	80	20

Tab.4.3 Ripartizione degli assorbimenti tra superficie ed addetti

Ritenendo non corretto legare un consumo esclusivamente ad una superficie o ad un numero di addetti, si è fatto uno studio preliminare per cercare di stabilire una relazione, fisicamente ed energeticamente corretta, tra l'energia assorbita ad entrambe le grandezze.

Tale strategia, pur corretta, non può essere al momento sfruttata per la parziale presenza di dati relativi alla occupazione.

Viene comunque proposto e studiato un modello misto che permetta di ricavare l'energia tramite due indicatori parziali, uno riferito alla superficie ed uno al numero di addetti:

$$E = I_S \cdot S + I_{Add} \cdot n_{Add}$$

dove: E è l'energia assorbita, I_S è l'indicatore riferito alla superficie, S è la superficie totale del fabbricato, I_{Add} è l'indicatore riferito al numero di addetti e n_{Add} è il numero di addetti.

Per la scarsità di dati relativi al numero di addetti il modello misto è stato testato solo su 40 campioni distribuiti sull'intero territorio nazionale (senza distinzione per zona climatica).

Per ogni fabbricato in analisi, gli indicatori parziali risultano due, pertanto è necessario suddividere correttamente tra essi l'energia totale assorbita. Per la valutazione dei suddetti indicatori è stato prodotto un apposito programma di calcolo, questo individua la combinazione migliore tra i due valori basandosi sulla minimizzazione dello scarto tra l'energia calcolata ed il dato reale.

Tramite le analisi effettuate, nonostante l'esiguo campione non rappresentativo, sono stati comunque ricavati dei valori di indicatori parziali che portano ad un risultato compreso nei valori attesi; pertanto, come da Tab.4.4, si conferma che è corretto legare i consumi specifici contemporaneamente alla superficie ed al numero di addetti.

Indicatori specifici del modello misto	
Indicatore mq	80 kWh/m ² anno
Indicatore Ad	3000 kWh/addetto anno

Tab.4.4 – Indicatori specifici relativi alla superficie ed al numero di addetti.

CAPITOLO 5

ANALISI DEI DATI TERMICI

5.1 MODELLO PROPOSTO

Al contrario di quanto avviene per l'analisi nel settore elettrico, il consumo di gas è legato essenzialmente alle caratteristiche fisiche della struttura; in genere il consumo di energia per il riscaldamento non varia significativamente in relazione con gli utilizzatori ed il numero di addetti.

Nella raccolta dati, per semplificare l'operazione agli amministratori con minime capacità tecniche, è stato utilizzato un indicatore di consumo semplice che rapporta il volume di gas naturale consumato [m³] alla superficie [m²]. Nella presentazione dei risultati, il dato viene riferito anche al rapporto tra energia termica consumata e superficie [kWh/m²]; l'operazione di conversione del dato viene effettuata considerando il potere calorifico inferiore del gas pari a 8250 kcal per metro cubo (indicato nella revisione finale (3 giugno 2004) del "Bilancio Energetico Nazionale 2001" redatto dal Ministero delle Attività Produttive. Detto fattore di conversione viene indicato al netto di ogni rendimento di conversione.

5.2 ANALISI DEI DATI CON IL MODELLO IN FUNZIONE DELLA SUPERFICIE

Nella maggior parte dei casi, i dati relativi alla struttura che occorrono per definire un modello accurato di previsione dei consumi risultano assenti. Non trattandosi di una approfondita analisi energetica "on site" sarebbero sufficienti al raggiungimento dell'obiettivo i seguenti dati integrali, peraltro di immediata rilevazione:

- superficie;
- volume;
- tipologia del fabbricato (pietra, struttura portante in cemento armato e tamponature in laterizio, prefabbricato...);
- tipologia della coperta (tetto spiovente a tegole, terrazzo...)
- percentuale superficie vetrata;

- tipologia degli infissi (vetro doppio o singolo...);
- trasmittanza termica.

Purtroppo, data la scarsa assistenza ottenuta, la maggior parte dei suddetti dati non sono pervenuti, con l'eccezione della quantità di gas naturale consumato e della superficie. Pertanto l'indicatore scelto fa riferimento ad una energia termica assorbita per unità di superficie:

$$I_t = \frac{kWh}{m^2_{tot}}$$

Anche in questo caso, il calcolo degli indicatori è stato accuratamente effettuato per ogni singola zona climatica. Si riportano in Fig.5.1 gli indicatori termici calcolati nel corso della presente ricerca; il relativo dato numerico, suddiviso per zona climatica, viene indicato in Tab.5.1.

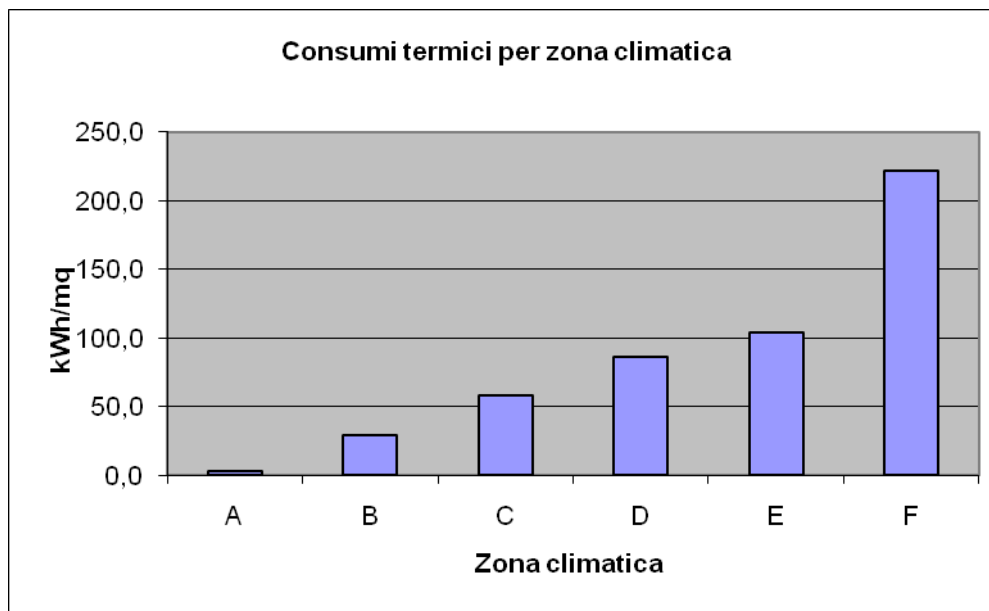


Fig.5.1 - Indicatori di consumo termico per zona climatica.

ZONA CLIMATICA	INDICATORE [m ³ /m ² anno]	INDICATORE [kWh/m ² anno]
A	0,3	2,9
B	3,0	28,8
C	6,0	57,6
D	9,0	86,4
E	10,9	104,6
F	23,1	221,8

Tab.5.1 - Valori degli indicatori di consumo termico calcolato come utilizzo di gas naturale e come energia termica impiegata (al netto di ogni rendimento di conversione), per zona climatica.

CAPITOLO 6

CONCLUSIONI

6.1 INDICATORI DI CONSUMO PER ASSORBIMENTI ELETTRICI

Dagli edifici sottoposti ad indagine sono stati ricavati gli indicatori di consumo elettrico per ogni zona climatica, di seguito in Tab.6.1.

ZONA CLIMATICA	INDICATORE [kWh/m ² anno]
A	155
B	156
C	139
D	125
E	90
F	52

Tab.6.1 – Energia elettrica assorbita in un anno per metro quadro di superficie, per zona climatica

6.2 INDICATORI DI CONSUMO PER ASSORBIMENTI TERMICI

Dai campioni analizzati sono stati ricavati gli indicatori di consumo termico per ogni zona climatica. Di seguito in Tab.6.2, vengono rispettivamente presentati sia come consumo di gas naturale sia come energia termica utilizzata (al lordo di ogni rendimento di conversione).

ZONA CLIMATICA	INDICATORE [m ³ /m ² anno]	INDICATORE [kWh/m ² anno]
----------------	--	--------------------------------------

A	0,3	2,9
B	3,0	28,8
C	6,0	57,6
D	9,0	86,4
E	10,9	104,6
F	23,1	221,8

Tab.6.2 – Energia assorbita in un anno per metro quadro di superficie, per zona climatica

6.3 CRITICITA' DEL LAVORO DI RICERCA

Nonostante le criticità incontrate, il lavoro è stato portato a termine fornendo comunque una corretta valutazione degli indicatori di interesse. Ovviamente, in assenza delle criticità sotto riportate nella Tab.6.3 si sarebbero potuti studiare modelli di previsione più affinati per una analisi energetica maggiormente approfondita anche a livello locale.

Le criticità riscontrate nel corso dell'opera vengono qui riportate con chiarezza sperando in una collaborazione comune che tenda almeno a ridurle per il futuro.

	FASE	STRUMENTI	TEMPI	CRITICITÀ
1	Analisi del problema	Teorici statistici	15 %	\
2	Definizione del questionario	Teorici Statistici Collaborazione con EMs	5 %	Rendere il questionario compatibile con le diverse esigenze degli EMs
3	Identificazione dei destinatari del questionario	Contatti: elenchi di Ems e responsabili PA	5 %	Spesso i responsabili o gli EMs hanno avuto problemi per l'autorizzazione a collaborare con il nostro ente di ricerca
4	Invio dei questionari	Contatti con gli EMs	5 %	Scarsa assistenza alle operazioni preliminari di coordinamento
5	Ricezione dei questionari	Contatti con gli EMs	35 %	Mancanza di sensibilizzazione, di organizzazione, di rispetto delle tempistiche

				(e spesso proprio dei dati)
6	Valutazione dei dati raccolti	Teorici Statistici	10 %	Carenza di dati per effettuare ulteriori approfondimenti
7	Feedback con gli EMs	Contatti con gli EMs	5 %	Scarsissima partecipazione nella condivisione dei dati e dei risultati
8	Elaborazione dei risultati	Teorici Numerici	20 %	\

Tab.6.3 – Fasi operative della ricerca e relative criticità incontrate

6.4 POSSIBILI SVILUPPI

La ricerca condotta deve essere considerata soltanto l’inizio di un percorso di grande importanza ma anche di notevole complessità.

La carenza di dati relativi alle strutture obbliga di fatto ad una futura indagine, maggiormente impegnativa e più lunga della presente.

Sarà inoltre necessario **effettuare una analisi dettagliata dei consumi**, quanto meno statistica, “entrando” dentro l’utenza e valutando gli usi finali che sono già stati identificati in:

- illuminazione,
- condizionamento,
- office equipment,
- refrigerazione,
- lavaggio,
- produzione ACS,
- sistemi ausiliari,
- eventuali tipologie o gruppi di utilizzatori non considerati preventivamente.

La **dispersione rilevata nei dati**, causa dei diversi utilizzatori e coefficienti di contemporaneità ed utilizzazione degli stessi, **non rende possibile applicare il risultato alla previsione di consumo di una singola struttura**. A questo fine, si rende assolutamente necessaria la creazione di un modello matematico specifico in grado di tenere conto dei singoli utilizzatori al fine di poter calcolare il fabbisogno di una struttura.

Tale lavoro necessita di uno staff più ampio e di tempi maggiori per svolgere una accurata attività di misura e ricerca all’interno delle strutture.

Come già detto, sembra comunque necessario **effettuare una opera di sensibilizzazione** all'interno della PA.

È necessario che le disposizioni di legge vengano attuate con la definizione degli **EMs**, e con la specifica operativa dei loro compiti e delle loro responsabilità. A questo proposito sembra assolutamente opportuna **una opera legislativa**, o, in alternativa, amministrativa a livello ministeriale, che specifichi ed **imponga compiti e doveri**.

Tutte le attività proposte hanno il fine intermedio di **raccogliere, organizzare e centralizzare generare i dati**, rendendoli disponibili per tutto il territorio interessato (comunale, regionale, statale).

Il fine ultimo è l'ottimizzazione energetica a livello locale e centrale, e l'individuazione delle politiche di consumo.

È perciò necessario istituire un sistema che obblighi le singole amministrazioni a generare i dati di consumo ed a fornirli ad una struttura centrale dedicata. Tale struttura deve non solo collazionare i dati ma anche e soprattutto elaborarli fornendo un opportuno feedback alle amministrazioni locali.

In breve, le azioni di sviluppo della ricerca possono essere riassunte come segue:

INCREMENTO DEL NUMERO DI DATI RELATIVI A SITUAZIONI LOCALI

- coinvolgimento di altri attori,
- invio di ulteriori questionari.

VALUTAZIONE DEI CONSUMI DI UTENZA

- censimento del tipo di apparecchiature,
- studio di modelli di previsione più particolareggiati,
- ampliamento degli inventari degli Enti con dati di tipo energetico.

SUPPORTO ALLA GENERAZIONE DI UN SISTEMA DI CATASTO ENERGETICO

- attività legislativa,
- attività amministrativa,
- attività normativa,
- attività informatica.

REDAZIONE DI LINEA GUIDA SULLA ORGANIZZAZIONE DELLA STRUTTURA INTERNA DI ENERGY MANAGEMENT DI UN EDIFICIO

- organigramma operativo,
- suddivisione dei compiti ed organizzazione del lavoro,
- trattamento ed elaborazione dei dati,
- provvedimenti ed interventi.

6.5 COMMENTI

Il lavoro di ricerca, nonostante le difficoltà della raccolta dati, ha permesso di realizzare una accurata analisi di consumo nazionale per gli edifici ad uso ufficio. Il lavoro fornisce un risultato fruibile per differenti obiettivi, tanto di livello globale quanto di livello locale:

- preparare una previsione di consumo integrale, cioè relativa all'insieme dei consumi di aggregati di edifici e/o complessi, anche per zona climatica;
- effettuare una valutazione dei propri consumi per involucri esistenti;
- effettuare una previsione di consumo per involucri che prenderanno tale destinazione d'uso.

Sono stati calcolati e verificati gli indicatori di consumo, in funzione della superficie, per ogni zona climatica. Le analisi sono state effettuate tanto per l'energia elettrica quanto per quella termica.

Saranno dettagliate tutte le problematiche incontrate nel corso della ricerca, con due obiettivi:

- per la valutazione della qualità e dell'affidabilità dei risultati;
- per l'organizzazione di una futura struttura operativa che possa superare le difficoltà, derivanti in ultima analisi dalla gestione dei servizi relativi ai patrimoni immobiliari e dalla scarsa sensibilità al problema energetico.

Il reperimento dei dati di consumo è un mezzo ineludibile per poter effettuare una analisi di gestione ed una previsione di consumo. Oggi tale reperimento richiede un contatto diretto con centinaia di responsabili ed EMS; questa fase della ricerca richiede in pratica la maggior parte del tempo di lavoro.

Con riferimento a questa ricerca, l'ampio carnet di contatti ad oggi acquisito permette di procedere ad eventuali approfondimenti in maniera più veloce, esaustiva e dettagliata. Più in generale, però, sembra assolutamente necessario istituire, in sede legislativa, un "Catasto Energetico" almeno degli edifici (o delle strutture in generale) utilizzati dalla PA e dalle organizzazioni collegate. Questa unità di ricerca dichiara fin d'ora la propria disponibilità ad operare in tal senso, collaborando tanto in fase legislativa quanto in quella operativa susseguente.

Roma, 9 dicembre 2008

Il responsabile della Ricerca

Prof. Ing. Ezio Santini

ALLEGATI

1. Questionario esteso
2. Questionario ridotto

RICERCA DI SISTEMA ENERGETICO - DIE - ENEA - MSE



SAPIENZA - Università di Roma
Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Resp. Prof. Ing. Ezio Santini, Ing. Stefano Elia
Via Eudossiana 18 – 00184 Roma – Tel. (06) 44585524 – 44585758 – Fax (06) 4883235
ezio.santini@uniroma1.it, stefano.elia@uniroma1.it

FOGLIO DI RACCOLTA DATI

RIFERIMENTI EDIFICIO

SOCIETA'	
CITTA'	
PROV.	
RIFERIM.	
TELEFONO	
MAIL	

DATI DI CONSUMO - BOLLETTE INTERO ANNO PRECEDENTE

ENERGIA ELETTRICA ATTIVA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Quantità	kWh												

EVENTUALE ENERGIA ELETTRICA REATTIVA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Quantità	KVARh												

FATTORE DI POTENZA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Fattore di potenza	Cosφ												

ENERGIA TERMICA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Quantità													
UNITA' DI MISURA (m ³ , litri, kg, altro)													
TIPOLOGIA DI COMBUSTIBILE (gas, gasolio, altro)													

	ENERGIA ELETTRICA	ENERGIA TERMICA
INDICARE SE I CONSUMI SONO RICAVATI DA BOLLETTA O DA LETTURA DIRETTA		

CARATTERISTICHE EDIFICIO

NUMERO TOTALE DI DIPENDENTI	
EVENTUALE CERTIFICAZIONE ENERGETICA, INDICARE CLASSE	
ANNO DI COSTRUZIONE	
SUPERFICIE TOTALE [m ²]	

VOLUME TOTALE [m ³]	
NUMERO PIANI TOTALE (INCLUSI EV.INTERRATI)	
NUMERO PIANI INTERRATI	
NUMERO STANZE	
GRANDEZZA MEDIA STANZE TIPO (USO UFFICIO) [m ²]	
NUMERO MEDIO PERSONE PER STANZA	
NUMERO BAGNI	
NUMERO STANZE RIUNIONI	
GRANDEZZA SALE RIUNIONI TIPO [m ²]	

CONSUMI ELETTRICI

CABINA DI TRASFORMAZIONE PROPIA (SI /NO, NUM. E POTENZA TRASFORMATORI [kVA])	
POTENZA COMPLESSIVA INSTALLATA (CONTRATTO DI FORNITURA) [kW]	
POTENZA MEDIA INSTALLATA IN SINGOLA STANZA [kW]	
TIPO LAMPADE (INCANDESCENZA, FLUORESCENZA, LED)	
NUMERO LAMPADE IN STANZA MEDIA	
POTENZA LAMPADE IN STANZA MEDIA [W]	
NUMERO PC	
POTENZA SINGOLO PC (COMPRESO DI ACCESSORI) [W]	
NUMERO FOTOCOPIATRICI (NO CENTRO COPIE)	
POTENZA MEDIA SINGOLA FOTOCOPIATRICE [kW]	
NUMERO ASCENSORI	
RIFASAMENTO (SI/NO), POTENZA (kVAR)	
PORTATA ASCENSORI (NUMERO PERSONE)	
ALTRO [kW]	
ALTRO [kW]	

CONDIZIONAMENTO ESTIVO			
TIPOLOGIA		NUMERO UNITA'	POT. SINGOLA UNITA' [kW]
	AUTONOMA		

	CENTRALIZZATA		
INDICARE IL PERIODO DI ACCENSIONE (MESI: DA... A....)			

CONSUMI TERMICI

	TIPOLOGIA	NUMERO	POTENZA TOT [kW]
ACQUA CALDA SANITARIA	ELETTRICA		
	TERMICA		
	TIPOLOGIA	NUMERO	POTENZA TOT [kW]
RISCALDAMENTO	CENTRALIZZATO		
ANNO INSTALLAZIONE CALDAIA			
PRESENZA DI CENTRALINE DI CONTROLLO (SI / NO)			
INDICARE IL PERIODO ACCENSIONE RISCALDAMENTO (MESI: DA....A....)			

CARATTERISTICHE STRUTTURALI

		SPESSORE [cm]
PARETI ESTERNE (INDICARE LO SPESSORE DEL TIPO DI PARETE USATA)	MURATURA IN MATTONI O TUFO	
	MURATURA IN PIETRA	
	PARETE A CASSA VUOTA (INTERCAPEDINE)	
	PARETE IN PANNELLI SANDWICH ISOLATI	
	PARETE VETRATA	
	ALTRO:	
EVENTUALE ISOLAMENTO PARETI (indicare int. o/e ext.)	TIPO:	
TIPOLOGIA VETRI	VETRI SINGOLI O DOPPI?	
STATO CONSERVAZIONE INFISSI (BUONO, DISCRETO, SUFFICIENTE, PESSIMO)		
STIMA RAPPORTO: SUPERFICI VETRATE / MURATURA		
TIPOLOGIA COPERTURA (INDICARE SE TERRAZZO O TETTO)		

LOCALI PARTICOLARI SOLO SE NON DOTATI DI PUNTO DI CONSEGNA PROPRIO

CENTRO COPIE	
NUMERO FOTOCOPIATRICI	
POTENZA MEDIA FOTOCOPIATRICI	
POTENZA TOTALE MACCHINE INSTALLATE [kW]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
EVENTUALE POTENZA INSTALLATA DI CONDIZIONAMENTO LOCALE [kW]	
SUPERFICIE LOCALE [m ²]	
SALA MENSA	
SUPERFICIE SALA MENSA [m ²]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
NUMERO POSTI	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO	
CUCINA	
POTENZA FIGORIFERI [kW]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO [kW]	
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA (MACCHINARI) [kW]	
BAR	
SUPERFICIE [m ²]	
POTENZA FIGORIFERI [kW]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO [kW]	
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA (MACCHINARI) [kW]	
SALA RIUNIONI	
SUPERFICIE [m ²]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO [kW]	
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA (MACCHINARI) [kW]	

POTENZA RISCALDAMENTO INVERNALE [kW]	
ORE DI UTILIZZO MENSILI	
CENTRO ELABORAZIONE DATI E SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE	
SUPERFICIE [m ²]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO [kW]	
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA (MACCHINARI) [kW]	
ALTRO	
SUPERFICIE [m ²]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO [kW]	
POTENZA RISCALDAMENTO INVERNALE [kW]	
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA (MACCHINARI) [kW]	

SOLUZIONI INNOVATIVE

	IMPIANTO	kW INSTALLATI	ENERGIA ANNUA kWh
PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA	FOTOVOLTAICO		
	EOLICO		
	COGENERATIVO		
	IMPIANTO	kW INSTALLATI	ENERGIA ANNUA kWh
PRODUZIONE ENERGIA TERMICA	SOLARE		
	COGENERAZIONE		

EVENTUALI DATI DISPONIBILI SULLA ENERGIA PRODOTTA DA FONTI ALTERNATIVE

ENERGIA ELETTRICA ATTIVA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Quantità	kWh												
EVENTUALE ENERGIA ELETTRICA REATTIVA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre

Quantità	KVARh												
ENERGIA TERMICA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Quantità	kWh												

RICERCA DI SISTEMA ENERGETICO - DIE - ENEA - MSE



SAPIENZA - Università di Roma
 Dipartimento di Ingegneria Elettrica
 Resp. Prof. Ing. Ezio Santini, Ing. Stefano Elia
 Via Eudossiana 18 – 00184 Roma – Tel. (06) 44585524 – 44585758 – Fax (06) 4883235
 ezio.santini@uniroma1.it, stefano.elia@uniroma1.it

FOGLIO DI RACCOLTA DATI

RIFERIMENTI EDIFICIO

SOCIETA'	
CITTA'	
PROV.	
RIFERIM.	
TELEFONO	
MAIL	

DATI DI CONSUMO - BOLLETTE INTERO ANNO PRECEDENTE

ENERGIA ELETTRICA ATTIVA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Quantità	kWh												

EVENTUALE ENERGIA ELETTRICA REATTIVA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre

Quantità	KVARh												
----------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

FATTORE DI POTENZA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Fattore di potenza	cosφ												

ENERGIA TERMICA													
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Quantità													
UNITA' DI MISURA (m ³ , litri, kg, altro)													
TIPOLOGIA COMBUSTIBILE(GAS, GASOLIO, ALTRO)													

	ENERGIA ELETTRICA	ENERGIA TERMICA
INDICARE SE I CONSUMI SONO RICAVALI DA BOLLETTA O DA LETTURA DIRETTA		

CARATTERISTICHE EDIFICIO

NUMERO TOTALE DI DIPENDENTI	
EVENTUALE CERTIFICAZIONE ENERGETICA, INDICARE CLASSE	
ANNO DI COSTRUZIONE	
SUPERFICIE TOTALE [m ²]	
VOLUME TOTALE [m ³]	
NUMERO PIANI TOTALE (INCLUSI EV.INTERRATI)	
NUMERO PIANI INTERRATI	
NUMERO STANZE	
GRANDEZZA MEDIA STANZE USO UFFICIO [m ²]	
NUMERO MEDIO PERSONE PER STANZA	
NUMERO BAGNI	
NUMERO STANZE RIUNIONI	
GRANDEZZA SALE RIUNIONI TIPO [m ²]	

CONSUMI ELETTRICI

POTENZA COMPLESSIVA INSTALLATA (CONTRATTO DI FORNITURA) [kW]	
POTENZA COMPLESSIVA STANZA MEDIA [kW]	
NUMERO LAMPADE IN STANZA MEDIA	
POTENZA LAMPADE SINGOLA STANZA MEDIA [kW]	
TIPO LAMPADE (INCANDESCENZA, FLUORESCENZA, LED)	
NUMERO PC	
NUMERO FOTOCOPIATRICI (NO CENTRO COPIE)	
NUMERO ASCENSORI	
PORTATA ASCENSORE (NUMERO PERSONE)	
ALTRO [kW]	
ALTRO [kW]	

CONDIZIONAMENTO ESTIVO				
TIPOLOGIA			NUMERO UNITA'	POTENZA TOT [kW]
		CENTRALIZZATA		
		AUTONOMA		
INDICARE IL PERIODO DI ACCENSIONE (MESI: DA... A....)				

CONSUMI TERMICI

ACQUA CALDA SANITARIA	TIPOLOGIA	NUMERO	POTENZA TOT [kW]
	ELETTRICA		
	TERMICA		
RISCALDAMENTO	TIPOLOGIA	NUMERO	POTENZA TOT [kW]
	CENTRALIZZATO		
ANNO INSTALLAZIONE CALDAIA			
TIPO COMBUSTIBILE (GAS O GASOLIO)			
PRESENZA DI CENTRALINE DI CONTROLLO (SI / NO)			

INDICARE IL PERIODO ACCENSIONE RISCALDAMENTO (MESI: DA....A....)	
---	--

CARATTERISTICHE STRUTTURALI

		SPESSORE [cm]
PARETI ESTERNE (INDICARE LO SPESSORE DEL TIPO DI PARETE USATA)	MURATURA IN MATTONI	
	MURATURA IN PIETRA O A SECCO	
	PARETE A CASSA VUOTA (INTERCAPEDINE)	
	PARETE IN PANNELLI SANDWICH ISOLATI	
	PARETE VETRATA	
	ALTRO:	
EVENTUALE ISOLAMENTO PARETI (indicare int. o/e ext.)	TIPO:	
TIPOLOGIA VETRI	VETRI SINGOLI O DOPPI?	
STATO CONSERVAZIONE INFISSI (BUONO, DISCRETO, SUFFICIENTE, PESSIMO)		
STIMA RAPPORTO: SUPERFICI VETRATE / MURATURA		
TIPOLOGIA TETTO (TETTO O TERRAZZO)		

LOCALI PARTICOLARI SOLO SE NON DOTATI DI PUNTO DI FORNITURA AUTONOMO

CENTRO COPIE	
NUMERO FOTOCOPIATRICI	
POTENZA MEDIA FOTOCOPIATRICI	
POTENZA TOTALE MACCHINE INSTALLATE [kW]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
EVENTUALE POTENZA INSTALLATA DI CONDIZIONAMENTO LOCALE [kW]	
SUPERFICIE LOCALE [m ²]	
SALA MENSA	
SUPERFICIE SALA MENSA [m ²]	
ILLUMINAZIONE [kW]	

NUMERO POSTI	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO	
CUCINA	
POTENZA FIGORIFERI [kW]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO [kW]	
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA (MACCHINARI) [kW]	
BAR	
SUPERFICIE [m ²]	
POTENZA FIGORIFERI [kW]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO [kW]	
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA (MACCHINARI) [kW]	
SALA RIUNIONI	
SUPERFICIE [m ²]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
POTENZA CONDIZIONAMENTO ESTIVO [kW]	
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA (MACCHINARI) [kW]	
POTENZA RISCALDAMENTO INVERNALE [kW]	
UTILIZZO (ORE AL MESE)	
CENTRO ELABORAZIONE DATI E SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE	
SUPERFICIE [m ²]	
ILLUMINAZIONE [kW]	
POTENZA CONDIZIONAMENTO [kW]	
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA (MACCHINARI) [kW]	