



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Caratterizzazione dei consumi energetici nazionali delle  
strutture ad uso grande distribuzione commerciale

*Ezio Santini, Stefano Elia*

Report RdS/2010/195

CARATTERIZZAZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI NAZIONALI DELLE STRUTTURE AD USO  
GRANDE DISTRIBUZIONE COMMERCIALE

Ezio Santini, Stefano Elia

Settembre 2010

Report Ricerca di Sistema

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Usi finali

Tema: "Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione".

Responsabile Tema: Gaetano Fasano- ENEA

## INDICE

---

### **CAPITOLO 1: INTRODUZIONE AL PROBLEMA**

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

### **CAPITOLO 2: RACCOLTA DATI**

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

### **CAPITOLO 3: STRUMENTI E METODI DI ANALISI DEI DATI**

3.1	I DATI DI BASE	10
3.2	SUDDIVISIONE IN ZONE CLIMATICHE	10
3.3	VALUTAZIONE DEGLI INDICATORI DI CONSUMO	11

### **CAPITOLO 4: ANALISI DATI ELETTRICI**

4.1	ANALISI DEI DATI ELETTRICI	13
4.2	ANALISI DEI DATI TERMICI	17

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

## **CAPITOLO 5: CONCLUSIONI**

5.1	INDICATORI DI CONSUMO PER ASSORBIMENTI ELETTRICI	21
5.2	INDICATORI DI CONSUMO PER ASSORBIMENTI TERMICI	21
5.3	CRITICITA' DEL LAVORO DI RICERCA	22
5.4	POSSIBILI SVILUPPI	23
5.5	COMMENTI	24

## **ALLEGATI**

QUESTIONARIO

## CAPITOLO 1

### INTRODUZIONE AL PROBLEMA

---

#### 1.1 IL CONTESTO DI RIFERIMENTO E L'INDIVIDUAZIONE DEI CONSUMI

Nel seguito di questa analisi, che ha obiettivi di natura strettamente energetica, le utenze prese in esame sono quelle asservite alle installazioni della grande distribuzione commerciale.

È ben noto che gli impianti del settore 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 mettere a punto un algoritmo che possa valutare quantitativamente 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 come obiettivo principale il calcolo degli indicatori di consumo per gli edifici ad uso distribuzione commerciale.

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 presenti nelle installazioni di supermercati e centri commerciali sono i seguenti:

- impianti di illuminazione interni e esterni;
- impianto di condizionamento e ventilazione;
- impianti frigoriferi;
- impianti tecnologici;
- macchine da ufficio, computer, casse, bilance e macchinari vari;
- apparati di sollevamento (ascensori e montacarichi),

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

#### **RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

Il condizionamento è per sua natura un fabbisogno di tipo termico, ma i risultati della ricerca rivelano che viene solitamente associato ad assorbimenti elettrici convenzionali; è risultato infatti che le macchine delegate a questa funzione sono generalmente alimentate da fonte elettrica.

Come prevedibile, i risultati della ricerca confermano che i consumi elettrici variano in funzione della zone climatiche: si è quindi resa necessaria una analisi specifica per definire diversi indicatori, uno per ogni zona climatica.

Con particolare riferimento agli impianti di condizionamento, i risultati della campagna di raccolta dati rivelano che i consumi risultano largamente variabili a causa di fattori poco prevedibili e standardizzabili come gli orari di apertura, le abitudini dei lavoratori o il tipo di servizio/bene prodotto/distribuito.

Nell’analisi in oggetto non sono presi in considerazione i pochissimi impianti dotati di cogeneratore o di impianto di produzione da fonte rinnovabile, per due motivi:

- la percentuale di impianti dotati di sistemi tecnologici è bassissima e non significativa sul dato complessivo nazionale (1% circa);
- un dato relativo ad un sistema diverso da quello mediamente utilizzato in Italia falserebbe la valutazione di un dato generale aggregato relativo ad impianti tipo.

#### **CONSUMI TERMICI**

I consumi di energia termica sono attribuibili quasi esclusivamente al fabbisogno di calore per il riscaldamento degli ambienti durante il periodo invernale.

Dai dati raccolti si deduce che il fabbisogno di calore per l’acqua calda sanitaria 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.

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

## 1.2 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 tengono conto anche della zona climatica.

Il lavoro di ricerca ha l'ulteriore scopo di valutare se è possibile individuare un eventuale legame tra i consumi di energia e tra le caratteristiche tecniche dell'involucro edile.

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 ha inteso individuare gli addetti al monitoraggio ed alla gestione dei consumi all'interno delle aziende. In generale, si tratta degli Energy Manager (EM). In base agli elenchi disponibili di EM 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 EM. Scopo complementare dell'opera era anche quello di instaurare con gli EM 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 funzionale degli impianti. Come stato non si intende soltanto la quantità di energia utilizzata, ma anche l'andamento temporale degli assorbimenti, nonché le caratteristiche tecniche degli impianti, delle condizioni di fornitura e delle tempistiche/modalità di utilizzo. Considerando la complessità del problema, l'approccio di tentativo iniziale è stato quello del coinvolgimento degli EM, cioè dei detentori dei dati di consumo individuale. Al fine di ottenere dagli EM 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, questa attività 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<sup>3</sup>) di combustibile;
- superficie della struttura;
- volume della struttura;
- localizzazione geografica (zona climatica).

La conoscenza di questi valori risulta importante per affinare la valutazione degli indicatori di consumo. Come si discuterà nel seguito, la mancata conoscenza di alcuni dei dati, per un dato edificio e/o complesso, porta necessariamente alla non-considerazione del campione in esame.

Alcuni dei dati ritenuti di secondaria importanza sono i seguenti:

- dati relativi all'involucro edilizio;
- suddivisione superfici tra vendita e magazzino;

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

- suddivisione superfici tra alimentare e generico;
- dati relativi alla destinazione d'uso;
- quantità superfici vetrate;
- tipo di urbanizzazione della zona;
- effettiva frequentazione dei locali in ore/uomo per anno.

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 EM ed ai responsabili delle attività, 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 EM 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.

Nel questionario sono state inserite voci atte a reperire eventuali informazioni su eventuali generatori e/o cogeneratori che potrebbero, in caso di utilizzo, tenere il campione fuori dal raggruppamento in analisi.

A partire dalle conoscenze generate dalle precedenti esperienze in questo settore di ricerca di sistema, si è stilato direttamente un questionario in forma particolarmente ridotta, al fine di ottenere almeno i pochi dati disponibili.

Il questionario è riportato in allegato alla fine della presente relazione.

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

### 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 aziende ed imprenditori che EM.

Per lo stesso motivo si è proceduto a raccogliere dati relativi a strutture di diverse grandezze ed operanti in diversi settori.

La risposta al questionario è stata sostanzialmente e formalmente insufficiente nonostante la varietà delle aziende contattate e dei servizi da queste erogati.

Probabilmente, ciò è dovuto al fatto che in tali strutture non viene condotta una politica di gestione dell'energia e, quindi, non risulta possibile avere un colloquio proficuo.

È necessario sottolineare un fatto: la risposta alla operazione di raccolta dati ha avuto un esito decisamente negativo. L'assistenza e la disponibilità risultano scarse. Alcune aziende affidano direttamente in outsourcing la gestione energetica, perdendo di conseguenza ogni relazione con essa. Anche nelle strutture in cui esiste una figura interna addetta alla gestione energetica, questa, spesso, non ha le necessarie competenze e in definitiva ha disinteresse per il problema.

Inoltre, essendo stata riscontrata nei singoli interlocutori una scarsa sensibilità individuale nei confronti del problema energetico nel suo complesso, si è reso necessario approfondire rapporti di collaborazione con ogni singola entità, al fine di reperire – porta a porta - per lo meno i dati di consumo e la superfici dei locali.

Si è rivelato praticamente impossibile reperire all'interno delle singole strutture una figura in possesso dei dati generali dell'involucro edilizio, della presenza di addetti (spesso i dati relativi all'affluenza vengono gelosamente tenuti riservati – probabilmente per timore di spionaggio industriale). Pertanto nella ricerca non è stato possibile tenere conto degli aspetti termici degli edifici e delle persone a causa della totale mancanza dei dati.

In conclusione, sul territorio nazionale, è stato possibile a reperire i dati di consumo di 48 aziende del settore.

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

## 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.

Il numero di campioni rilevati, sul territorio nazionale, è di 48. Tale quantità si ritiene sufficiente a rappresentare l'intero scenario in quanto la variazione delle medie ottenute, per ogni zona climatica, è al di sotto del 5% già con 20 campioni.

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

- zone climatiche (quattro zone, B,C,D,ed E);
- dimensioni (piccola, media, grande; da 1.000 fino a 60.000 metri quadri);
- assorbimenti di energia.

#### 3.2 SUDDIVISIONE IN ZONE CLIMATICHE

I diversi fabbricati 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 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

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

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*

Nelle zone estreme A ed F non è stato possibile reperire un campione ampio e valido data la scarsità di grandi attività; pertanto la ricerca si è limitata ad analizzare le zone climatiche intermedie B, C, D, ed E.

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 50 – 60 %.

### 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.

Tra i principali vi sono quelli che rapportano l'energia assorbita a:

- metri quadri;

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

- metri cubi,
- affluenza.

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, non è stato possibile analizzare (a causa della ricorrente mancanza dei dati sul numero di clienti) l'affidabilità dell'indicatore di consumo relativo.

E' stato invece possibile confrontare gli indicatori di consumo, rispettivamente per il consumo elettrico e quello termico, in funzione dei metri quadri di superficie e dei metri cubi di volume.

I suddetti indicatori, di seguito vengono nominati come:

- indicatore di consumo elettrico a metro quadro, I E MQ,
- indicatore di consumo termico (gas) a metro quadro, I T MQ,
- indicatore di consumo elettrico a metro cubo, I E MC,
- indicatore di consumo termico (gas) a metro cubo, I T MC.

L'indicatore in funzione del volume della struttura – sia elettrico (I E MC) sia termico (I T MC) - ha dimostrato, come si evince dalle Tab.4.1 e 4.3, di presentare un notevole peggioramento dello scarto quadratico rispetto ai rispettivi indicatori a metro quadro. L'indicatore in funzione del metro cubo presenta la stessa precisione di quello a metro quadro solamente nella zona climatica B, per tutte le altre zone presenta un peggioramento dello scarto che va dal 30 al 50 %.

Ciò premesso, in funzione dei dati disponibili per la ricerca in oggetto, si fa riferimento agli indicatori che forniscono i consumi in funzione della superficie totale dell'azienda, I E MQ ed I T MQ.

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

## CAPITOLO 4

### ANALISI DEI DATI

---

#### 4.1 ANALISI DEI DATI ELETTRICI

Va premesso che tutti i dati di consumo analizzati e gli indicatori di seguito ricavati fanno riferimento all'intero anno solare 2009.

Come appena chiarito, 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:

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

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 involucri e la somma delle superfici degli stessi in un anno.

L'indicatore globale nazionale di riferimento ottenuto in questo caso è pari a 354 kWh/m<sup>2</sup> anno.

Nella Tab.4.1, vengono indicati i dati relativi agli indicatori ottenuti. Da notare come non vi sia una relazione che veda aumentare o decrescere contemporaneamente i consumi e le necessità legate alla diversa zona climatica. Nella tabella vengono anche indicati gli scarti quadratici medi relativi agli indicatori.

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

	I E MQ [KWh/ mq]	I E MC [KWh/m c]	
medio	378,4	66,3	
scarto	46,7	10,4	ZONA B
% scarto	12,3	15,7	
medio	277,9	53,1	
scarto	36,2	12,6	ZONA C
% scarto	13,0	23,8	
medio	290,6	55,2	
scarto	73,3	27,6	ZONA D
% scarto	25,2	50,0	
medio	341,3	68,2	
scarto	90,5	29,9	ZONA E
% scarto	26,5	43,9	

*Tab.4.1 – Indicatori di consumo elettrico in funzione dei metri quadri (I E MQ) e dei metri cubi (I E MC), per le diverse zona climatiche*

Si riportano, nelle seguenti figure, i grafici che mettono in relazione i singoli campioni di consumo con la superficie occupata dall’attività. Infatti, vengono presentati i dati di assorbimento delle singole attività in ordine crescente di superficie; il fatto che tali valori siano stabili al variare della superficie è la dimostrazione che gli indicatori ottenuti sono associabili a qualsiasi superficie, dalla piccola alla grande distribuzione ( 1.000 – 60.000 metri quadri).

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

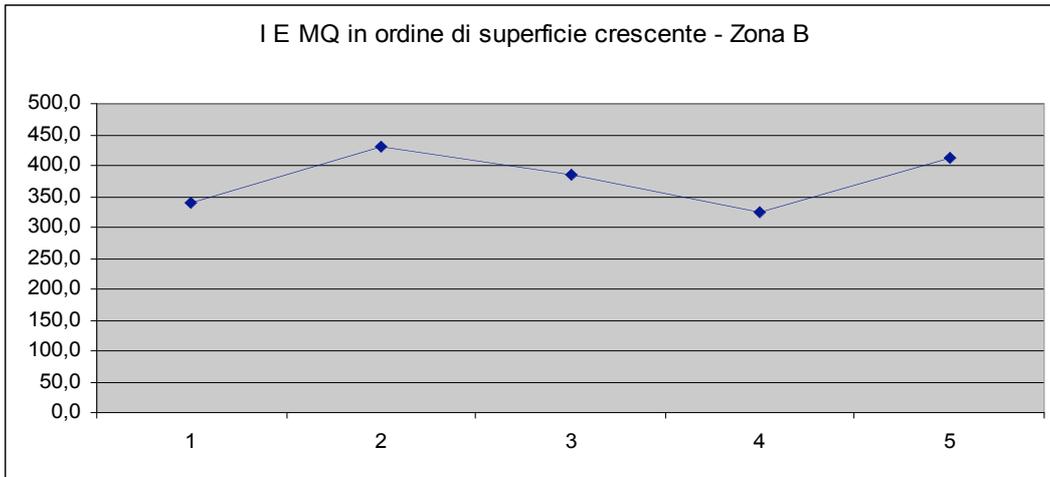


Fig.4.1 – Dati di consumo dei campioni, in ordine di superficie crescente, per la zona B

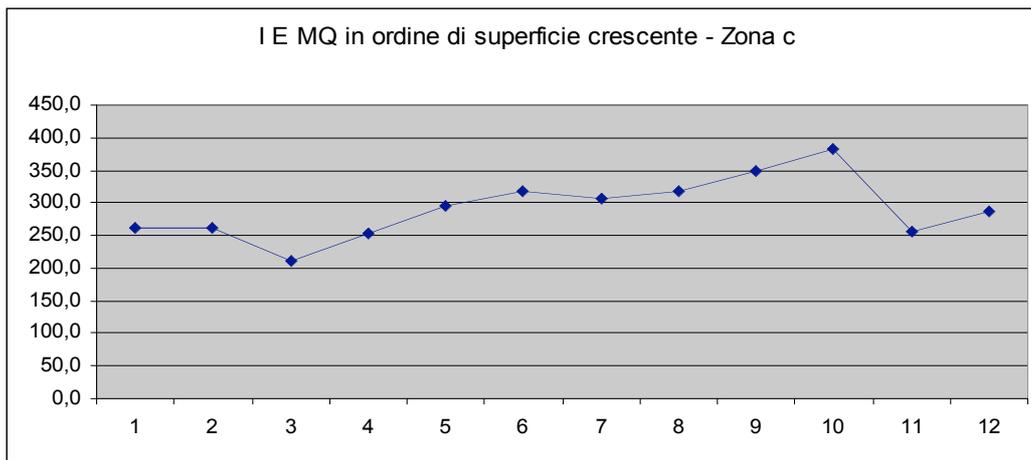
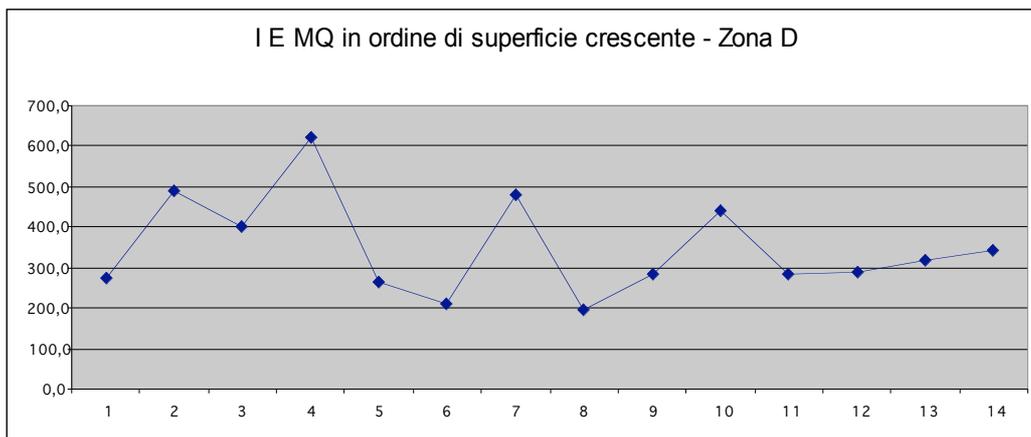


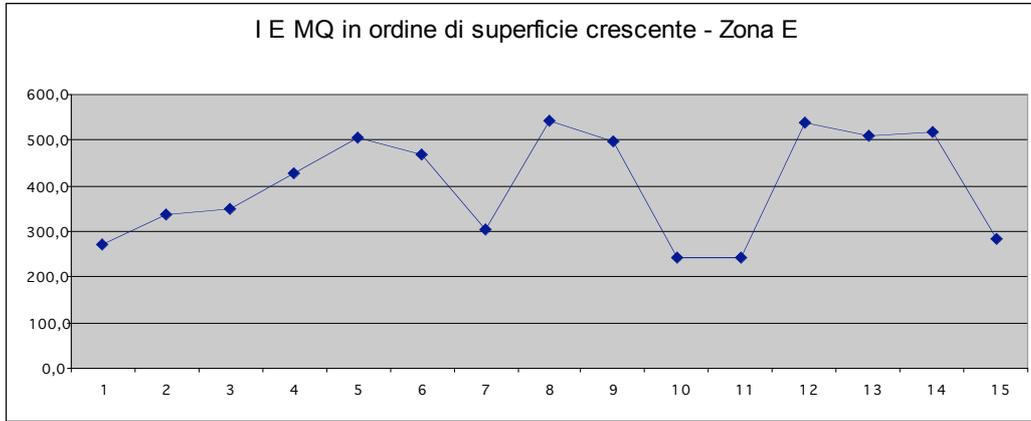
Fig.4.2 – Dati di consumo dei campioni, in ordine di superficie crescente, per la zona C



Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

*Fig.4.3 – Dati di consumo dei campioni, in ordine di superficie crescente, per la zona D*



*Fig.4.4 – Dati di consumo dei campioni, in ordine di superficie crescente, per la zona E*

E' necessario sottolineare che, uniformemente ripartiti sul territorio nazionale, il 20% circa delle attività riscalda gli ambienti di inverno mediante l'impianto di climatizzazione elettrico. Tali attività presentano, ovviamente, un consumo di gas nullo. I dati relativi sono presentati in Tab.4.2.

	I E MQ [KWh/m q] tutto elettrico	
medio	331,8	
scarto	62,7	ZONA C
%scarto	18,9	
medio	497,0	
scarto	91,2	ZONA D
%scarto	18,4	
medio	392,9	
scarto	210,8	ZONA E

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

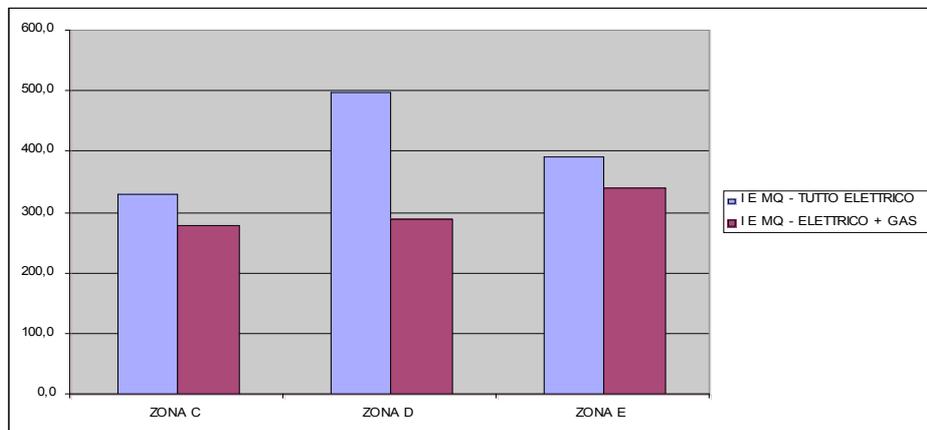
**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

%scarto	53,6
---------	------

*Tab.4.2 – Indicatori di consumo medi, per zona climatica, relativi alle sole attività che producono sia caldo che freddo con climatizzatori elettrici*

Non sono stati reperiti campioni di attività che non utilizzano caldaie a gas per il riscaldamento invernale nella zona B, pertanto in confronto qui presentato tiene conto solamente delle zone C, D ed E.

In Fig.4.5 vengono confrontati gli indicatori elettrici (I E MQ) medi degli esercizi commerciali che hanno climatizzazione tutta elettrica con quelli che l’hanno elettrica e termica a gas.



*Fig.4.5 confronto di indicatori elettrici tra attività con riscaldamento invernale elettrico ed attività con riscaldamento tradizionale a gas.*

Nell’ambito della ricerca, è stato fatto spesso osservare ai responsabili della attività che il sistema di riscaldamento elettrico in essere poteva essere sostituito proficuamente con un sistema tradizionale a gas; a tale considerazione è stato risposto senza alcuna giustificazione con le più diverse affermazioni:

- conviene il riscaldamento elettrico per periodi limitati,
- conviene il riscaldamento elettrico perché costa di meno l’impianto,
- conviene il riscaldamento elettrico per siti con  $\Delta T$  basso ed al Sud,
- non interessa in quanto il locale caldaia ruberebbe spazio alla vendita quando le macchine per il condizionamento trovano facilmente spazio sui tetti.

Tali risultati, ancora una volta, confermano la scarsa sensibilità degli esercenti degli impianti, che limita l’accuratezza dell’indagine energetica.

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

**4.2 ANALISI DEI DATI TERMICI**

Al contrario di quanto avviene per l’analisi nel settore elettrico, il consumo di gas è legato essenzialmente alle caratteristiche fisiche della struttura. Anche in questo caso i dati sono risultati decisamente scarsi obbligando a restringere il campo di analisi agli indicatori in funzione dei metri quadri e dei metri cubi.

Spesso i dati relativi all’involucro non sono reperibili in quando la società esercente è affittuaria e nessuno si è mai preoccupato, in fase di contratto, di effettuare una verifica in tal senso. Spesso si nota che le attività trovano spazio negli interrati di condomini che, in quanto tali, limitano in maniera sostanziale qualsiasi intervento migliorativo peggiorando ulteriormente la gestione energetica.

Il dato che più frequentemente disponibile sulle strutture è relativo alle superfici vetrate: il valore medio si attesta sul 5% circa. Tale dato evidenzia anche come non venga assolutamente sfruttato l’apporto di luce naturale nelle strutture in oggetto.

Nella presentazione dei risultati, il dato viene riferito anche al rapporto tra energia termica consumata e superficie [kWh/m<sup>2</sup>]; 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.

Come per l’analisi dei consumi elettrici, anche in questo caso l’indicatore scelto fa riferimento ad una energia termica assorbita per unità di superficie:

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

Si riportano in Tab.4.3 gli indicatori termici ricavati nel corso della presente ricerca, sotto forma di gas consumato e di energia termica impiegata (al netto di ogni rendimento di conversione).

	I T MQ [mc_gas/ mq]	I T MC [mc_gas/ mc]	I T MQ [kWh/mq ]	I T MQ [kWh/mc ]	
medio	5,0	0,9	47,7	8,3	
scarto	0,6	0,1			ZONA B
% scarto	11,2	10,8			

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

medio	3,7	0,7	35,4	6,7	
scarto	0,3	0,1			ZONA C
% scarto	7,4	16,9			
medio	2,9	0,5	28,0	5,1	
scarto	0,4	0,1			ZONA D
% scarto	14,6	19,8			
medio	6,0	1,2	57,4	11,8	
scarto	3,4	1,0			ZONA E
% scarto	56,1	79,6			

*Tab.4.3 - Indicatori di consumo termico in funzione dei metri quadri (I T MQ) e dei metri cubi (I T MC), per le diverse zona climatiche*

Dai dati appena presentati si conferma che, anche nell’analisi termica, si ha una migliore affidabilità degli indicatori riferendosi ai metri quadri piuttosto che ai metri cubi di volume della struttura.

Vengono di seguito presentati i dati di consumo di gas delle singole attività in ordine crescente di superficie; come nell’elettrico, i consumi di gas risultano essere praticamente costanti al variare della superficie, nonostante si passi da 1.000 a 60.000 metri quadri.

Va sottolineato che i campioni che presentano un assorbimento di gas nullo vengono ovviamente esclusi dalla seguente rappresentazione grafica, così come lo sono stati per la valutazione dell’indicatore.

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

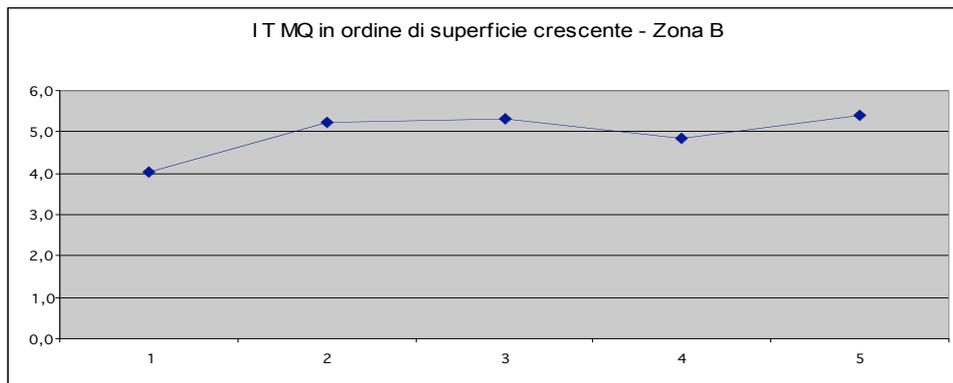


Fig.4.6 – Dati di consumo di gas dei campioni, in ordine di superficie crescente, per la zona B

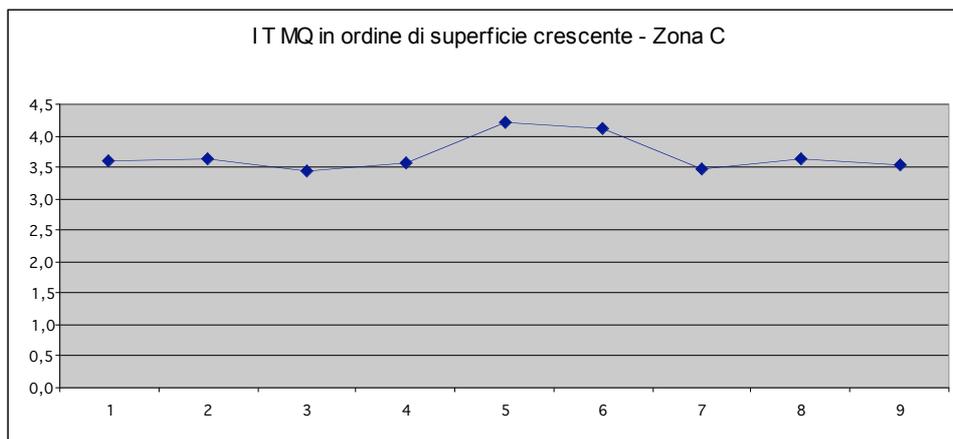


Fig.4.7 – Dati di consumo di gas dei campioni, in ordine di superficie crescente, per la zona C

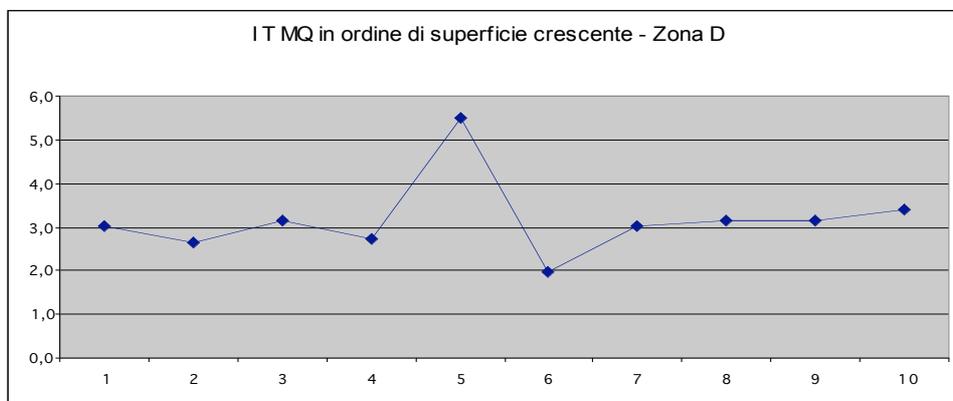
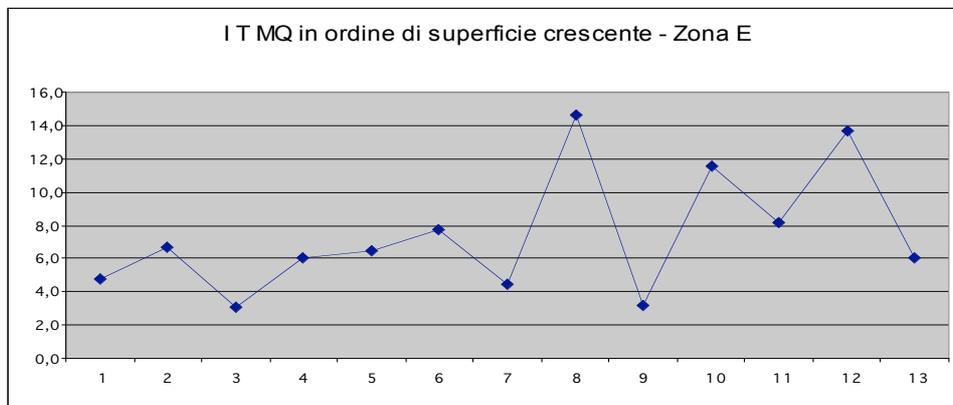


Fig.4.8 – Dati di consumo di gas dei campioni, in ordine di superficie crescente, per la zona D

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---



*Fig.4.9 – Dati di consumo di gas dei campioni, in ordine di superficie crescente, per la zona E*

## CAPITOLO 5

### CONCLUSIONI

---

#### 5.1 INDICATORI DI CONSUMO PER ASSORBIMENTI ELETTRICI

Dalla analisi effettuata sono stati ricavati gli indicatori di consumo elettrico per le seguenti zone climatiche, di seguito in Tab.5.1.

Zona Climatica	I E MQ [KWh/m <sup>q</sup> ]	Errore %
B	378,4	12,3
C	277,9	13,0
D	290,6	25,2
E	341,3	26,5

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

#### 5.2 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.5.2, vengono rispettivamente presentati sia come consumo di gas naturale sia come energia termica utilizzata (al lordo di ogni rendimento di conversione).

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

Zona Climat ica	I T MQ [mc_ga s/mq]	I T MQ [kWh/ mq]	Errore %
B	5,0	47,7	11,2
C	3,7	35,4	7,4
D	2,9	28,0	14,6
E	6,0	57,4	56,1

Tab.5.2 – Energia termica assorbita in un anno per metro quadro di superficie, per zona climatica

### 5.3 CRITICITA' DEL LAVORO DI RICERCA

Nonostante le criticità incontrate, il lavoro è stato portato a termine, arrivando a determinare comunque una corretta valutazione degli indicatori di interesse. Ovviamente, in assenza delle criticità riportate nella sottostante Tab.5.3, 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 nella stessa tabella riportate con chiarezza, con l'obiettivo di individuare azioni correttive che possano portare ad una maggiore collaborazione e quindi ad una loro riduzione nel futuro.

	FASE	STRUMENTI	TEMPI	CRITICITÀ
1	Analisi del problema	Teorici statistici	5 %	\
2	Definizione del questionario	Teorici Statistici Collaborazione con EM	10 %	Rendere il questionario compatibile con le diverse esigenze dei referenti
3	Identificazione dei destinatari	Contatti: elenchi di EM e responsabili	10 %	Spesso i responsabili o gli EM hanno avuto problemi per l'autorizzazione a collaborare con il nostro ente di

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

	del questionario	Aziende		ricerca per motivi di spionaggio industriale
4	Invio dei questionari	Contatti con i destinatari ed i collaboratori	5 %	Scarsa assistenza alle operazioni preliminari di coordinamento
5	Ricezione dei questionari	Contatti con i responsabili della gestione aziendale ed EM	35 %	Mancanza di sensibilizzazione sul tema energia, di organizzazione e di rispetto delle tempistiche
6	Valutazione dei dati raccolti	Teorici Statistiche	10 %	Carenza di dati per effettuare ulteriori approfondimenti
7	Feedback con le aziende	Contatti con i responsabili e gli EM	5 %	Nulla partecipazione nella condivisione dei dati e dei risultati
8	Elaborazione dei risultati	Teorici Numerici	20 %	\

*Tab.5.3 – Fasi operative della ricerca e relative criticità incontrate*

**5.4 POSSIBILI SVILUPPI**

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

La carenza di dati relativi alle aziende ed alle strutture obbliga di fatto ad una futura ulteriore indagine, maggiormente impegnativa e più lunga della presente da effettuarsi, se possibile, porta a porta.

Si renderà sicuramente necessario effettuare una analisi dettagliata dei consumi entrando dentro l’utenza e valutando nel particolare gli usi finali che sono già stati identificati in:

- illuminazione,
- condizionamento,
- riscaldamento,
- refrigerazione,
- sistemi ausiliari,
- eventuali tipologie o gruppi di utilizzatori non considerati preventivamente.

La dispersione rilevata nei dati, nonostante l’errore sia spesso al di sotto del 20%, è causata dai diversi utilizzatori e coefficienti di contemporaneità ed utilizzazione degli stessi, nonché dalle

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

#### **RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

strategie di vendita. La dispersione 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 del settore commerciale che ad oggi sembra completamente indifferente alla problematica energetica. È necessario che le disposizioni di legge vengano attuate con la definizione degli EM, e con la specifica operativa dei loro compiti e delle loro responsabilità. A questo proposito sembra assolutamente opportuna un'opera legislativa che specifichi ed imponga compiti e doveri.

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

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 aziende 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 delle aziende con dati di tipo energetico.

#### **SUPPORTO ALLA GENERAZIONE DI UN SISTEMA DI CATASTO ENERGETICO**

- attività legislativa,
- attività amministrativa,
- attività normativa,

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

- 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.

#### 5.5 COMMENTI

Il lavoro di ricerca, nonostante le difficoltà della raccolta dati, ha permesso di realizzare una accurata analisi di consumo nazionale per le strutture legate alla grande distribuzione commerciale. 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:

- la valutazione della qualità e dell’affidabilità dei risultati;
- 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 EM; è questa la fase delle ricerca che richiede, in pratica, la maggior parte del tempo di lavoro.

Con riferimento a questa ricerca, l’ampio carnet di contatti ad oggi acquisito permetterà nel futuro di procedere ad eventuali approfondimenti in maniera più veloce, esaustiva e dettagliata.

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

Da un punto di vista di principio, sembra necessario effettuare adeguate azioni di diffusione dell'informazione in sede istituzionale, con particolare riferimento alle sedi legislative. Il primo passo potrebbe essere la creazione di un “Catasto Energetico”, almeno delle aziende più energivore (o delle strutture in generale) e degli impianti utilizzati dalla distribuzione commerciale e dal relativo indotto. Questa unità di ricerca dichiara fin d'ora la propria disponibilità ad operare in tal senso, collaborando tanto in fase di consulenza istituzionale quanto in sede di supporto all'attività legislativa ed in definitiva nella fase operativa conseguente.

Roma, 20 luglio 2010

Il responsabile della Ricerca

Prof. Ing. Ezio Santini

Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---

*ALLEGATI*

Questionario Raccolta Dati



Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione”.

**RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2010**

---