

## KiloWattene

### Strumento di analisi dei consumi elettrici domestici che aiuta a risparmiare

Le spiegazioni e i commenti che seguono si rivolgono a chi intende approfondire il funzionamento del foglio di calcolo, conoscere le assunzioni su cui si basa e i dettagli sui calcoli sottostanti alle valutazioni dei consumi e dei risparmi elettrici.

Lo strumento è concepito in modo da essere abbastanza amichevole e tale da poter essere compilato anche da chi ha un minimo di familiarità coi PC; occorre solo che abbia un'idea di come si riempie un foglio di calcolo, e una comprensione di base del computo dei consumi elettrici. Il foglio funziona con Microsoft Excel o con OpenOffice su Windows, Macintosh o Linux.

### Perchè uno strumento dedicato per l'audit elettrico domestico

Su Internet si trovano strumenti di calcolo online dei consumi che tengono conto dei vari apparecchi utilizzati e delle abitudini d'uso. Ne sono stati individuati diversi degni di menzione, senza tentare peraltro un vero e proprio censimento. Una prima analisi su quelli reperiti evidenzia delle caratteristiche di massima.

I limiti che si sono più frequentemente riscontrati:

- non disponibili, tranne uno, in lingua italiana
- alcuni integrano assieme i bilanci di elettricità e riscaldamento, con analisi più sommarie di uno strumento specifico e con suggerimenti alquanto generici
- unità di misura a noi estranee per questionari di provenienza US, ad es. volume del frigo in piedi cubici
- non possono tener conto nei risparmi della specificità delle nostre tariffe nazionali suddivise in scaglioni
- caratteristiche tipiche degli elettrodomestici (dimensioni ed efficienze) diverse da quelle nazionali / europee
- non considerano, se non grossolanamente, fattori di grandezza (per TV, frigo, scaldabagno,...) e vecchiaia
- assenti, tranne che nei due strumenti governativi americano e inglese, rapporti tecnici sulle assunzioni e sulla modellistica utilizzati per effettuare le stime
- non integrano nei consumi i termini di standby che al giorno d'oggi possono risultare non trascurabili
- la compilazione online può risultare tediosa, c'è maggior rischio di perdita dei dati, laborioso il controllo e la correzione per questionari sequenziali che si sviluppano su più pagine
- non tutte le elaborazioni risultano di facile comprensione
- manca spesso il raffronto uno-a-uno tra consumo e risparmio e la valutazioni dei tempi di ammortamento per la sostituzione di lampadine e frigorifero, apparecchi tipicamente con la più alta priorità per l'abbattimento dei consumi
- non viene chiesto all'utente se già pratica per proprio conto azioni di contenimento dei consumi (come ad es. spegnere le elettroniche, ottimizzare l'utilizzo dei grandi elettrodomestici, ecc.) di conseguenza spesso si sovrastimano gli ulteriori risparmi conseguibili
- non vengono evidenziati o suggeriti i settori e gli interventi più urgenti ed efficaci. L'utente dovrebbe venire invece indirizzato su un numero limitato e "accettabile" di azioni proficue da perseguire

Tra gli strumenti online analizzati e testati vi sono:

Act on CO2 Carbon Calculator

<http://carboncalculator.direct.gov.uk/index.html>

Elsparefonden - Min Bolig

<http://myhome.elsparefonden.org/>

The Home Energy Saver

<http://hes.lbl.gov/>

Appliance calculator | ESB Customer Supply

[https://www.esb.ie/esbcustomersupply/residential/energy\\_efficiency/appliance\\_calculator.jsp](https://www.esb.ie/esbcustomersupply/residential/energy_efficiency/appliance_calculator.jsp)

POWERWISE : Calculator

[http://www.clp-powerwise.com/hk/eng/calculator/cal\\_home\\_lighting.asp?curCat=icon\\_home\\_lighting](http://www.clp-powerwise.com/hk/eng/calculator/cal_home_lighting.asp?curCat=icon_home_lighting)

Saint John Energy | Consumption Calculator

[http://www.sjenergy.com/cms/consumption\\_calculator](http://www.sjenergy.com/cms/consumption_calculator)

Nova Scotia Power - Energy Efficiency - Energy Calculator

[http://www.nspower.ca/en/home/energyefficiency/Energy\\_Calculator.aspx](http://www.nspower.ca/en/home/energyefficiency/Energy_Calculator.aspx)

HomeCheck® Online

<http://www.midamericanenergy.com/homeaudit>

myGreenElectronics

<http://www.mygreenelectronics.org/EnergyCalculator.aspx>

Remodece Software Tool

[http://www.isr.uc.pt/~remodece/softwaretool/tool\\_index.php](http://www.isr.uc.pt/~remodece/softwaretool/tool_index.php)

Il presente strumento cerca di supplire ad alcune delle carenze riscontrate in prodotti simili, tentando di fornire stime dei consumi attendibili, sia attraverso il paragone con la bolletta reale (l'utente dovrà procedere a un feedback sui dati inseriti se stima e bolletta risultano inconsistenti tra loro), sia cercando di valutare accuratamente il contributo dei vari dispositivi in base alle loro peculiari caratteristiche (anno di produzione, classe energetica, modalità e intensità d'uso). Anche il risparmio ipotizzato considera le attenzioni già profuse nel ridurre gli sprechi e dovrebbe risultare credibile.

## Il check-up elettrico in una prospettiva di awareness

Studio dell'emissione di CO<sub>2</sub> e riscaldamento globale, proiezioni degli andamenti per i prossimi anni, strategie da adottare ai livelli sovranazionali, nazionali e locali per ridurre la crescita e rispettare gli impegni del protocollo di Kyoto: sono tutte sfaccettature dello stesso problema che vede come attori anche i singoli cittadini. Le pressioni e gli eco-incentivi per ridurre i consumi di energia possono arrivare dall'alto, ma il ruolo delle famiglie è cruciale, a livello di scelte e comportamenti quotidiani.

Misure come la classificazione energetica degli apparecchi e la successiva messa al bando di quelli meno efficienti (in Europa riguarderà lampadine, frigoriferi, scaldabagni, televisori, apparecchiature elettroniche) incidono a livello globale solo sul lungo termine, non nell'immediato: i tempi di ricambio di tecnologie e dispositivi domestici superano di frequente i 10 anni. Al contrario una cultura del risparmio, attuata anche tramite piccole azioni quotidiane e pianificazione ragionata degli interventi, può agire in tempi più brevi.

L'adozione di strategie e best practice incisive per una presa di coscienza, che guidi i comportamenti energetici dei singoli, è purtroppo solo agli inizi in questo campo.

A livello dei media e istituzionale si opera già ampiamente per dimostrare come sia favorevole, per il portafogli e per il bilancio ambientale, la sostituzione di lampadine e di apparecchi elettrici più vecchi di 10-12 anni (v. studi di Öko-Institut).

D'altro canto da parte dei cittadini-consumatori-utenti permane scetticismo, scarsa conoscenza o indifferenza riguardo ad azioni onerose nell'immediato e con un ritorno giudicato soggettivamente incerto perché protratto sul medio e lungo termine, perché richiede valutazioni tecnico-economiche oscure, o semplicemente perché "è un peccato" dismettere apparecchi che ancora funzionano.

Uno strumento di audit sufficientemente interattivo è utilizzabile anche come palestra, come piattaforma di simulazione e auto-apprendimento per prevedere e comprendere in anticipo gli effetti di azioni puntuali di risparmio.

Una forte componente di conoscenza e consapevolezza del rapporto reale e quantitativo tra azioni ed effetti pare quindi essere una possibile carta vincente.

In tale direzione si stanno muovendo, anche se con visioni e modalità diverse, svariati progetti: da quello danese My Home a quello giapponese del Jyukankyo Research Institute, per non contare tutte le iniziative a pioggia del programma europeo Intelligent Energy. Del resto già in campo edilizio termico i software come quelli di CasaClima o l'HEED americano hanno abituato anche i non professionisti a simulare e verificare l'esistente, e soprattutto a pianificare, paragonare e verificare ex-post i possibili interventi di contenimento dei consumi energetici per ottenere risultati quantificabili e col miglior rapporto tra costi e benefici. Lo stesso approccio può valere per il rimpiazzo di elettrodomestici obsoleti, ma anche per creare una propria scala di priorità delle buone pratiche da attuare, partendo da quelle che paiono più proficue come resa tra impegno e risultato. In questo ambito le possibilità sono molteplici: si può andare dall'uso più frugale di apparecchi particolarmente energivori allo spegnimento degli standby, allo sfruttamento a pieno carico di lavatrice e lavapiatti, ecc.

In conclusione lo strumento di diagnosi va visto in un'ottica di utilizzo da parte di utenti finali in prospettiva sempre più informati e coscienti del loro ruolo, e che quindi non si accontentano di generiche indicazioni. Il tool si può utilizzare entro certi limiti anche in modo interattivo per verificare l'esistente, simulare azioni, ricontrollare gli esiti progressivi di un percorso teso all'ottenimento di risparmi elettrici.

## Peso e valore ecologico dei risparmi elettrici domestici

Nelle famiglie italiane i costi e i consumi energetici dovuti a riscaldamento e produzione di acqua calda superano ampiamente quelli dell'energia elettrica.

E' quindi vero che da un punto di vista quantitativo le azioni di risparmio dovrebbero rivolgersi prima di tutto al settore termico.

Occorre peraltro considerare che l'efficienza media di produzione dell'energia elettrica da centrali con combustibili non rinnovabili si attesta in Italia attorno al 40%. Solo un 20% di tutta l'energia elettrica prodotta viene da fonti rinnovabili. Per ogni kWh consumato a casa occorre bruciare circa 2.1kWh di combustibili nelle centrali, con un peso ecologico pressoché doppio di quanto ci dice il solo contatore.

Inoltre il sistema elettrico nazionale è molto fragile: dipende fortemente da combustibili di importazione, e l'ingresso diretto di energia elettrica dalle nazioni confinanti è già ai limiti delle capacità delle linee.

Un black-out elettrico su scala nazionale come quello del settembre 2003 pare un evento remoto, ma il margine di sovradimensionamento di tutto il sistema non è poi così alto.

Le abitazioni risultano incidere per il 21% sui consumi elettrici totali nazionali: circa 1/5 di tutta la produzione.

I risultati di numerose azioni e progetti specifici rivolti a famiglie e cittadini mostrano come l'obiettivo di ridurre i propri consumi elettrici del 10-15% sia raggiungibile abbastanza agevolmente, senza per questo rinunciare alle proprie abitudini e comodità. In diversi casi si possono ottenere margini anche del 20-25% e oltre, in funzione della situazione di partenza e degli interventi attuati.

Se queste pratiche si estendessero su scala nazionale potremmo, giusto per fare un esempio, ridurre di una fetta consistente l'elettricità importata dall'estero mettendoci al riparo da futuri black-out. E si potrebbe evitare l'emissione di alcuni milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera ogni anno.

## Informazioni Generali

Il foglio di calcolo suddivide le voci di consumo in otto categorie principali, così come era originariamente strutturato lo strumento di audit del progetto europeo TREAM a cui ha partecipato il Comune di Bologna.

Per ogni categoria viene fornito il sommario dei consumi, stimati in base ai dati inseriti, e dei risparmi ottenibili attraverso

interventi onerosi (ad es. sostituzione di apparecchi) o con azioni virtuose quotidiane.

Gli utilizzatori del foglio di calcolo potrebbero aver *già adottato* alcune attenzioni per ridurre i consumi. Se ne è tenuto conto attraverso opportune domande, in modo da *non produrre* stime dei risparmi e *aspettative inconsistenti* coi dati di fatto.

Le parti "informazioni e suggerimenti" servono per l'utente come guida sommaria alla compilazione delle varie sezioni, spiegano le assunzioni su cui si basano i calcoli di consumi e risparmi, forniscono altri dettagli e suggerimenti utili.

La sezione conclusiva "Consumi e Risparmi complessivi":

- riassume i dati precedenti,
- confronta la stima dei consumi con il valore reale ricavato dalle bollette elettriche,
- suggerisce eventualmente una revisione dei dati inseriti (solo se c'è forte discordanza tra stima e valore reale),
- evidenzia le categorie che incidono di più sul consumo e quelle in cui paiono possibili i maggiori risparmi
- valuta il risparmio annuale complessivo in euro ottenibile attuando le azioni precedentemente indicate
- calcola l'emissione di CO2 evitabile qualora si attuino queste azioni di risparmio
- include alcune frasi "di incoraggiamento" dipendenti dai risultati delle elaborazioni

I grafici sui worksheet successivi danno una visione immediata della ripartizione dei consumi e dei risparmi possibili.

La logica su cui si basano le varie stime è quella della simulazione il più possibile prossima alla realtà dei fatti. Per tale ragione i dati richiesti possono essere più complessi e dettagliati rispetto ad altri strumenti simili.

## Risorse in rete

### Risparmio elettrico in generale, campagne di rilevazione, ripartizione dei consumi, brochures e guide informative

Your energy savings guide - It's so easy to lower your energy costs - gennaio 2009

(brochure tedesca utile a sostegno di un energy audit, ricca di suggerimenti e con molti dati precisi e attendibili)  
[http://www.enbw.com/content/de/privatkunden/\\_media/pdf/090109\\_EPlaner-Vers-4-2-eng-ohnePKs.pdf](http://www.enbw.com/content/de/privatkunden/_media/pdf/090109_EPlaner-Vers-4-2-eng-ohnePKs.pdf)

Energy Saving Trust Retailer Guides - Download Centre - agosto 2009

(14 guide specifiche indirizzate ai rivenditori. Tra le pochissime risorse che spiegano le normative europee di prossima entrata in vigore 2010-2012 e le accortezze da osservare nell'acquisto di nuovi elettrodomestici, TV, apparecchi elettrici/elettronici, ecc.)  
<http://www.energysavingtrust.org.uk/retailbuyers>

The rise of the machines: A review of energy using products in the home from the 1970s to today - maggio 2005

(brochure avvincente: analisi informata, con occhio critico e scomode verità sull'evoluzione dei consumi domestici e le non sempre efficaci politiche e normative per il risparmio energetico)  
<http://www.energysavingtrust.org.uk/uploads/documents/aboutest/Riseofthemachines.pdf>

Electricity Consumption and Efficiency Trends in European Union, Status Report 2009 - Bertoldi, Atanasiu - JRC - novembre 2009

(evoluzione consumi elettrici domestici e nel terziario nei paesi EU, effetti delle normative europee, trend di mercato)  
[http://ie.jrc.ec.europa.eu/press/electronic\\_press\\_pack/Status%20Report%202009.pdf](http://ie.jrc.ec.europa.eu/press/electronic_press_pack/Status%20Report%202009.pdf)

New Guide to encourage Danes to scale down their electricity consumption - Savingtrust.dk - dicembre 2007

(a fine pagina è riportata la suddivisione tipica percentuale dei consumi elettrici di una casa danese. Dalla stessa pagina si scarica una brochure che presenta il software online di audit "Min Bolig" (My Home) e riassume pagina per pagina le percentuali dei consumi e i principali espedienti per ridurli)

<http://www.savingtrust.dk/news/consumer/new-guide-encourage-danes-to-scale-down-their-electricity-consumption>

whatyoucando.co.uk - Electricity Reduction Story - How to dramatically cut your electricity use

(tutorial su come l'intraprendente autore del sito ha svolto il proprio audit elettrico domestico con l'aiuto di uno strumento; esito con ripartizione dei consumi; foglio Excel di lavoro)

[http://www.whatyoucando.co.uk/electricity\\_reduction\\_story](http://www.whatyoucando.co.uk/electricity_reduction_story)

Designing for 'Use Phase' Energy Losses of Domestic Products - Elias, Dekoninck, Culley - Univ. of Bath - luglio 2008

(gli autori dimostrano come sul consumo finale il "buon uso" degli apparecchi sia importante quanto l'alta efficienza degli stessi, augurandosi che nell'eco-design di futuri prodotti venga dato maggior peso a questo aspetto)

[http://opus.bath.ac.uk/14095/1/2008\\_IMECHE\\_-\\_Designing\\_for\\_'Use\\_Phase'\\_Energy\\_Losses\\_of\\_Domestic\\_Products\\_-\\_Edward\\_Elias.pdf](http://opus.bath.ac.uk/14095/1/2008_IMECHE_-_Designing_for_'Use_Phase'_Energy_Losses_of_Domestic_Products_-_Edward_Elias.pdf)

Energy Consumption in the United Kingdom - Department of Trade & Industry - luglio 2002

(v. Charter 3 per una ripartizione sommaria consumi elettrici casalinghi inglesi sino al 2000)

<http://www.berr.gov.uk/files/file11250.pdf>

Progetto EURECO - Evaluation of the Potential Electricity Savings in the Residential Sector - Measurement Campaign in 400 Households in the European Community - gennaio 2007

(analisi statistica consumi elettrici famiglie italiane 1999-2003)

<http://agenda21.comune.pv.it/on/Home/Info/Energia/documento5000409.html>

REMODECE Project, Intelligent Energy Europe - Report D10 - Analysis of Monitoring Campaign in Europe - dicembre 2008

(sommario sui risultati dell'audit elettrico domestico)

[http://www.isr.uc.pt/~remodece/downloads/REMODECE\\_D10\\_Nov2008\\_Final.pdf](http://www.isr.uc.pt/~remodece/downloads/REMODECE_D10_Nov2008_Final.pdf)

Progetto MICENE - Misure dei Consumi di ENergia Elettrica in 110 abitazioni Italiane - eERG, Dip. Energetica Pol. Milano - settembre 2004

[http://www.eerg.polimi.it/documenti/Compendio\\_Misure\\_Consumi\\_Elettrici.pdf](http://www.eerg.polimi.it/documenti/Compendio_Misure_Consumi_Elettrici.pdf)

Note sui consumi elettrici nel settore domestico in Italia - Appunti a latere progetto Micene - ottobre 2008

[http://www.aspoitalia.it/attachments/220\\_Gianluca%20Ruggieri%20-%20Consumi%20elettrici%20nel%20domestico.pdf](http://www.aspoitalia.it/attachments/220_Gianluca%20Ruggieri%20-%20Consumi%20elettrici%20nel%20domestico.pdf)

## Il vostro consumo elettrico mensile

Vanno inseriti i dati di consumo in kWh, e della durata del periodo in giorni a cui si riferisce, ricavati da almeno una bolletta. Si possono indicare i due mesi della bolletta dal menu a tendina o scrivendolo da tastiera.

Se si introducono due o più bollette (che devono essere di periodi contigui) viene calcolata la media del consumo mensile reale. Il periodo di un mese, qui e nel seguito, è inteso sempre come 30 giorni.

A soli fini di controllo viene ricostruito, partendo dai consumi inseriti, l'importo medio di una bolletta bimestrale, con periodo di consumo e fatturazione preimpostato a 61 giorni: quello che compare più frequentemente nelle bollette.

Il computo dell'importo è effettuato per un contratto standard ENEL tariffa D2 uso domestico residente, max. potenza impegnata 3kW, e tiene conto di tutte le voci normalmente presenti: quota fissa, quota potenza, tariffe base nei vari scaglioni di consumo con tutte le componenti, accise e addizionali enti locali, IVA 10%.

L'importo medio della bolletta che produce il foglio di calcolo non deve essere distante da quelli delle bollette reali. Una leggera differenza tra i due può derivare dal calcolo qui fatto con le tariffe elettriche in vigore al 4° quadrimestre 2009.

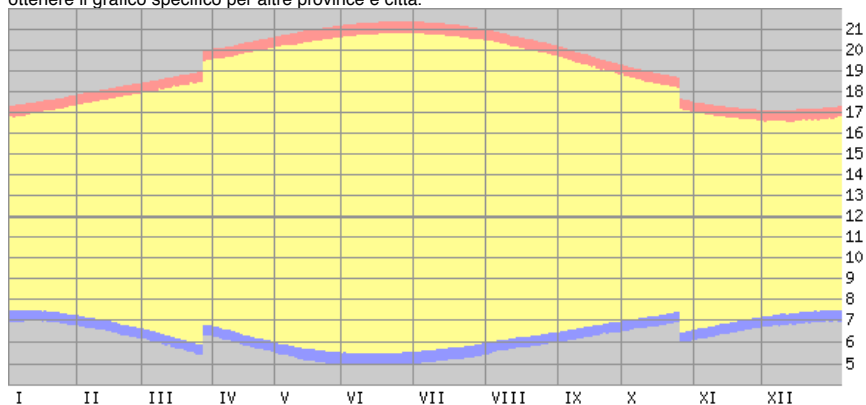
Il dato del consumo mensile medio in kWh ottenuto dalle letture delle bollette reali è utilizzato a fine questionario per valutare l'attendibilità globale dei consumi stimati sommando i contributi di tutti gli apparecchi domestici, così come verranno indicati nei vari quadri dall'utente. Se vi è concordanza tra i totali si presume che anche la stima dei possibili risparmi risulterà attendibile.

## Illuminazione

In questa sezione viene richiesto di indicare, stanza per stanza della casa, il tipo di lampadine che sono installate, il loro numero, la potenza di ognuna e per quante ore al giorno vengono tenute accese. Ad esempio un lampadario può avere 4 lampade tradizionali da 40W, e si indicherà: Incandescenza (tipo), 40 (potenza W), 4 (n. lampade), 3.5 (3 ore e ½ supponendo che resti acceso dalle 19:00 alle 22:30).

I riquadri seguenti indicano l'intensità di luce prodotta dalle lampade attuali e la potenza di lampade a risparmio energetico (fluorescenti compatte) capaci di dare la stessa luce. La cella in rosso fornisce il consumo attuale nell'arco di tempo di 1 mese, quelle in verde il consumo che si avrebbe con le fluorescenti e il risparmio in percentuale.

Le lampadine si accendono di norma quando non vi è più luce del giorno. Pertanto per valutare il numero di ore di accensione è utile sapere a che ora si verifica l'imbrunire. Il seguente grafico serve a questo scopo, ed è riferito alla città di Roma. Sul <http://gaisma.com/it/dir/it-country.html> si può ottenere il grafico specifico per altre province e città.



(Fonte: <http://www.gaisma.com/en/location/rome.html>)

I numeri romani in orizzontale indicano i mesi dell'anno, quelli in verticale le ore (del giorno, con già incluso il "salto" dell'ora legale che quindi non va considerata a parte), la zona gialla è il periodo di luce naturale utile del giorno, quando non serve accendere lampade, le zone azzurre e rosse indicano la transizione tra giorno e notte. Una linea verticale tracciata in corrispondenza del giorno dell'anno in cui ci troviamo permette di valutare in quali istanti della giornata cadono l'alba e il tramonto. Vediamo che in inverno, ad es. a dicembre, occorre accendere le lampade verso le 16:30-17:00, mentre a giugno c'è luce sino alle 21:00-21:30. Se ci si sveglia presto si ricorrerà presumibilmente alla luce artificiale anche la mattina nei mesi invernali. Ognuno valuterà per proprio conto gli orari e le durate di accensione delle lampade anche in base alla luminosità degli ambienti della casa.

L'intensità di luce in lumen è data per la lampadine a incandescenza (220-240V, bulbo trasparente) da

$$I = n. \text{ lampade} \cdot 19.8 \cdot \left( \sqrt{(P + 2.00^2)} - 2.00 \right)^2$$

Da cui 25W=227lm, 40W=425lm, 60W=713lm, 75W=939lm, 100W=1330lm

Sul foglio Excel i valori sono arrotondati alla decina di lumen.

Per non complicare troppo l'analisi, tutte le incandescenza ricadono in questa categoria. Nella realtà vi sono leggere differenze di resa luminosa tra incandescenti trasparenti, opaline e a gas inerte, che però non vengono considerate.

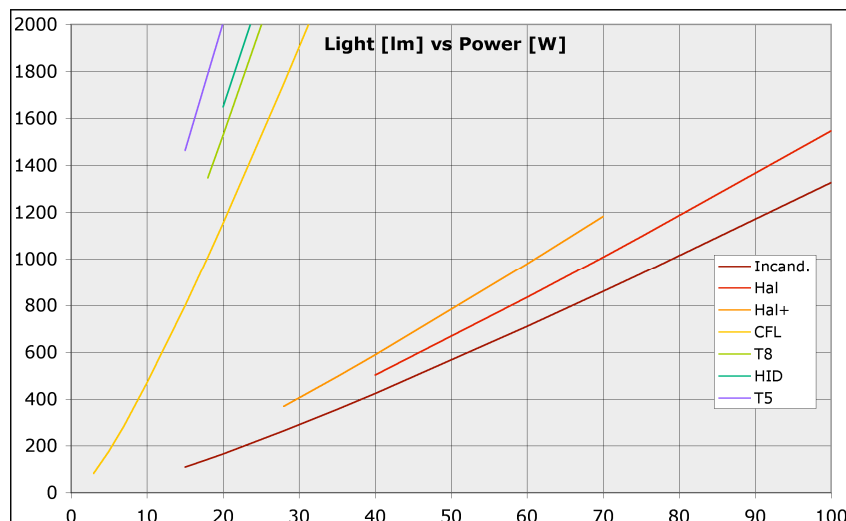
Per le fluorescenti compatte in classe A si usa il valore minimo per rientrare nella classe, ossia

$$I = n. \text{ lampade} \cdot 97.09 \cdot \left( \sqrt{(P + 1.18^2)} - 1.18 \right)^2$$

Ad es una lampada da 5W dà 177 lumen, una da 7W=286lm, 10W=468lm, 15W=800lm, 20W=1150lm

Altri coefficienti vengono utilizzati per le Alogene normali e di ultima generazione a consumo ridotto (contrassegnato come -30%) , per le fluorescenti circolari e a tubo lineare T5 e T8. Per tutte le fluorescenti non si considerano le perdite dell'alimentatore che peraltro per quelli moderni elettronici sono esigue.

La seguente tabella dà un'indicazione dell'intensità di luce ottenibile, in funzione della potenza elettrica assorbita dalla lampada, con le diverse tecnologie attualmente in commercio: incandescenza, alogena normale (Hal) e a consumo ridotto (Hal+), fluorescente compatta (CFL), fluorescenti a tubo lineare T5 e T8, alogenuri metallici (HID).



(Fonte: elaborazione dell'autore)

Le fluorescenti compatte, pur non essendo la tecnologia più efficiente in assoluto, hanno comunque il vantaggio della immediata sostituzione al posto delle incandescenti classiche senza richiedere speciali alimentatori, hanno costi di acquisto ragionevoli e una lunga vita: in genere da 8000 a 16000 ore di funzionamento. Il maggior costo viene presto ripagato dai risparmi sui consumi e dalla minor frequenza di sostituzione.

L'azione suggerita all'utente, evidenziata dall'apparire dei risultati nelle celle, è quindi quella di sostituire le lampade attuali con delle CFL di pari luce. Ciò non avviene per le lampade a tubo T5 e T8, poiché la loro efficienza è superiore alle CFL.

Per stimare la potenza di una fluorescente compatta che dia una quantità di luce pari alla vecchia lampada si parte dal dato già calcolato di luce della lampada di partenza in lumen e si utilizza

$$P = (0.24 \cdot \sqrt{I} + 0.0103 \cdot I)$$

Il passaggio potenza -> luce -> potenza, se la "vecchia lampada" è già una CFL, deve portare ovviamente a una nuova CFL della stessa potenza di quella iniziale. Ai fini di un controllo degli esempi precedenti si ha in effetti 5W->177lm->5.02W, 7W->286lm->7.00W, 10W->486lm->10.01W, com'era da aspettarsi.

Sul foglio Excel i valori della potenza suggerita sono arrotondati al 1/2W.

La sequenza di calcoli porta a consigliare, per la sostituzione di lampade a incandescenza con fluorescenti compatte classe A, le seguenti equivalenze: 25W -> 6W, 40W -> 9.5W, 60W -> 13.5-14W, 75W -> 17W, 100W -> 22.5W, 150W -> 33.5W.

I risparmi ottenibili (espressi in percentuale) sostituendo una incandescenza con una CFL di pari luce risultano attorno al 76-78%, cioè leggermente minori di quanto viene normalmente indicato da altre fonti (80%).

Due sono le ragioni: (1) si è considerata una incandescenza con bulbo trasparente, che rende un po' di più della media; (2) la CFL equivalente è assunta essere al minimo della classe A, mentre i prodotti correnti rendono un 5-10% in più di luce, anche al fine di ottenere l'etichetta Energy Star americana, più severa della classe A europea.

Non esiste comunque né una tabella univoca ufficiale di corrispondenza delle potenze per una incandescente e una CFL classe A equivalente come luce, né un accordo unanime su quali intensità di luce debbano essere considerate valori "standard" per le incandescenti da 25, 40, 60, 75, 100, 150W. Le presenti stime si basano sui dati dichiarati da Philips e Osram per incandescenti a bulbo trasparente 220-240V con potenze da 15W a 200W. Il documento "Le lampadine europee consumano meno" indica per le incandescenti delle emissioni di luce in accordo ( $\pm 2\%$ ) con quanto qui ipotizzato. Il recente regolamento europeo impone peraltro un'etichettatura delle CFL a favore del consumatore, con una resa di luce più generosa (da +2% a +5%) di quella che darebbe una reale incandescenza di una potenza dichiarata sulla confezione essere quella equivalente come luce alla CFL.

La tabella a sè stante dei tempi di ammortamento per l'acquisto di fluorescenti compatte (CFL) parte dai costi indicativi di mercato rilevati presso ipermercati e grandi negozi di bricolage e "fai da te". Si è assunto un valore base di 6.50 euro per una 15W di marca (Philips, Osram, ecc.). Però sta di fatto che quelle di potenza molto più bassa o molto più alta costano di più. Empiricamente se ne è tenuto conto. Così una 7W è valutata costare 7.50 euro; una 25W costa 8.00 euro, ecc. Il risparmio in bolletta viene dalla riduzione di consumi, considerata per il tempo di utilizzo giornaliero indicato, a un costo dell'elettricità di 0.20 euro/kWh. La vita stimata è quella che si ottiene ipotizzando l'accensione giornaliera per il numero di ore previste e per tutti i giorni dell'anno sino a totalizzare 8000 ore.

## Risorse in rete - Normative e Tecnica - Illuminazione

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:071:0001:0008:IT:PDF>  
(Direttiva CE su lampade a basso consumo)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:076:0003:0016:IT:PDF>  
(Regolamento CE su lampade per uso domestico)

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/09/113&format=PDF> - marzo 2009  
(FAQ su regolamento CE su lampade per uso domestico)

L'intensità di luce assunta per CFL e incandescenza nello strumento di audit concordano con questo MEMO punto III.3 pag. 17 (799 lumen per una CFL 15W, 712 lumen per una incandescenza 60W)

European quality charter for Compact Fluorescent Lamps - maggio 2005

Il rapporto tra luce e potenza di una incandescenza non concorda con altre stime (tabella preliminare 2004-2006, in seguito ritoccata)  
[http://www.apec-esis.org/www/UploadFile/16\\_124.pdf](http://www.apec-esis.org/www/UploadFile/16_124.pdf)

Residential Lighting Consumption and Saving Potential in the Enlarged EU - Paolo Bertoldi, Bogdan Atanasiu - EC JRC - giugno 2006  
 (pag. 6: Bertoldi propone di riaggiornare la tabella luce/potenza 2004-2006 per le incandescenti, come poi avvenuto a metà 2009)  
<http://sunbird.jrc.it/energyefficiency/pdf/EEDAL06/ID150%20Bertoldi%20final.pdf>

Le lampade europee consumano meno - agosto 2009

Informativa sull'entrata in vigore delle norme europee di efficienza per lampadine e la cessazione del commercio delle incandescenti classiche. Presenta anche la nuova tabella aggiornata al 2009 di equivalenza luce/potenza delle incandescenti  
<http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/lumen/doc/incandescent-bulbs-it.pdf>

ENERGY STAR® Program Requirements for CFLs - final version - marzo 2008

Per fregiarsi del logo Energy Star le lampadine devono avere efficienze del 6-9% più alte della classe A europea  
[http://www.pnl.gov/rlamps/pdf/03\\_07finalCFLspec.pdf](http://www.pnl.gov/rlamps/pdf/03_07finalCFLspec.pdf)

I don't buy incandescent lamps any more... do you? - aprile 2009

Brochure informativa della Philips con caratteristiche dei vari prodotti adatti a sostituire le incandescenti classiche  
[http://www.lighting.philips.com/in\\_en/trends/gls\\_phaseout/download/energy\\_saving\\_alternatives\\_philips.pdf](http://www.lighting.philips.com/in_en/trends/gls_phaseout/download/energy_saving_alternatives_philips.pdf)

Philips Compact-High-Intensity Discharge lamps

Le lampade ad alogenuri metallici hanno efficienze superiori di un 35% rispetto alla classe A, e consumano 1/6 della potenza di un'incandescenza di pari luce

[http://www.lighting.philips.com/gl\\_en/country/mastercolor/pdf/cdm\\_portfolio\\_brochure\\_2009\\_en.pdf](http://www.lighting.philips.com/gl_en/country/mastercolor/pdf/cdm_portfolio_brochure_2009_en.pdf)

## Refrigerazione

Sono previste solo 4 tipologie di apparecchi. Non si fa distinzione tra frigocongelatori con freezer in alto o in basso, nè tra congelatori verticali e a pozzetto (che di norma possiedono consumi diversi).

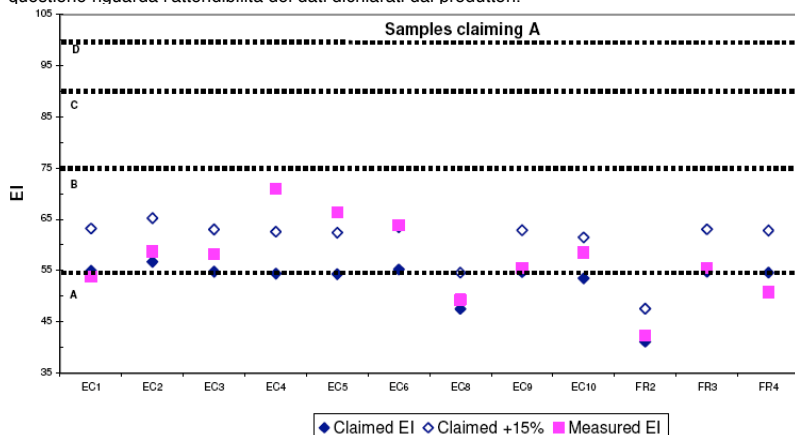
I frigoriferi a una porta, se sono a zero o 1 stella senza o con esiguo reparto ghiaccio, andranno inseriti come frigo senza congelatore; quelli a 2, 3 e 4 stelle vanno assunti come frigo-congelatore a 1 porta.

L'utente indicherà i dati che riesce a reperire. Il più affidabile è quello di consumo che può comparire nel libretto istruzioni e/o sull'adesivo della classe energetica. In genere il dato che si recupera è il consumo annuale, occorrerà quindi indicare come consumo mensile tale valore diviso per 12. Se non è possibile reperire il consumo il foglio di calcolo procederà ad una stima sulla base degli altri dati, cercando di dedurlo dalla grandezza (volume e/o altezza dell'apparecchio) e dall'anno di acquisto.

Il modello sottostante al calcolo dei consumi si può schematizzare nei seguenti blocchi:

- 1 - Volume e/o altezza -> stima volume equivalente
- 2 - Volume equivalente (1), formule europee -> stima consumo di un apparecchio con efficienza 1.00
- 3 - Anno di produzione, (curva storica fattori di efficienza) -> fattore di efficienza stimato
- 4 - Classe energetica vera A, B, ... da etichetta -> fattore di efficienza stimato
- 5 - Risultato della 4. Se assente si usa il risultato della 3 -> fattore di efficienza
- 6 - Stima consumo con efficienza 1.00 (2) x fattore di efficienza (5) -> stima consumo da nuovo
- 7 - Dato tecnico vero di consumo da etichetta: si scarta la 6 e si usa quest'ultimo -> consumo da nuovo
- 8 - Anno di produzione dell'apparecchio -> fattore incremento consumo per vecchiaia
- 9 - Consumo attuale stimato = consumo da nuovo (7) x fattore vecchiaia (8)

Ci si può chiedere se e quanto i consumi dichiarati in etichetta - o quelli ricavati da una stima basata su norme e coefficienti UE - possano essere veritieri del consumo nelle reali condizioni di esercizio. La questione è stata indagata da più parti. Sia A. Meier, nel 1995 per conto del LLNL americano, sia il Market Transformation Programme (MTP), di DEFRA-UK nel 2003-2007, hanno evidenziato come le procedure di test in laboratorio siano sempre più severe del normale uso. In particolare la temperatura esterna del frigorifero nelle prove europee è mantenuta a 25°C: un valore più alto della media annuale di temperatura delle abitazioni. L'extra consumo quotidiano dovuto all'apertura dello sportello e all'inserimento (e conseguente raffreddamento) degli alimenti compensa solo in parte le differenze, senza arrivare a superare il dato di targa dell'apparecchio. Altra questione riguarda l'attendibilità dei dati dichiarati dai produttori.



La figura mostra il risultato di un test a campione di 12 frigocongelatori sul mercato europeo, effettuato secondo normativa sempre ad opera di MTP nel 2005. Si riscontra un eccesso di consumo medio del 7%, rappresentato in figura come Efficiency Index (EI, punti in rosa) più alto di quello dichiarato dalle rispettive etichette degli apparecchi.

Gli effetti cumulati di tutte le incertezze discusse tendono complessivamente a cancellarsi, e si può assumere che solo in condizioni particolarmente sfavorevoli (ambiente molto caldo e/o utilizzo degli apparecchi particolarmente intenso con frequenti aperture) il consumo reale possa superare quello ipotizzato.

Per tutti gli apparecchi, se disponibile, andrà riportato sul foglio Excel il consumo dichiarato dal costruttore, che verrà

automaticamente corretto con un *fattore di vecchiaia* empirico F del frigo che tiene conto del degrado degli isolanti e della macchina del freddo. Questo fattore vale 1 (no incremento di consumo) se l'acquisto è nel 2010, 1.095 (+9.5% sui consumi) per un frigo del 2005, 1.14 per il 2000, 1.19 per il 1990, 1.25 per il 1970.

L'espressione utilizzata è

$$F = .932 \cdot \left( 1.5 - 0.5 \cdot e^{-\frac{\sqrt{2010-A+0.75}}{5.5}} \right)$$

dove F è il fattore di incremento consumo e A è l'anno di produzione

La modellazione del deterioramento delle prestazioni è materia tuttora soggetta a studio. Il termine preponderante proviene dalla degassificazione delle schiume isolanti che è funzione dello spessore, del tipo di gas di espansione della schiuma, della temperatura di lavoro, di accorgimenti (fogli impermeabili superficiali) predisposti per ritardare il degassamento stesso. Nuovi prodotti si sono avvicinati nel corso degli anni, quindi un'unica formula può tracciare solo un andamento medio.

I parametri che disegnano l'andamento del degrado nel tempo si possono ridurre a due. Il primo è il rapporto tra conducibilità termica asintotica (a fine ciclo di vita) e da nuovo, che va da un massimo di 1.70-1.65 (Wu e Eury di Arkema, Bomberg nel settore edile) a 1.3-1.33 (Wilkes, grafici forniti dai produttori), 1.26 (Wilkes, misure autonome di invecchiamento su 5 anni), 1.31 (Dedecker e Baes di Huntsman, dati sperimentali e simulazioni), 1.24 (Kim), ≈1.20 (Johnson di Whirlpool, Vink di Honeywell), 1.18-1.20 (altri autori). Va notato che il degrado è repentino nel primissimo periodo di vita del prodotto per rallentare poi notevolmente. Questo può avere indotto alcuni autori a una sottostima del valore limite, tra cui Wilkes. La forma funzionale utilizzata sul foglio Excel - con un valore asintotico di 1.40 - si pone come media dei numerosi dati e si accorda molto bene con i profili di degrado pressoché universalmente osservati.

Oltre al valore limite di degrado occorre valutare la *velocità* con cui questo processo si attua. I dati citati da Horie, di un 2.5%-4.5% per i primi 2-3 anni, avvertono di essere sovrastimati perché l'isolante nella realtà lavora a temperature - del frigo appunto - più basse che nel test di invecchiamento. Quelli di Wilkes, eseguiti a 40°F e 90°F (4.5°C e 32°C), stanno invece sul 5-6.5%/anno, ma si riferiscono a pannelli di 2.5cm - più sottili di quelli reali (mediamente 3.5-4cm per i frigo) e permeabili da entrambi i lati. Wilkes avverte che, come in tutte le equazioni di diffusione, la scala dei tempi va col quadrato dello spessore. Si ritiene quindi che per un frigo reale tale velocità media di invecchiamento può rallentare di un fattore dell'ordine di 3-4.

La formula sopra riportata dà una perdita del 3% per il primo anno di utilizzo del frigo, sino a un totale del 20-25% per gli apparecchi più vecchi, il che pare ragionevole. Andamento e valori sono simili a quelli empirici di Johnson e Vink, ma senza il vincolo di un arco di tempo di 20 anni.

Si sono trascurati altri termini di perdita di efficienza perché inessenziali: invecchiamento del compressore (max 2-3%) e perdite aleatorie di non ottimizzazione (staratura del disgiuntore del motore e dell'isteresi del termostato interno, supponendo comunque che la regolazione di temperatura funzioni correttamente) e tenuta delle guarnizioni.

Se l'utente non possiede il consumo fornito dal produttore occorre desumerne un valore credibile in base alla dimensione del frigo e, possibilmente, la classe energetica.

Il primo passo è valutare il "volume equivalente"  $V_{eq}$  attraverso le informazioni dell'utente.

Per un frigocongelatore a 2 porte

- se si sa il volume interno totale  $V_{int}$ [litri] e l'altezza  $H$ [cm], si pone  $V_{eq}$ [litri]= $0.573 \cdot V_{int}^{0.855} \cdot H^{0.315}$

- se si sa solo l'altezza:  $V_{eq}$ [litri]= $.573 \cdot H^{1.26}$  (valida *solo* per apparecchi di larghezza e profondità 55-65cm)

- se si sa solo il volume interno:  $V_{eq}$ [litri]= $.573 \cdot V_{int}^{1.14}$

Un frigocongelatore, a parità di volume interno accertato, risulta dalle formule consumare un po' meno se è più basso dell'altezza tipica di apparecchi altrettanto capienti e viceversa. Ciò appare ragionevole poiché, se lo stesso volume è ottenuto a discapito dell'altezza e allargando le altre dimensioni, si otterrebbe così un fattore di forma più favorevole. Viceversa se a parità di altezza un frigocongelatore risulta meno capiente di un modello tipico, allora avrà o le altre dimensioni più piccole (e quindi meno superficie esterna) o uno spessore maggiore delle pareti (e quindi più isolamento) con conseguente minore consumo.

La conoscenza del volume interno totale porta a stime generalmente più precise di quelle basate sulla sola altezza dell'apparecchio, è quindi consigliabile cercare di reperire il dato esatto di volume. Una valutazione accettabile del volume interno per un frigocongelatore si può ottenere misurando le tre dimensioni esterne e moltiplicandole tra loro per ricavare il volume esterno (con le misure in decimetri si ottiene direttamente il Vest in litri). Si potrà porre  $V_{int}$  intorno a 0.45-0.50 volte il Vest. Per gli apparecchi da incasso considerare larghezza e profondità esterne (6x6dm<sup>2</sup>) e l'altezza interna (senza zoccolo e spessori del mobile).

Formule simili, ma con coefficienti aggiustati secondo il caso, sono utilizzate per le altre tipologie di frigo-congelatore a 1 porta, frigo senza congelatore, e il solo congelatore.

L'altezza da sola, senza misure di volume, produce in ogni caso valutazioni educate in base al tipo di frigo. Ad es. una macchina alta 180cm, dal punto di vista del calcolo dei consumi viene vista equivalente a un 310 litri se è un frigocongelatore, 360 litri se è un frigo senza congelatore e solo 265 litri se è un puro congelatore. Un piccolo apparecchio di 85cm è stimato essere da 135 litri se è un frigocongelatore, 150 litri se è solo frigo e 100 litri se solo congelatore. Per i congelatori la stima in base all'altezza assume implicitamente che si tratti di un modello ad armadio (verticale). Per quelli a vasca, tutti alti intorno agli 85-90cm, occorre necessariamente introdurre il volume.

Il  $V_{eq}$ , in qualsiasi modo possa essere stato determinato, è inserito nelle formule europee. Nel seguito si indica con C il coefficiente di classe energetica, proporzionale al consumo:  $C < 0.30$  per la classe A++,  $0.30 < C < 0.42$  per classe A+,  $0.42 < C < 0.55$  per la A,  $0.55 < C < 0.75$  per la B e così di seguito per C D E F con coefficienti 0.90 1.00 1.10 1.25, secondo la normativa.

E' pratica comune dei produttori "comprimere" i consumi dei loro articoli verso gli estremi superiori di ogni classe. Un campione di apparecchi presi a caso, ma tutti in classe A, vedrà molti modelli con  $C = 0.52-0.54$ , ben pochi con  $C \approx 0.50$ , nessuno o quasi con  $C \approx 0.45$ . Per il produttore, una volta ottenuto l'obiettivo di far rientrare un modello entro una determinata classe energetica, non vi è ragione per ridurre il consumo ulteriormente. Nello strumento di audit si si sono quindi assunti come rappresentativi di ogni classe gli estremi superiori ridotti di un 3%.

Seguendo la normativa europea, direttiva 2003/66/EC, e riducendo le 6 classi di apparecchi nelle 4 più comuni si ha:

- per un frigocongelatore a 2 porte: Consumo annuale [kWh] =  $C \cdot (303 + 777 \cdot V_{eq})$

- per un frigo con ghiacciaia a 1 porta: Consumo [kWh] =  $C \cdot (274 + 0.613 \cdot V_{eq})$

In questo gruppo ricadono gli apparecchi delle categorie 4-6 europee, con reparto ghiaccio sino a 4 stelle. La formula è una media di quelle europee.

- per un frigo senza reparto ghiaccio o con piccola ghiacciaia 1 stella: Consumo =  $C \cdot (223 + 0.400 \cdot V_{int})$

- per un congelatore si è posto: Consumo =  $C \cdot (325 + 0.438 \cdot 2.15 \cdot V_{int})$

La formula è una media di quelle delle categorie europee n.8 (congelatore verticale) e n.9 (congelatore a vasca), sbilanciata verso la prima per piccoli volumi (100-150 litri) e verso l'altra per grandi volumi (250 litri e oltre).

La tabella seguente riassume le varie formule utilizzate e fornisce alcuni esempi dei consumi stimati

Tipologia	Determinazione Volume equivalente Veq [l] in base a:			Consumo stimato di un classe A [kWh/anno]	Esempi dei consumi stimati di apparecchi in classe A [kWh/anno] per varie combinazioni di volumi interni e altezze					
	Solo Vol. interno V [l]	Solo Altezza H [cm]	V [l] & H [cm]		V=220	H=145	V=220 & H=145	V=350	H=200	V=350 & H=200
Frigocongelatore 2 porte	.573*V <sup>1.14</sup>	.573*H <sup>1.26</sup>	.573*V <sup>1.14</sup> *H <sup>1.26</sup>	.97*.55*(309+0.777*Veq)	273	287	276	350	350	350
Frigocongelatore 1 porta **/****	1.18*V	.971*H <sup>1.14</sup>	1.18*V	.97*.55*(274+0.613*Veq)	198	196	198	270	264	270
Frigo senza congelatore	V	1.06*H <sup>1.12</sup>	V	.97*.55*(223+0.400*Veq)	151	152	151	196	195	196
Solo Congelatore	2.15V	.56*H <sup>1.33</sup> *(0.7+H/350)	2.15*V*(0.7+H/350)	.97*.55*(325+0.438*Veq)	226	219	223	279	297	273

Dai casi portati come esempio si nota come un apparecchio classe A può consumare dai 150 kWh/anno, se si tratta di un piccolo frigo sottoripiano, ai 350 kWh/anno se è un frigocongelatore di 350 litri. Altri esempi limite: un apparecchio side-by-side all'americana da 600 litri classe A consumerà 510 kWh/anno, un minicongelatore da tavolo da 50l consumerà 195 kWh/anno. L'opuscolo ENEA "L'etichetta energetica" dà esempi di consumo per un frigocongelatore di 300 litri nelle diverse classi energetiche. I valori che si ottengono dal foglio Excel (introducendo solo il volume e classe energetica) corrispondono col valore intermedio di consumo - ossia la media dei valori limite minimo e massimo per l'appartenenza a quella classe - entro un 5%.

Se l'utente non sa nemmeno la classe energetica del suo frigo si pone

$$C = \frac{1.25}{(anno-1999 + \sqrt{(anno-1999)^2 + 36})^{0.28}}$$

cosicché un frigo del 1985 ha C=1.19 (classe F), uno del 1990 ha C=1.07 (classe E), uno del 1995 C=0.92 (classe D, "quasi C"), uno del 2000 C=0.74 (limite classe B), uno del 2005 C=0.60 (classe B, "quasi A"), uno del 2010 C=0.52 (classe A). Questo è in buon accordo con l'andamento dell'efficienza media riscontrato nel mercato europeo nel corso degli ultimi 30 anni.

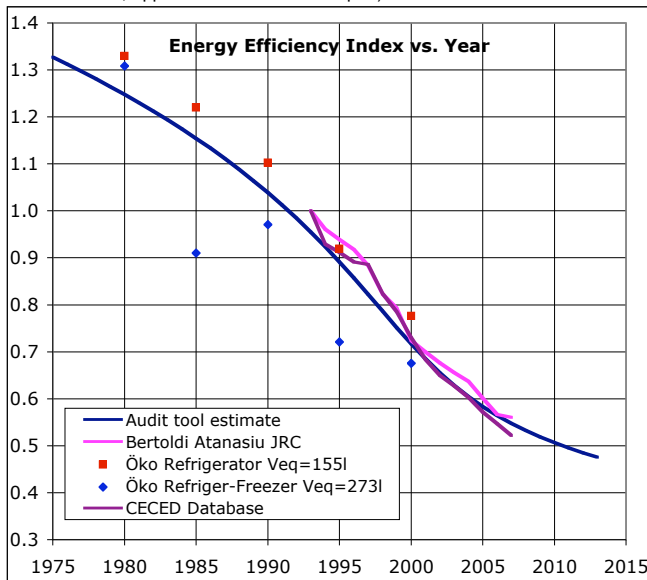
Il recente documento "National campaigns transforming the market" di Pautzke (CECED) stima essere C=0.505 per la media degli apparecchi venduti in Italia nell'anno 2008

Per ottimizzare il fattore C per i prodotti più vecchi si sono utilizzati i dati 1980-2000 di Rüdener-Gensch di Öko Institut elaborati per il CECEC e resi pubblici nel 2005 (la versione <http://www.oeko.de/oekodoc/271/2005-016-en.pdf> è l'ultima revisione datata agosto 2007).

electricity demand [kWh / appliance and year]	1980	1985	1990	1995	2000	2005 (A+)
refrigerator	363	333	301	251	212	118
fridge-freezer	759	528	563	418	392	255
upright freezer	702	523	500	483	472	224
chest freezer	437	268	252	223	215	201

Benchè si riscontri un andamento delle efficienze col passare degli anni vagamente irregolare e non prevedibile, la presente stima risulta discostarsi di un ±7% dai dati di frigoriferi senza congelatore e frigocongelatori negli anni 1980, 1990 e 2000. Per il 1985 e 1995 la corrispondenza è meno buona.

La seguente tabella confronta l'EEl - ossia la C data dalla formula più sopra, che rappresenta l'efficienza - con i dati di frigoriferi e frigocongelatori di Öko, i dati di efficienza media pubblicati da Bertoldi e Atanasij di JRC, quelli ricavati dalla media degli apparecchi registrati sul database di CECEC (non necessariamente in rapporto con la media di quelli effettivamente venduti). Come si vede c'è una certa variabilità tra le diverse fonti: in particolare le stime 1985 e 1995 di Öko paiono particolarmente ottimistiche per il frigocongelatore di 200l + 90l, mentre quelle del 1980 sono più credibili e risultano allineate tra l'altro con la media canadese di Parker-Stedman per l'anno 1981 (EEl=1.305, frigocongelatore di 550l, consumo 1200kWh/anno, applicando la formula europea)



L'esercizio di stimare i consumi per macchine molto vecchie non è fine a se stesso. Indagini di Ambiente Italia, condotte in vari periodi e per conto di diversi comuni italiani ai fini della redazione dei piani energetici comunali, indicano che il parco frigoriferi delle famiglie italiane nel 2000 vedeva circa un 50% di macchine già al tempo obsolete (classe D e superiore, o pre-direttiva UE). Pur ipotizzando un ricambio fisiologico degli apparecchi più vecchi del 14% all'anno e un ulteriore abbattimento di metà di tali prodotti per via degli incentivi statali, si resterebbe con un residuo del 5-7% di macchine con almeno 20 anni di vita tuttora in uso. Il foglio Excel, per la sostituzione di questa vetusta nicchia di apparecchi, predice risparmi sui consumi tra il 65% e il 70% e tempi di recupero del costo del nuovo di circa 5 anni, il che dovrebbe indurre alla sostituzione anche in assenza di qualsiasi ulteriore incentivo.

Per una verifica globale sulla validità di tutte le assunzioni sin qui fatte, si sono presi i cosiddetti base cases del tender TREN/D1/40-2005 Intelligent Energy (pag. 26 e 27 del report sul task 5.1 reperibile da <http://www.ecocold-domestic.org/>). Si tratta di una elaborazione statistica sul mercato europeo dell'anno 2005 attraverso la quale si sono definite alcune ipotetiche tipologie di frigoriferi campione, come dimensioni e consumi, il più possibile rappresentativi della gamma dei modelli più venduti. Il "frigo medio" senza congelatore di 223 litri è dato nello studio con un consumo di 164kWh/anno, mentre il foglio Excel predice - al netto del fattore invecchiamento - 182kWh/anno (+11%). Per il frigocongelatore medio si hanno invece 324kWh/anno dello studio contro 334kWh/anno della presente simulazione (+3%). Per i soli congelatori - per i quali non si è fatta distinzione tra verticale e a vasca - i consumi qui stimati sono 288 e 321 kWh/anno per i due casi da 178 e 254 litri, con un divario di +5% e +7% rispetto ai



modelli medi. Il disallineamento tra i dati del report e quelli del foglio Excel non è quindi uniforme per le diverse tipologie di apparecchi. Ciò deriva anche dal fatto che il report assume andamenti storici di efficienza più accurati e caratteristici per ogni diversa tipologia (frigo, frigocongelatore, congelatore), mentre qui si è assunto un andamento unico per tutte le macchine del freddo. Va peraltro evidenziato, come sottolinea il report, che applicando definizioni diverse di media (media sui modelli disponibili sul mercato, sui quantitativi alla produzione, sulle vendite) si arriva a stime dei consumi medi tra loro diverse, anche sino all'8%. Le scelte di acquisto paiono essere in genere sbilanciate verso modelli leggermente più energivori di quelli assunti nel report come rappresentativi, il che giustifica in parte i valori più generosi del foglio Excel.

Un ulteriore raffronto è stato fatto con le assunzioni di consumi e risparmi ottenibili del reporting tool del programma ECHOAction, numericamente analogo al tool online "Act on CO2" di DEFRA, per il quale è disponibile un rapporto che espone i dettagli su cui si basa il computo: "Act on CO2 Calculator: Data, Methodology and Assumptions Paper V1.2 August 2008" ([http://www.puretrust.org.uk/filelibrary/actonco2\\_calc\\_methodology.pdf](http://www.puretrust.org.uk/filelibrary/actonco2_calc_methodology.pdf)). In questi strumenti i risparmi elettrici derivanti dalla sostituzione dell'apparecchio sono sensibili alla tipologia: si va da un minimo del 40% per un congelatore a vasca, sino al 61% per un frigocongelatore supposti acquistati nel 2000. La media complessiva è del 53% per sostituzione con prodotti equivalenti classe A++. Il presente strumento di audit non distingue invece gli apparecchi tra loro e predice un 47% fisso di risparmio per la sostituzione di macchine acquistate nel 2000 (circa 10 anni di vita) con delle odierne A+. Le discrepanze sui consumi stimati per i singoli apparecchi vecchi sono attorno al 15%. DEFRA dà un consumo più alto per il frigocongelatore (perchè assunto con un capiente reparto freezer) e più basso per il solo frigo. Le stime sui consumi del nuovo, rinormalizzati per tener conto che DEFRA suggerisce acquisti di classe A++ anzichè A+, paiono per il presente strumento un po' più ottimistiche, ma non sappiamo se le stime inglesi includono un possibile extra-consumo dovuto alle condizioni reali di esercizio. Lo scostamento dei risultati rimane comunque entro i 3-4kWh/mese.

Ai fini di un audit elettrico complessivo dell'abitazione, le valutazioni qui assunte per le macchine del freddo domestiche paiono sufficientemente affidabili e compatibili con altre stime indipendenti, anche nel caso vengano dedotte da pochi dati. E' da notare che, per effetto del metodo assunto per il ricavo dei consumi, le stime si adattano ad un'ampia gamma di apparecchi sia come dimensioni (altezza 80-210cm, volume 50-600litri) che come anno di messa in servizio (1975-2010). Questi fattori non compaiono in altri strumenti simili, o sono considerati solo in maniera assai grossolana (ad es. grande/piccolo, vecchio/nuovo).

Se è ancora presente all'interno del frigo l'etichetta metallica con la sigla del modello, può comunque valere la pena una ricerca sul database dei frigoriferi commercializzati in europa negli anni addietro, per ricavare il consumo "vero". Un punto di accesso può essere [http://kuehlicheck.co2online.de/?portal\\_id=reegle\\_en](http://kuehlicheck.co2online.de/?portal_id=reegle_en) riportato anche nei suggerimenti. Come indicato più sopra, qualora si possa desumere e introdurre questo dato, bisognerà pur sempre indicare l'anno di acquisto per permettere l'inclusione del termine di extra consumo per invecchiamento.

Se si può invece misurare con uno strumento il consumo reale del frigo, occorrerà dapprima rapportarlo alla durata di 1 anno. Tale valore si inserirà nella cella "consumo dichiarato". Occorrerà necessariamente inserire l'anno corrente al posto dell'anno di acquisto, per annullare l'aggiunta del termine di invecchiamento, in questo caso non giustificato.

L'azione virtuosa suggerita all'utente, su cui si basa il calcolo del risparmio ottenibile, è la sostituzione del frigo attuale con uno in classe A+.

Nella casella "consumo frigo nuovo" si è quindi considerato il consumo di un classe A+ con volume equivalente pari a quello del frigo vecchio. Il risparmio ottenibile viene valutato in base al raffronto tra il frigo vecchio e quello nuovo.

Una *tabella a sè stante* permette di valutare il tempo di ammortamento del costo di un frigocongelatore nuovo per effetto del risparmio elettrico conseguibile rispetto al frigo vecchio. Si parte da un "costo tipico" di un frigocongelatore (la tipologia più venduta) classe A+ ottenuto in funzione del volume interno indicato dall'utente, ma si può inserire il "costo vero visto in negozio".

Per dare un'idea: un 150 litri può costare 295 euro, un 200 litri 355 euro, un 250 litri 435 euro, un 300 litri 540 euro.

In base al volume indicato viene anche suggerita la dimensione del nucleo familiare per cui è idonea quella grandezza di frigo. Questo dovrebbe servire a ponderare l'acquisto di un frigo troppo grande.

Indicativamente la corrispondenza volume-persone dà: 155 litri per 1 persona, 205l per 2 persone, 275l per 3 persone, 345l per 4 persone, 420l per 5 persone.

Occorre poi inserire i consumi dei due frigoriferi vecchio e nuovo - stimati dalla tabella più sopra, o ricavati dall'etichetta energetica.

Come per le lampadine viene calcolato il tempo necessario affinché i risparmi sui consumi elettrici arrivino a coprire il costo di acquisto. Non sono considerati i termini di "costo del denaro" col trascorrere degli anni, quindi il calcolo è grossolano.

## Risorse in rete - Normative e Tecnica - Refrigerazione

[http://www.conformance.co.uk/Resources/Energy\\_Efficiency.pdf](http://www.conformance.co.uk/Resources/Energy_Efficiency.pdf)

(direttiva europa per frigoriferi e congelatori. NB: i coefficienti delle formule sono obsoleti, perchè modificati nei successivi aggiornamenti della direttiva)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:170:0010:0014:EN:PDF>

(direttiva europa per frigoriferi e congelatori che introduce classi A+ e A++)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:191:0053:0068:IT:PDF>

(regolamento europeo che impone la vendita di frigoriferi minimo classe B dal luglio 2010)

European Policies for Energy Efficient Residential Appliances and Lighting - Paolo Bertoldi - luglio 2006

(p. 8 riduzione dei consumi di energia frigoriferi anni 1990-2003)

[http://mail.mtprog.com/Presentations/Plenary\\_Opening/PaoloBertoldi.pdf](http://mail.mtprog.com/Presentations/Plenary_Opening/PaoloBertoldi.pdf)

Life Cycle Optimization of Household Refrigerator-Freezer Replacement - Yutah A. Horie, Univ. of Michigan - rev. ottobre 2004

(pag. 34: test su invecchiamento isolante e degrado isolamento termico)

[http://css.snre.umich.edu/css\\_doc/CSS04-13.pdf](http://css.snre.umich.edu/css_doc/CSS04-13.pdf)

Optimal household refrigerator replacement policy for life cycle energy... - Kim, Keoleian, Horie, Univ. of Michigan - maggio 2005

(il fattore di invecchiamento utilizzato, 24% dopo 20 anni, deriva da quello di Johnson-Whirlpool con correzioni)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2005.04.004>

Aging of Polyurethane Foam Insulation in Simulated Refrigerator Panels - Wilkes et al., ORNL - marzo 2003

(p. 11: perdite isolamento 20 anni: 26% in media, con variazioni dipendenti dal gas di espansione delle schiume e il foglio di rivestimento)

<http://www.ornl.gov/~webworks/cpr/y2001/pres/116700.pdf>

The Effect of Blowing Agent on Energy Use and Climate Impact - Vink, Honeywell - settembre 2003  
(degrado progressivo del solo isolante nei frigoriferi sino al 20-22% nell'arco di 15-20 anni)  
[http://www.fluorocarbons.org/documents/workshop/Presentation\\_Vink\\_EN.ppt](http://www.fluorocarbons.org/documents/workshop/Presentation_Vink_EN.ppt)

HCFC and HFC alternative foam blowing agents - Wu e Eury, Arkema - Aprile 2002  
(degrado a fine ciclo vita isolante 70%)  
<http://www.arkema-inc.com/literature/pdf/217.pdf>

Use of Field-Applied Polyurethane Foams in Buildings - Bomberg, Kumaran - Nat. Research Council Canada - agosto 2004  
(degrado di pannello isolante spessore 25mm: 65% in 5 anni a T ambiente)  
[http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/ctu-n32\\_eng.pdf](http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/ctu-n32_eng.pdf)

Actual Energy Consumption of Top-Runner Refrigerators in Japan - Jyukankyo Research Institute - giugno 2006  
(p. 8 variazione dell'efficienza in funzione della temperatura ambiente)  
[http://mail.mtprog.com/CD\\_Layout/Day\\_1\\_21.06.06/1400-1545/ID63\\_Tsurusaki\\_final.pdf](http://mail.mtprog.com/CD_Layout/Day_1_21.06.06/1400-1545/ID63_Tsurusaki_final.pdf)

Investigation of Energy Consumption and Energy Savings of Refrigerator-Freezer during Open and Closed Door Condition - luglio 2008  
(perdite di energia dovute ad apertura porte ed effetto della temperatura esterna)  
<http://www.scialert.net/pdfs/jas/2008/1822-1831.pdf>

What's wrong with refrigerator energy ratings? - febbraio 1993  
(misure perdite di efficienza con la temperatura esterna)  
<http://www.homeenergy.org/archive/hem.dis.anl.gov/eehem/93/930114.html#93011426>

Factors Effecting Energy Consumption of Household Refrigerator-Freezers - TENCON 2000 Proceedings  
(perdite di energia per apertura sportello)  
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=00888397>

Environmental and economic evaluation of the accelerated replacement of domestic appliances - Rüdener, Gensch - rev. maggio 2007  
[http://www.toplen.info/uploads/images/upload/Ruedener\\_Gensch\\_final\\_report.pdf](http://www.toplen.info/uploads/images/upload/Ruedener_Gensch_final_report.pdf)

Measured Electricity Savings of Refrigerator Replacement: Case Study and Analysis - Parker, Stedman - 1992  
(monitoraggio estensivo dei consumi di un frigo vecchio e nuovo in uso reale, al variare della T ambiente e dell'intensità d'uso)  
<http://www.fsec.ucf.edu/en/publications/html/FSEC-PF-239-92/index.htm>

The energy efficiency potential for cost-effective GHG reductions worldwide: issues and barriers - Waide, IEA - gennaio 2006  
(p. 14 come si accalcano i consumi dei frigoriferi ai limiti delle rispettive classi energetiche)  
[http://wbcarbonfinance.org/docs/Paul\\_Waide\\_IEA\\_energy\\_efficiency\\_context\\_World\\_Bank\\_Dec\\_05.ppt](http://wbcarbonfinance.org/docs/Paul_Waide_IEA_energy_efficiency_context_World_Bank_Dec_05.ppt)

Assessment of the energy performance of household refrigerators via dynamic simulation - giugno 2008  
(analisi statistica Montecarlo su perdite efficienza e derive del sistema di raffreddamento del frigo con la vecchiaia)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2008.06.007>

COLD II - The revision of energy labelling and minimum energy efficiency standards for domestic refrigeration appliances - Europ. Commission DG TREN - luglio 2001

Per sapere tutto sui frigoriferi... Incidentalmente il rapporto (p. 88 del pdf) ravvisa l'inutilità di mantenere divise le categorie 6 e 7, visto che la 7 è più vantaggiosa per i produttori  
[http://www.ceecap.org/img\\_assets/File/Cold%20II.pdf](http://www.ceecap.org/img_assets/File/Cold%20II.pdf)

## Lavaggio

Sono previste 3 tipologie di apparecchi per gli indumenti: lavatrice, asciugatrice e combinato (lava-asciuga). Quest'ultima, per semplicità di trattazione, dà gli stessi risultati numerici dei due apparecchi lavatrice + asciugatrice messi assieme.

Per la lavatrice vi sono coefficienti di consumo in funzione della temperatura di lavaggio: 2.7 per 40°, 5.0 per 60°, 8.0 per 90°. Questi vengono da statistiche europee più complesse, riferite a 1 kg di indumenti. Si suppone che il carico nominale tipico di una lavatrice sia 5kg (da cui deriva il coefficiente di 5 per il lavaggio "standard" a 60°). La somma del numero di lavaggi alle diverse temperature, ognuno moltiplicato per il suo coefficiente, è ulteriormente moltiplicato per l'efficienza della macchina: 0.182 per classe A, 0.222 per B, 0.262 per C, ecc.

Se il dato di classe energetica manca, si fa una stima dell'efficienza energetica - come per i frigoriferi - con l'anno di acquisto. La formula però ha andamento diverso

$$E = \frac{0.616}{(A-1985 + \sqrt{(A-1985)^2 + 52})^{0.31}}$$

E è il coefficiente di efficienza (a moltiplicare per ottenere il consumo elettrico). A è l'anno di produzione. Anche qui si è cercato di approssimare al meglio l'andamento nel corso degli anni dell'efficienza media degli apparecchi nel mercato europeo. Si sono utilizzati i dati storici 1997-2004 del report di Rüdener, Gensch e Quack e nella brochure tedesca "Nachhaltiges Waschen" citate.

Si vede che l'efficienza è 0.41 (classe F) per una lavatrice del 1980, 0.33 (classe D, "quasi E") per il 1985, 0.27 (classe D, "quasi C") per il 1990, 0.235 (classe C) per il 1995, 0.21 (classe B) per il 2000, 0.195 (classe B, "quasi A") per il 2005, 0.182 (giusto in classe A) per il 2010.

L'azione suggerita, su cui si basa il calcolo del risparmio, è la sostituzione della lavatrice vecchia con una nuova in classe A, ossia con efficienza 0.182. Va notato che esiste pure una classe A+ (efficienza 0.170), come accordo volontario dei produttori e quindi non evidenziabile come tale sull'etichetta europea.

Per la lavastoviglie l'approccio è simile. E' preso come riferimento il consumo di un lavaggio "standard" (a 65°). Quello a più bassa temperatura (indicata 55°) è assunto consumare il 78% del lavaggio normale. L'asciugatura aggiunge un consumo dell'8%. Il tutto è moltiplicato per un termine di dimensione della macchina, in soldoni il numero di coperti: 0.596 per 6 coperti, 0.793 per 9 coperti, 1.000 per 12 coperti. Vi è poi il termine di classe energetica europea: 1.017 per classe A, 1.215 per classe B, 1.411 per classe C, ecc.

Se non si sa la classe verrà determinata dall'anno di acquisto con la solita formula

$$E = \frac{1.3}{(A-2000 + \sqrt{(A-2000)^2 + 1.2})^{0.09}}$$

Dove E è l'efficienza (proporzionale al consumo) e A è l'anno. A differenza delle altre curve storiche di efficienza questa presenta un *ca/lo* piuttosto repentino attorno agli anni 1998-2002, riproducendo bene le rilevazioni di mercato. I valori di efficienza che si ottengono: 1.78 (classe E, "quasi F") per il 1980, 1.737 (classe E) nel 1985, 1.675 (classe E) nel 1990, 1.575 (classe D) nel 1995, 1.289 (classe C) nel 2000, 1.055 (classe B) nel 2005, 0.993 (classe A) nel 2010.

L'azione virtuosa suggerita, su cui si basa il calcolo del risparmio, è la sostituzione della lavapiatti vecchia con una nuova in classe A, ossia con Eff=1.017.

Segue una tabella di valutazione dei soli consumi in standby. Questi sono in relazione all tipo di selettore dei programmi della macchina e al tipo di display. I programmatori elettronici contengono un microprocessore (1W) e possono presentare dei LED (0.5W l'uno) eventualmente un display a 7 segmenti in genere a 2 cifre più o meno grande (circa 4.5W) oppure a LCD (0.5W). La potenza in standby è considerata per i tempi in cui questi dispositivi possono rimanere accesi inutilmente, in base alle abitudini d'uso e il numero di lavaggi inserite dall'utente. Si considerano sia i "tempi morti" dovuti a programmazione ritardata della partenza con timer, sia il tempo tralasciato tra fine ciclo e reale spegnimento dell'apparecchio. Il risparmio sul consumo di standby è fissato in tutti i casi arbitrariamente al 75%.

### Risorse in rete - Normative e Tecnica - Lavaggio

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1995L0012:19970117:IT:PDF>  
(direttiva CE su lavatrici)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1996L0060:20040501:IT:PDF>  
(direttiva CE su lavasciuga)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0017:EN:HTML>  
(direttiva CE su lavapiatti)

Eco-Efficiency Analysis of Washing machines - Rüdener, Gensch, Quack - 2005  
(a pag. 25 del file decompresso 01-2005-15-en.pdf vi sono i consumi 1975-2004)  
<http://www.oeko.de/publikationen/forschungsberichte/studien/dok/657.php?id=24&anzeige=det&dokid=270>

Eco-Efficiency Analysis of Washing machines, Refinement of Task 4 - Rüdener, Gensch for CECED - marzo 2005  
[http://www.ceced.org/ICCED/easnet.dll/GetDoc?APPL=1&DAT\\_IM=2042A1&DWNLD=%D6ko%20Institute\\_Refinement%20task%204\\_EEA%20washing%20machine\\_2005-03-18.pdf](http://www.ceced.org/ICCED/easnet.dll/GetDoc?APPL=1&DAT_IM=2042A1&DWNLD=%D6ko%20Institute_Refinement%20task%204_EEA%20washing%20machine_2005-03-18.pdf)

Aktionstag - Nachhaltiges Waschen - maggio 2004  
(pag. 2 consumi elettrici e costi lavaggi a 30°C, 40°C, 60°C per lavatrici 1975-2004)  
[http://www.haushaltstechnik.uni-bonn.de/washtag/flyer\\_Forum\\_Waschen.pdf](http://www.haushaltstechnik.uni-bonn.de/washtag/flyer_Forum_Waschen.pdf)

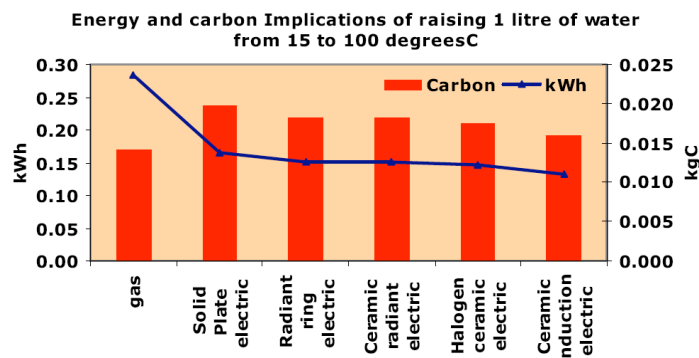
Washing with an old washing machine – how long is it sustainable? - Stammering - luglio 2006  
(pag. 4 variaz. consumi in funzione della temperatura lavaggio)  
[http://mail.mtprog.com/Presentations/Session\\_A/A3RainerStammering.pdf](http://mail.mtprog.com/Presentations/Session_A/A3RainerStammering.pdf)

Old washing machines wash less efficient and consume more - Stammering - giugno 2006  
(stessi dati che in altre pubbl. di Stammering)  
[http://mail.mtprog.com/CD\\_Layout/Day\\_1\\_21.06.06/1400-1545/ID76\\_Stammering\\_final.pdf](http://mail.mtprog.com/CD_Layout/Day_1_21.06.06/1400-1545/ID76_Stammering_final.pdf)

### Cucina

Per quanto poco diffusi da noi i fornelli elettrici possono pur sempre essere presenti e utilizzati in un'abitazione, a volte anche solo come piastre complementari al gas presenti sullo stesso piano cottura. I dati di efficienza di piastre metalliche, piani in vetroceramica (prodotti con più di una tecnologia) e a induzione non risultano essere un tema di ricerche approfondite. Le efficienze, ossia il rapporto tra energia elettrica ceduta ai cibi rispetto a quella consumata, appaiono talvolta discordanti tra le diverse fonti informative. Le ragioni sono principalmente: (1) a livello europeo non è stata preparata una metodologia con cui testare e qualificare i sistemi di cottura, (2) la normativa americana è opinabile perchè basata sul riscaldamento di un blocco campione di alluminio non rappresentativo delle condizioni reali di utilizzo, (3) mancano dati di confronto sufficientemente attendibili e non di parte. Si sono presi valori del 65% per piastre tradizionali (ghisa), 62% per vetroceramica e 82% per l'induzione. I valori derivano da una media dei pochi dati recenti e attendibili tra cui un policy brief di Defra del luglio 2008, prove effettuate da un centro di ricerca dell'Università di Bristol nel gennaio 2009 e soprattutto il final report del luglio 2009 del progetto di ricerca FO 0409, un tender con cui Defra stessa ha demandato a organismi sopra le parti l'effettuazione di una serie di prove di consumo rappresentative dell'utilizzo reale.

La seguente figura - un po' datata ma fondamentalmente corretta - è inclusa per confrontare, per i diversi sistemi di cottura, il consumo di energia e l'emissione di CO2 riferiti per semplicità al riscaldamento di 1 litro d'acqua. Le efficienze che vi figurano - gas 39%, piastra 67%, vari vetroceramici 73%, induzione 83.5% - sono più o meno allineate con quelle del rapporto americano del LBNL e col presente strumento.



(Fonte: The 40% House Project)

Va evidenziato come il gas, seppure dotato dell'efficienza più bassa, rimane vantaggioso in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>. Questo perchè, sia in Italia sia nel Regno Unito a cui la figura si riferisce, l'elettricità proviene principalmente da centrali a combustibili fossili. I fattori di conversione da energia termica dei combustibili a energia elettrica sono attorno al 40%. Pertanto un fornello dotato del 100% di efficienza *elettrica* (rapporto tra calore ceduto ai cibi e corrente assorbita) ha in realtà il 40% di efficienza *globale* (rapporto tra calore ceduto ai cibi e calore dei combustibili consumati in centrale).

Nello strumento di audit si chiede anche se già viene posta attenzione a ridurre i consumi in cucina. Se la risposta che viene data è "Sempre" allora il risparmio ottenibile sarà zero (ossia vengono già prese le massime precauzioni per non sprecare energia). Altrimenti, in base alle altre risposte, verrà valutato un risparmio possibile sino a un massimo del 20% per i fornelli elettrici e un 10% per il forno.

Il consumo del forno, come per gli altri apparecchi, è stimato in base alla classe energetica oltre che l'intensità d'uso. Se la classe non viene indicata il forno è assunto (arbitrariamente) in classe C. Non è parso necessario inserire la dimensione del forno nel calcolo, perchè quelli in commercio paiono tutti di grandezze più o meno paragonabili.

I consumi utilizzati per gli altri apparecchi da cucina sono: mini-forno 450W, microonde 1.25kW, cappa 50W, bistecchiera 1.3kW, friggitrice 900W, robot 500W, frullatore 200W, spremiagrumi 40W, tostapane 0.03kWh/uso, caffè espresso 0.06kWh/uso, macchina pane 0.35kWh/uso, yogurtiera 0.16kWh/uso, bollitore 1.1kW.

Alcuni apparecchi hanno lo stand-by, ed è l'esclusione di questo (viene detto) che rientra nelle accortezze e valuta i risparmi. Microonde: standby 2.4W, macchina caffè 1.6W. Siccome però può risultare difficile o pericoloso staccare continuamente questi apparecchi in cucina, l'utente può rispondere "non possibile" e così non verranno conteggiati possibili risparmi.

## Risorse in rete - Cucina

The 40% House Project - Peacock, Newborough - Heriot Watt University - dicembre 2004

(paragone consumi e emissioni di CO<sub>2</sub> dei diversi sistemi di cottura)

[http://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/downloads/40house/background\\_doc\\_o.pdf](http://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/downloads/40house/background_doc_o.pdf)

Technical Support Document for Residential Cooking Products, Volume 2: Potential Impact of Alternative Efficiency Levels for Residential Cooking Products- Lawrence Berkeley National Laboratory - marzo 2002

[http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance\\_standards/residential/pdfs/cookgtsd.pdf](http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/residential/pdfs/cookgtsd.pdf)

How efficient is your cooking hob? - Veronica Swain, FR&PE Research Center, Università di Bristol - maggio 2005

<http://www.frperc.bris.ac.uk/home/opinion/items/item0006.htm>

Understanding the GHG impacts of food preparation and consumption in the home, Project code FO 0409, Defra - luglio 2009

[http://sciencesearch.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=FO0409\\_8192\\_FRP.pdf](http://sciencesearch.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=FO0409_8192_FRP.pdf)

## TV - PC - Svago

La valutazione del consumo del televisore è piuttosto complessa, esistendo varie tecnologie, diverse dimensioni degli schermi, progressi tecnologici che possono influenzare il consumo da acceso e in standby.

In prima approssimazione si è assunto che il consumo da acceso è solo funzione della tecnologia e della dimensione.

Quello in standby (esistono ampie rilevazioni internazionali) è correlato, entro certi limiti, all'anno di produzione dell'apparecchio.

Il consumo da acceso è calcolato determinando la superficie reale dello schermo in dm<sup>2</sup> e applicando un consumo di 0.79W/dm<sup>2</sup> per un TV a tubo, 0.85W/dm<sup>2</sup> per un LCD e 1.08W/dm<sup>2</sup> per un plasma. A questo sono aggiunti 18W di consumo fisso delle elettroniche. Il calcolo segue più o meno il draft del documento europeo sui consumi dei TV indicato nei riferimenti.

Occorre comunque sottolineare, come evidenziato da studi e rilevazioni, che il consumo di un TV può variare notevolmente ( $\pm 20\%$  e oltre) in funzione della luminosità impostata dall'utente.

Lo standby dipende anche lui dal tipo di tecnologia, perchè gli apparecchi piatti e/o digitali sono più progrediti e risultano consumare meno di quelli a tubo. Si è posto che un CRT del 2009 consuma 3.1W, un LCD 1.2W e un plasma 0.5W (valori ricavati dai dati in letteratura e in buon accordo con recenti rilevazioni europee)

Per apparecchi più vecchi vi è un incremento di questi valori del 9% all'anno per tenere conto delle tecnologie meno attente al risparmio utilizzate in passato. Ad es. un televisore tradizionale del 2002 può avere uno standby di 6W.

Nella sezione televisori del foglio di calcolo, per non appesantirlo con un menu a tendina infinito, si è scelto di introdurre testo libero. Occorre indicare il tipo di apparecchio (le parole chiavi sono: CRT, tubo, cristalli, LCD, plasma, PDP, VCR, videoregistratore, videoproiettore)

Indicare la dimensione schermo (la parola chiave è un numero di 2 cifre seguito da " o dalla parola pollici)

Indicare opzionalmente il fattore di forma dello schermo (parole chiavi: 4:3 o 16:9).

Altri termini non sono considerati. E' quindi del tutto equivalente ai fini del calcolo inserire la stringa 'TV a tubo da 21" del 2002' oppure '21" tubo 2002'.

Un televisore con videoregistratore integrato, da indicare come 'TV 21" + VCR 2002', produrrà un consumo pari alla somma di quelli dei due apparecchi (TV e VCR) presi singolarmente.

Alcuni esempi dei valori prodotti dal foglio di calcolo: TV a tubo 17" del 2002 consumo=50W standby=6W, TV a tubo 27" del 2005 consumo=105W standby=4.5W, TV LCD 42" 16:9 del 2007 consumo=226W standby=1.4W, TV al plasma 50" 16:9 del 2007 consumo 399W, standby 0.6W.

Sul rapporto di DEFRA citato più sopra sono indicati tre televisori tipo - CRT 28", LCD 32", plasma 42" - considerati come rappresentativi del mercato. Il consumo da loro stimato coincide entro il 6% con quanto si ricava qui.

Le altre elettroniche sono suddivise in gruppi di apparecchi con tipologie tra loro simili e sono selezionabili da menu a tendina. Per tutte le elettroniche, dovunque è previsto l'inserimento dell'anno di acquisto, vale un calcolo per lo standby simile a quello dei televisori.

I dati di consumi stimati per i vari apparecchi provengono da una moltitudine di fonti informative e spesso sono una media di dati con provenienze diverse eventualmente corretti - se non recenti - col trend temporale di riduzione dei consumi associabile a specifici tipi di apparecchiature. Tra queste: rilevazioni di Rosen e Meier in USA pubblicate nel 1999-2000 (i dati più recenti si riferiscono al 1999), rilevazione di Shuma Iwisi in Sud Africa con dati 2006, rilevazione presso 178 famiglie francesi 1998-99 riportate da Lebot in un articolo del 2000, consumi medi apparecchiature USA indicati sul sito "Standby Power" del Lawrence Berkeley National Laboratory con dati presumibilmente del 2007 (messi in linea nel 2008), rilevazioni australiane a campione su vari tipi di apparecchi dal 2001 a oggi sul sito <http://www.energyrating.gov.au/standbydata/app/>, "Energy Consumption by CE in U.S. Residences" di Tiax della fine 2007, "Energy use in the Australian residential sector 1986-2020" rilasciato nel 2008, rapporto IEC del 2001 con standby dei prodotti "top runner" del 2000, sito europeo REMODECE, sito europeo TopTen <http://www.topten.info/>.

I consumi qui assunti sono: ricevitore TV digitale 20W, DVD player 14W, DVD recorder 25W, DVD player + VCR 16W, home theater 32W, stereo portatile 5W, mini-stereo da tavolo 17W, stereo a componenti separati 44W, radiosveglia 2.5W, PC+monitor tradizionale 139W, PC+monitor LCD 102W, PC portatile 37W, stampante ink-jet 5W, stampante laser 131W, stampante multifunzione 9W, scanner 10W, altoparl. esterni 4W, modem ADSL 5.4W, hub USB/Ethernet 2.1W, cordless 2.4W, cordless con segreteria 4.5W, riconoscim. chiamante 1.3W, segreteria 2.5W, fax 6.2W, alim. cellulare 0.3W.

Gli standby assunti sono (riferiti ad apparecchi dell'anno 2009): ricevitore TV digitale 8.5W, DVD player 1.3W, DVD recorder 3.5W, DVD player+VCR 2.6W, home theater 3W, stereo portatile 1.8W, mini-stereo da tavolo 2.8W, stereo a componenti separati 3.9W, radiosveglia 1.1W, PC + monitor tradizionale 5.2W, PC+monitor LCD 4.6W, PC portatile 6.7W, stampante laser 1.1W, stampante multifunzione 9W, scanner 10W, altoparl. esterni 1.8W, modem ADSL 2.1W, hub USB/Ethernet 1.4W. Per la apparecchiature telefoniche, per semplicità, il consumo in funzione e in standby sono assunti essere uguali.

Per le console videogiochi, stante la forte diversità di consumi riscontrati nei vari prodotti ([http://www.sust-it.net/energy\\_saving.php?id=71](http://www.sust-it.net/energy_saving.php?id=71) e <http://www.hardcoreware.net/reviews/review-356-1.htm>) si sono inserite delle voci più specifiche.

Le azioni previste per ridurre i consumi consistono nella eliminazione degli assorbimenti di standby dei vari apparecchi. Questo si può ottenere spegnendo un dispositivo attraverso l'interruttore (anziché col telecomando) o meglio ancora dotandosi di ciabatte a prese multiple con un unico interruttore generale.

I risparmi possibili sono calcolati sull'abbattimento dei consumi di standby, partendo da una situazione che può già essere più o meno virtuosa (in base alla risposta alla domanda "Lo spegnete del tutto?"). Il margine ancora possibile di risparmio è valutato di conseguenza, anche per non creare false aspettative. Le risposte possibili sono: sempre, spesso, abbastanza, poco, mai, non possibile. "Sempre" significa che quando l'apparecchio non viene usato allora non vi è consumo di standby, perchè si provvede sempre a spegnerlo. "Mai" significa che lo standby permane per tutto il tempo di non uso. I valori intermedi (spesso, abbastanza, poco) corrispondono a spegnere l'apparecchio completamente nel 75%, 50%, 25% del tempo di non uso. Questa risposta influenza sia il consumo stimato, che verrà sommato agli altri per produrre il bilancio elettrico dell'abitazione, sia il risparmio che è ancora possibile effettuare.

Simulazioni credibili del "parco elettroniche" tipico di una famiglia e delle abitudini d'uso portano a ritenere che i margini di risparmio in questo gruppo possano essere rilevanti.

Considerazioni più accurate sui dispositivi attualmente in commercio portano a concludere che per molti di essi esistono diverse modalità di funzionamento, ognuna caratterizzata da uno specifico consumo. Alcuni studi distinguono infatti i consumi in modo "on", "active standby", "passive standby" e "off". Non è possibile ovviamente tenere conto di questo livello di dettaglio. Ai fini della presente simulazione si assumono come consumi di standby quelli della modalità percepita come tale dall'utente, in cui l'apparecchio non risulta acceso in senso proprio, ma è immediatamente pronto a rientrare in funzione, ad es. attivandolo da telecomando. Quando ciò non si verifica si suppone che l'apparecchio sia completamente spento e che il suo consumo sia zero, anche se ciò potrebbe non sempre corrispondere alla realtà dei fatti.

## Risorse in rete - Normative e Tecnica - TV ecc.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:339:0045:0052:EN:PDF>  
(direttiva europea sui limiti di consumo in standby: 1W e 2W)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:036:0008:0014:EN:PDF>  
(direttiva europea che limita il consumo di decoder e digitale terrestre a 5-8W)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:093:0003:0010:IT:PDF>  
(regolamento europeo che limita il consumo in standby di alimentatori esterni a 0.5W)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:191:0042:0052:IT:PDF>  
(regolamento europeo che limita il consumo da accesi e in standby di televisori e monitor)

[http://assets.wwf.ch/pub/guida\\_stop\\_standby.pdf](http://assets.wwf.ch/pub/guida_stop_standby.pdf)  
(mini guida pratica WWF e TopTen per ridurre i consumi di standby)

Per i consumi tipici delle più varie tipologie di apparecchi, sia in stand-by che in funzione:

Standby Power Summary Table - Lawrence Livermore National Laboratory  
(rilevazioni statistiche su diverse tipologie di apparecchi, manca l'anno di effettuazione)  
<http://standby.lbl.gov/summary-table.html>

International Standby Power Data Project  
(statistiche standby per tipologia prodotto, anno, trend temporale, nazione: Ungheria, Rep. Ceca, Corea, USA,...)  
<http://www.energyrating.gov.au/standbydata/app/>

- Energy Consumption by Consumer Electronics in U.S. Residences, Final Report - Roth & McKenney, TIAX LLC - 2007  
[http://www.ce.org/pdf/Energy%20Consumption%20by%20CE%20in%20U.S.%20Residences%20\(January%202007\).pdf](http://www.ce.org/pdf/Energy%20Consumption%20by%20CE%20in%20U.S.%20Residences%20(January%202007).pdf)  
[http://www.ce.org/pdf/Energy\\_Consumption\\_by\\_CE\\_in\\_U.S.\\_Residences\\_-\\_Revised\\_December\\_2007.pdf](http://www.ce.org/pdf/Energy_Consumption_by_CE_in_U.S._Residences_-_Revised_December_2007.pdf)
- Estimation of Appliance Standby Power Load in South Africa: Measurement Results - Shuma-Iwisi & Gibbon - febbraio 2008  
 (statistiche 2006-2007 standby vari apparecchi, Sud Africa)  
[http://active.cput.ac.za/energy/web/DUE/DOCS/274/Paper%20-%20Shuma\\_Iwisi%20M.pdf](http://active.cput.ac.za/energy/web/DUE/DOCS/274/Paper%20-%20Shuma_Iwisi%20M.pdf)
- Global Implications of Standby Power Use - Lebot (IEA), Meier (Berkley Lab), Anglade (ADEME) - giugno 2000  
 (statistiche 1998-1999 standby vari apparecchi, Francia)  
<http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/789121-dxnR5R/native/789121.pdf>
- Progetto EURECO, Evaluation of the Potential Electricity Savings in the Residential Sector - gennaio 2007  
 (p. 13 e segg. analisi consumi standby domestici in Italia)  
<http://agenda21.comune.pv.it/on/Home/Info/Energia/documento5000409.html>
- REMODOCE Project, Analysis of Monitoring Campaign in Europe - Grinden & Feilberg - dicembre 2008  
 (audit elettrici domestici con misure standby, progetto europeo REMODOCE)  
[http://www.isr.uc.pt/~remodece/downloads/REMODOCE\\_D10\\_Nov2008\\_Final.pdf](http://www.isr.uc.pt/~remodece/downloads/REMODOCE_D10_Nov2008_Final.pdf)
- eERG - Gruppo di Ricerca sull'Efficienza Energetica negli usi finali - Documenti  
 (link ai risultati progetti europei EURECO e MICENE)  
<http://www.eerg.polimi.it/documenti.php>
- Standby Power Losses in Household Electrical Appliances and Office Equipment - Mohanty - agosto 2001  
 (p.4 e segg.: stand-by di vari apparecchi anni 1995-98)  
[http://www.energitjenesten.dk/files/resource\\_4/Videnskassen/Stroemtyv/standby\\_power\\_losses.pdf](http://www.energitjenesten.dk/files/resource_4/Videnskassen/Stroemtyv/standby_power_losses.pdf)
- Effective Policies and Measures in Energy Efficiency in End-Use Equipment and Industrial Processes - Bertoldi - ottobre 2001  
 (andamento consumi medi stand-by TV e VCR anni 1996-2000)  
[http://unfccc.int/files/meetings/workshops/other\\_meetings/application/pdf/bertoldi.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/workshops/other_meetings/application/pdf/bertoldi.pdf)
- European Policies for Energy Efficient Residential Appliances and Lighting - Bertoldi - luglio 2007  
 (p. 14 stand-by TV CRT 1996-2004. Il grafico di Bertoldi e gli EnergyRating australiani - seppur con alti e bassi - indicano che i consumi di standby dei nuovi apparecchi migliorano di un 10% ogni anno)  
[http://mail.mtprog.com/Presentations/Plenary\\_Opening/PaoloBertoldi.pdf](http://mail.mtprog.com/Presentations/Plenary_Opening/PaoloBertoldi.pdf)
- Per consumi di apparecchi TV a Tubo catodico, LCD e Plasma, oltre ai documenti precedenti:  
[http://www.iea.org/textbase/work/2007/set-top/Index\\_for\\_TV.s.pdf](http://www.iea.org/textbase/work/2007/set-top/Index_for_TV.s.pdf)  
[http://reviews.cnet.com/4520-6475\\_7-6400401-3.html](http://reviews.cnet.com/4520-6475_7-6400401-3.html)  
 (consumi e efficienze di circa 120 modelli di TV correnti)  
<http://www.energy.ca.gov/2008publications/CEC-400-2008-028/CEC-400-2008-028-SD.PDF>  
 (consumi CRT, LCD e Plasma usati dalla California Energy Commission)  
<http://www.energyrating.gov.au/library/pubs/200710-tv-meps-labelling.pdf>  
 (p. 38 e segg.: analisi internazionale con raffronto USA, AU, UK su consumi televisori)  
<http://www.homeenergy.org/archive/hem.dis.anl.gov/eehem/99/990510.html>  
[http://www.energystar.gov/ia/partners/prod\\_development/revisions/downloads/tv\\_vcr/Ecos\\_Presentation.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/revisions/downloads/tv_vcr/Ecos_Presentation.pdf)  
<http://eetd.lbl.gov/EA/Reports/42393/42393.pdf>  
 (p. 27)  
<http://probonostats.wordpress.com/2008/02/01/display-power-consumption/>  
<http://www.clasponline.org/files/Attachment%20B.%20CTV%20Labeling%20Analysis%20Report%20Final.pdf>  
[http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/consultation\\_forum/2008\\_10\\_16/working\\_document\\_tv\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/consultation_forum/2008_10_16/working_document_tv_en.pdf)  
 (p. 3 draft classi energ. europee per schermi TV)

## Scaldabagno

Questa sezione è presente, sia per uniformità storica col foglio di calcolo TREAM, sia perchè non si può escludere a priori che possano ancora esserci abitazioni con riscaldamento elettrico dell'acqua.

Il consumo elettrico mensile è dato dalla somma del consumo di acqua calda (che dipende dal numero di componenti del nucleo familiare) e dal termine di dispersione di calore dell'acqua accumulata nello scaldabagno (che dipende da dimensione ed età dello stesso).

Per uno scaldabagno di 60 litri nuovo e di buona qualità si assume una perdita di 20kWh al mese. Per altri volumi le perdite vanno circa con la radice del volume piuttosto che con la superficie, perchè apparecchi più grandi hanno anche uno spessore maggiore di isolante. Non si distingue tra scaldabagni orizzontali e verticali.

Il degrado dell'isolamento, dai pochi dati pubblicati, sembra essere più repentino e consistente che in un frigorifero, per le più alte temperature in gioco e perchè i cicli termici alla lunga provocano distacchi e sfaldamento dell'isolante.

Si è quindi assunto un consumo mensile, dovuto alle sole perdite di calore dalla camicia, di

$$E [kWh] = 20 * \sqrt{\frac{Vol [l]}{60}} \cdot \left( 1 + \frac{0.08 \cdot (2009.5 - A)}{\sqrt{1 + 0.01 \cdot (2009.5 - A)^2}} \right)$$

dove E è l'energia elettrica persa (al mese), Vol è il volume interno dello scaldabagno, A è l'anno di acquisto.

I valori che si ricavano: un 60l del 2009 perde 20.8kWh/mese, un 80l 24kWh/mese, un 100l 26.8kWh/mese, un 120l 29.4kWh/mese.

In funzione della vecchiaia: un 80l del 2009 perde 24kWh/mese, un 80l del 2005 30.7kWh/mese, un 80l del 2000 perde 35.8kWh/mese.

Diversi paesi (USA, Canada, Svizzera, Germania, Australia, Nuova Zelanda,...) hanno proprie normative che fissano le perdite di calore massime

ammesse in funzione del volume. Il valore riferito a un 80 litri va da 25kWh/mese a 40kWh/mese. Una rilevazione statistica europea del 1998-99 indica un consumo medio di scaldabagni verticali in commercio di 34.5kWh/mese. Prodotti europei più recenti stanno sotto i 30kWh/mese. I test delle dispersioni devono però effettuarsi con temperature dell'acqua di 135°F-60°C, maggiori di quelle normalmente impostate nell'uso reale, in cui si misurerebbero 20-24kWh/mese per un 80l. I valori qui proposti riflettono quindi l'effettivo consumo che si riscontra in un'abitazione.

Il consumo dovuto all'uso di acqua calda è assunto  $E[\text{kWh/mese}] = 37 * (0.23 + n.\text{utilizzatori}) * (\text{fattore utilizzo aeratori e riduttori})$ . A quanto pare due persone non consumano il doppio di una, ma solo l'80% in più, ecc. Benché ciò possa sembrare strano vi sono ragioni a sostegno di questa constatazione derivante da misure sul campo. Il consumo di 37kWh/mese a persona è una media di varie statistiche, molte delle quali mostrano notevole dispersione e correlazioni con variabili normalmente trascurate (ad es. l'età degli occupanti) che qui non si sono considerate. Il termine dovuto all'uso di aeratori e riduttori di flusso è 1 se non si usano aeratori ai rubinetti mentre, come mostrano i risultati di un'ampia rilevazione presso famiglie, può arrivare a 0.8 - ossia un risparmio del 20% - per l'acqua calda (per la fredda ancor di più) qualora si utilizzino estensivamente tali accorgimenti di risparmio.

Per uniformità con le altre sezioni del foglio di calcolo viene suggerito l'intervento di sostituzione dell'apparecchio con uno simile ma recente. Oltre a questo viene chiesta e considerata l'installazione pregressa di aeratori e riduttori, sia nel calcolo dei consumi che dei risparmi ancora ottenibili.

### Risorse in rete - Normative e Tecnica - Scaldabagno

<http://www.californiagreensolutions.com/cgi-bin/gt/tpl.h,content=1294>

(perdite calore per dispersione scaldabagno tipiche: 0,5-2,0 [%/ora])

<http://www.nyserda.org/programs/EquipmentStandards/commWaterHeaters.asp>

(massime perdite dispersione ammesse [%/h] < 0,3+0,01\*Volume [litri])

[http://www.ciph.com/Downloads/advocacyLink/20091013\\_Adv%20Link%20Oct%2009%20with%20Requirements.pdf](http://www.ciph.com/Downloads/advocacyLink/20091013_Adv%20Link%20Oct%2009%20with%20Requirements.pdf)

(normativa canadese: dispersione ammesse [W] < 40+0,2\*Volume [litri])

Energy Star Canada - Search

(ricerca online su database governativo canadese, in base a volume e perdite. Gli apparecchi sono mediamente un 15% più efficienti di quanto prescritto. La media delle dispersioni riferita a 80l è di 33kWh/mese)

<http://oee.nrcan.gc.ca/residential/business/manufacturers/search/electric-water-heaters-search.cfm?attr=4>

[http://www.emsd.gov.hk/emsd/e\\_download/pee/EELS\\_Water\\_Heater\\_Eng\\_\(2008-July\).pdf](http://www.emsd.gov.hk/emsd/e_download/pee/EELS_Water_Heater_Eng_(2008-July).pdf)

(p. 12 riporta i risultati della rilevazione europea Analysis of Energy Efficiency of Domestic Electric Storage Water Heaters - DGXVII)

[http://www.verbraucherinfothek.de/media/Uebersicht\\_Elektrische\\_Warmwasserspeicher.pdf](http://www.verbraucherinfothek.de/media/Uebersicht_Elektrische_Warmwasserspeicher.pdf)

(perdite dispersione prodotti commerciali mercato tedesco)

<http://www.roth-heizung.de/media/docs/speicher.pdf>

(p. 93 dati tecnici completi scaldabagni Junkers)

Consumo totale e pro capite di acqua calda in funzione della dimensione del nucleo familiare:

<http://www.berr.gov.uk/files/file16568.pdf>

(p. 4 fig. 2)

[http://data.csb.gov.lv/Dialog/varval.asp?ma=0309a&ti=epm3.9.+Consumption+of+hot+water+per+person+in+dwelling+\(m3\)&path=.../DATABASEEN/ide/Energy%20consumption%20in%20households/&lang=1](http://data.csb.gov.lv/Dialog/varval.asp?ma=0309a&ti=epm3.9.+Consumption+of+hot+water+per+person+in+dwelling+(m3)&path=.../DATABASEEN/ide/Energy%20consumption%20in%20households/&lang=1)

[http://www.enbw.com/content/de/privatkunden/\\_media/pdf/090109\\_EPlaner-Vers-4-2-eng-ohnePKs.pdf](http://www.enbw.com/content/de/privatkunden/_media/pdf/090109_EPlaner-Vers-4-2-eng-ohnePKs.pdf)

(p. 21 del pdf)

[http://www.bpa.gov/energy/n/reports/evaluation/residential/faucet\\_aerator.cfm](http://www.bpa.gov/energy/n/reports/evaluation/residential/faucet_aerator.cfm)

(rilevazione su 93 famiglie dei risparmi acqua calda a seguito applicazione di aeratori ai rubinetti)

### Riscaldamento e Condizionamento

Per il riscaldamento si tiene conto come consumi elettrici dell'attivazione della pompa di circolazione dell'acqua nell'impianto se questo è autonomo e pertanto allacciato all'utenza elettrica domestica.

Il risparmio possibile contempla la sostituzione della pompa con un modello moderno ad alto rendimento, poichè in questo settore vi sono stati notevoli progressi. Le rilevazioni di Europump, consorzio volontario dei produttori europei di pompe di circolazione, mostrano una dispersione del valore dell'indice di efficienza EEI dei prodotti attuali e pregressi intorno a una media di 0.8 per potenze nella fascia 10-100W, ossia quella utile per un appartamento unifamiliare. I migliori prodotti sul mercato stanno a tutt'oggi su valori di EEI al di sotto di 0.4 e in alcuni casi raggiungono 0.2. In base a ciò si è assunto un risparmio fisso indicativo del 60% dovuto alla sostituzione della pompa.

Nei commenti lasciati all'utente si suggerisce comunque, nel caso si consideri la sostituzione, di effettuare un'analisi dei risparmi ottenibili più approfondita e precisa rispetto a questa valutazione sommaria.

Per il condizionatore il termine da considerare è l'indice di efficienza EER (energy efficiency ratio) che indica il rapporto tra calore asportato dall'ambiente - ossia la quantità di freddo generato - e l'energia elettrica consumata. L'EER è in buona misura correlato con anno di acquisto. Si suppone un EER di 3.0 per il 2006 e un incremento (o decremento andando a ritroso nel tempo) del 4.3% annuo nell'efficienza, un trend piuttosto attendibile che si è mantenuto negli ultimi 15 anni.

Il calcolo del consumo elettrico parte dalla dimensione degli elementi interni (quattro grandezze possibili da 8000 a 14000Btu/h, indicate come piccolo, medio, grande, molto grande) e, in base ad EER e numero di ore d'uso, determina il debito elettrico in bolletta.

Il risparmio ottenibile assume la sostituzione del condizionatore con uno avente EER=3.4, migliore della classe A europea per i modelli "da casa" (EER=3.2) ma ormai facilmente reperibile a costi non proibitivi. Si può fare ancor di meglio visto che diversi produttori giapponesi e alcuni europei hanno in catalogo delle macchine, per ora si tratta solo di pochi modelli, con EER di 4-4.5 ed oltre (ossia un 75% dei consumi di un classe A). L'elenco dei prodotti con le relative prestazioni tecniche è su <http://>

[www.eurovent-certification.com/en/Certified\\_products/Search\\_Engine.php?rub=04&srub=04](http://www.eurovent-certification.com/en/Certified_products/Search_Engine.php?rub=04&srub=04)

Le uniche altre voci considerate e le relative potenze sono: termosifone elettrico 1kW, termoventilatore 1.2kW, ventilatore 45W.

### Risorse in rete - Normative e Tecnica - Riscaldamento e Condizionamento

[http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/doc/legislation/sec\\_2009\\_1016\\_part2.pdf](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/doc/legislation/sec_2009_1016_part2.pdf)  
(proposta direttiva EU su efficienza pompe circolaz. acqua)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:191:0035:0041:IT:PDF>  
(regolamento su efficienza minima EEI=0.27 pompe circolaz. acqua, applicabile a partire da anno 2013)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002L0031:20070101:EN:PDF>  
(direttiva europea energy label per condizionatori)

<http://sunbird.jrc.it/energyefficiency/pdf/EnEff%20Report%202006.pdf> e [http://sunbird.jrc.it/energyefficiency/pdf/EnEff\\_Report\\_2009.pdf](http://sunbird.jrc.it/energyefficiency/pdf/EnEff_Report_2009.pdf)  
(p. 13 della v. 2006 e p. 38 della v. 2009: incremento Energy Efficiency Ratio condizionatori anni 1996-2008)

<http://www.irbdirekt.de/daten/iconda/CIB6906.pdf>  
(p. 6 EER 2001-2006)

<http://repositories.cdlib.org/cgi/viewcontent.cgi?article=7323&context=lbln1>  
(p. 58 proiezioni incremento EER nei prossimi anni)

[http://www.ecoaircon.eu/fileadmin/dam/ecoaircon/meeting/task2\\_draft\\_V3.pdf](http://www.ecoaircon.eu/fileadmin/dam/ecoaircon/meeting/task2_draft_V3.pdf)  
(p. 65 andamento CoP ossia EER condizionatori mercato giapponese 1970-2005)

[http://www.ebpg.bam.de/de/ebpg\\_medien/010\\_studyd\\_08-07\\_airco\\_part2\\_df.pdf](http://www.ebpg.bam.de/de/ebpg_medien/010_studyd_08-07_airco_part2_df.pdf)  
(p. 95 stesso grafico CoP 1970-2005)

<http://repositories.cdlib.org/cgi/viewcontent.cgi?article=5064&context=lbln1>  
(p. 5 standard coreano EER=3.37, giapponese EER=3.64 superano l'europeo EER=3.2)

### Altri Dispositivi

In questa sezione ricadono tutti gli apparecchi che non trovano posto negli altri quadri.

I consumi assunti sono: ferro da stiro 800W (potenza media: pur avendo un valore di picco più alto normalmente si alternano accensioni e spegnimenti automatici), aspirapolvere 1.1kW, scopa a vapore 1.1kW (valore medio, accensione discontinua), asciugacapelli 1kW, umidificatore 250W, deumidificatore 100W (in funzionamento discontinuo), interfono 2.5W, fornellini insetticida 2.2W, deodoranti elettrici 2.5W, spazzolino denti 1.8W, irrigatore a tempo 4W, antifurto 2.5W+0.2W/rilevatore, altri vari (ad es. trapano, tosaerba a filo, spazzola elettrica, pulisci vetri elettrico, ecc., ecc.) 150W.

La lista si potrebbe ovviamente prolungare all'infinito.

Per ogni dispositivo andrebbero però considerate le sue peculiarità. Ad es. le piccole lampade notturne che sino a qualche anno fa erano al neon da 5W, vengono ora sostituite con prodotti analoghi a LED di potenza 0.5W, i ventilatori da soffitto di oggi possono raggiungere un'efficienza tripla di quella che era considerata "alta efficienza" solo cinque anni fa, ecc.

Pertanto risulta rischioso proporre, per tutta una gamma di altri prodotti secondari, delle stime di consumo che possono facilmente risultare non veritiere.

### Consumi e Risparmi complessivi

Vi è qui il controllo tra stime dei consumi, ottenute attraverso i dati inseriti dall'utente, e dati in bolletta. Il riquadro successivo, in forma testuale, avverte se il raffronto tra i due valori è compatibile o se vi sono discrepanze in più o in meno, suggerendo in tal caso la revisione dei dati.

Segue la sintesi dei consumi e dei risparmi nelle diverse categorie con indicazione della ripartizione percentuale e il raffronto con la ripartizione tipica di una famiglia italiana. Se il profilo di consumi dell'utente si discosta molto da questa ciò è segnalato, ad indicare che vi può essere qualche ragione particolare che può destare sospetti, ad es. un televisore tenuto acceso molte ore al giorno, un frigo molto vecchio, ecc.

La sezione risparmi indica oltre ai kWh anche l'importo in euro annuale che si può arrivare a risparmiare, in funzione dei costi reali dell'energia elettrica nella propria fascia di consumo. Tale valore risulta in realtà quasi coincidente col calcolo più approssimativo: risparmio = (costo bollette su 12 mesi) x (percentuale di risparmio sui kWh)

Vi è ancora l'indicazione del quantitativo di CO2 evitabile in kg / anno.

Il dato assunto di 0.519 kg/kWh include i termini "carbon equivalent" secondo l'ISO 14064 GHG standard, e la valutazione LCA dei rilasci dovuti a costruzione esercizio e decommissioning degli impianti di generazione, così come calcolati mediante il database Ecoinvent v2. Il mix elettrico italiano è il dato di IPCC 2007 per l'Italia.

### Grafici

I tre worksheet che seguono la tabella contengono la rappresentazione in forma di istogramma accorpata categoria per categoria (illuminazione, refrigerazione, lavaggio, cucina,...) dei consumi attuali, dei risparmi ottenibili e la proiezione dei consumi (differenza tra consumi attuali e risparmi ottenibili) qualora si adottino le misure di riduzione degli sprechi indicate. I tre grafici hanno la stessa scala per un più facile raffronto.

I grafici nulla aggiungono a quanto già presente nei dati del tabellone precedente, ma danno un utile colpo d'occhio su come si scompongono i propri consumi e in quali gruppi si possono ottenere i maggiori risultati di risparmio.