

# A u d i t e l e t t r i c o

dipartimento di fisica

2 0 1 4



Giovanni Maniscalco

Indice:

## Prefazione

1. Approccio metodologico per l'audit elettrico
  - 1.1 Premesse
  - 1.2 Definizione degli obiettivi da raggiungere
  - 1.3 Raccolta della documentazione iniziale
  - 1.4 Raccolta dati sul campo
  - 1.5 Misure sui quadri elettrici
  - 1.6 Individuazione di mancate efficienze
2. Descrizione del sistema edificio impianti
  - 2.1 Carichi di tipo tecnologico
  - 2.2 Carichi di tipo scolastico
  - 2.3 Carichi di tipo ufficio
3. Procedura adottata per l'Audit elettrico
4. Contenimento dei consumi
  - 4.1 Carichi luce nei corridoi, scale, disimpegni, atri
  - 4.2 Carichi luce servizi igienici
  - 4.3 Carichi locali uffici/studi
  - 4.4 Carichi centrale termica, uta, termoconvettori
  - 4.5 Carichi Aula Informatica
5. Rilevazione potenze elettriche assorbite Edificio Nuovo
  - 5.1 Calendario rilevazione assorbimento energetico
  - 5.2 Grafici potenze assorbite nei vari piani con note esplicative
6. Analisi della distribuzione dei consumi nell'Edificio Nuovo
  - 6.1 Consumi illuminazione corridoi
  - 6.2 Consumi illuminazione servizi
  - 6.3 Consumi illuminazione scale
7. Rilevazione potenze elettriche assorbite Edificio Vecchio
  - 7.1 Calendario rilevazione assorbimento energetico
  - 7.2 Grafici potenze assorbite nei vari piani con note esplicative
8. Analisi della distribuzione dei consumi Edificio Nuovo
  - 8.1 Consumi illuminazione corridoi
  - 8.2 Consumi illuminazione scale
  - 8.3 Consumi illuminazione servizi
9. Bibliografia

## Prefazione

L'obiettivo che mi è stato assegnato per l'anno 2014-2015 nell'ambito del piano della performance 2014-2016 dell'Università degli Studi di Torino ha per titolo:

**Riduzione consumi e costi di funzionamento, la cui Finalità Strategica è: "Riconoscere la responsabilità sociale" dell'Ateneo, e il cui Obiettivo Strategico è: Sostenibilità sociale, economica e ambientale dell'Ateneo.**

E' stato indicato come sviluppare e raggiungere l'obiettivo assegnato, e cioè: Monitoraggio dei consumi energetici delle diverse strutture di Ateneo il cui Output è in pratica: Visite di 'audit energetico'.

L'assegnazione di tale obiettivo, mi ha portato a far parte del gruppo di Progetto 4.2 il cui coordinatore è l'Ing. Tartaglino, e indirettamente all'iniziativa intrapresa dall'Università di Torino per realizzare un risparmio energetico negli edifici dove si svolgono le attività didattiche, di ricerca e presso gli uffici amministrativi.

Il progetto prevede interventi di tipo strutturale (isolamento termico, illuminazione a basso consumo, etc.) e interventi finalizzati a modificare i comportamenti quotidiani (uso dei condizionatori, regolazione della temperatura, etc.). Il progetto si propone di ridurre di almeno il 10% i consumi energetici dell'Ateneo torinese entro tre anni. In pratica il punto #29 dell'area ENERGY (Case e Uffici a bassa emissione) del progetto " **TORINO SMART CITY** "

Ritornando al mio obiettivo, individuo come luogo di osservazione il Complesso di Fisica, e nel complesso audit energetico specificatamente l'audit elettrico.

Desidero precisare che dovendo conciliare il tempo necessario per il rilevamento dei consumi elettrici con il lavoro da svolgere durante il normale orario di servizio ho prestato più attenzione a come poter risparmiare sul consumo elettrico nelle parti comuni, lasciando a una fase successiva l'indagine su ciò che è contenuto all'interno dei vari studi/uffici.

Il periodo di osservazione sui consumi elettrici, come risulta dal calendario dei rilevamenti nelle varie zone dell'Edificio Nuovo e Vecchio, è iniziato alla fine di settembre 2014 ed è terminato a gennaio del 2015. Certamente un periodo breve per una diagnosi energetica esaustiva. I rilievi, infatti, dovrebbero essere monitorati per periodi più lunghi e ripetuti in concomitanza di variazioni climatiche e illuminotecniche, inverno-estate.

Risulta evidente che da osservazioni limitate nel tempo ricostruire un consumo annuo porti con sé un certo grado d'incertezza, allo stato attuale non facile da stimare.

Tuttavia questa prima analisi, forse meglio dire questo primo approccio, rende già evidente quali siano le aree dove prima intervenire e quali possano essere le soluzioni da adottare.

## **Approccio metodologico per l'audit elettrico**

### **1.1 Premesse**

Le varie fasi che ho individuato per la redazione di un audit elettrico sono le seguenti:

- Definizione degli obiettivi da raggiungere e dei modi di reperimento delle risorse economiche per gli interventi;
- Raccolta della documentazione iniziale;
- Raccolta dati sul campo a completamento della documentazione o a integrazione della stessa qualora insufficiente;
- Misura sui quadri elettrici;
- Valutazione dell'esistenza di marcate inefficienze o infelici regolazioni degli impianti elettrici e di climatizzazione e individuazione degli interventi per eliminarle;
- Valutazione del possibile inserimento di fonti rinnovabili per la produzione di energia;
- Valutazione della convenienza economica dell'installazione di un impianto di produzione energetica da fonti rinnovabili
- Analisi costi-benefici alla luce degli obiettivi e delle risorse disponibili

### **1.2 Definizione degli obiettivi da raggiungere**

L'obiettivo da raggiungere è nel titolo del piano della performance assegnatomi, e cioè " Riduzione consumi e costi di funzionamento ".

### **1.3 Raccolta della documentazione iniziale**

- Bollette elettriche
- Planimetrie delle varie aree da esaminare con indicazione dei carichi elettrici
- Dati sugli impianti di riscaldamento e raffrescamento sia con riferimento alle centrali termiche che ai carichi ausiliari (condizionatori d'aria)
- Dati sui sistemi di regolazione degli impianti termici e d'illuminazione
- Dati sugli impianti di produzione dell'acqua calda sanitaria

### **1.4 Raccolte dati sul campo**

Risulterà di grande interesse un'acquisizione dati in merito alle modalità di comando e utilizzo di vari apparecchi utilizzatori, l'esistenza di temporizzatori per lo spegnimento delle luci, di crepuscolari.

Una raccolta dati dettagliata sulle potenze di tutti gli apparecchi a spina (fotocopiatrici, computer, stampanti, fax, macchine del caffè, ecc.)

Eventuali inefficienze frutto di un marcato spegnimento delle apparecchiature al termine dell'attività svolta.

### **1.5 Misure sui quadri elettrici**

Misure, mediante analizzatori di rete, del profilo di carico di alcuni carichi significativi o dell'intera struttura, con una durata almeno giornaliera, meglio se settimanale.

Vista la necessità di avere delle indicazioni in tempi brevi, si è optato per misure continue sviluppate nell'arco di tre giorni, purtroppo non perfettamente omogenei come gli stessi giorni della settimana, ma comunque significativi perché rilevati nell'arco del giorno e della notte. Ciò ha consentito di individuare delle cause di picchi di assorbimento oltre che comportamenti poco virtuosi di alcuni utilizzatori.

## 1.6 Individuazione di marcate inefficienze

L'attività di esame dei luoghi riveste una rilevante importanza. Si ritiene opportuno ripetere tale attività in diverse occasioni a orari sempre diversi, possono così essere individuate delle grossolane inefficienze che è improbabile che emergano dall'esame dei risultati emersi da una singola campagna di misurazioni.

A titolo di esemplificativo e non esaustivo si possono riportare i seguenti casi.

- Mancato spegnimento di apparecchi illuminanti nelle ore diurne;
- Mancato spegnimento di apparecchi illuminanti in ambienti disabitati;
- Errata o assente temporizzazione di spegnimento impianti d'illuminazione in aree di passaggio
- Mancato spegnimento d'impianti di climatizzazione in ambienti disabitati;
- Mancato spegnimento di apparecchi utilizzatori in periodi di non uso;
- Surriscaldamento di alcuni ambienti in periodo di accensione dell'impianto di climatizzazione invernale;
- Eccessivo raffrescamento di alcuni ambienti in periodo di accensione dell'impianto di climatizzazione estiva.

## 2. Descrizione del sistema edificio impianti

Il Compensorio del Dipartimento di Fisica sito in via Pietro Giuria 1 Torino oggetto di audit è composto di due edifici, il più moderno costruito intorno al 1970-80 identificato come "Fisico Nuovo" è a 7 elevazioni fuori terra e 4 interrati.

Il secondo edificio prospiciente C.so Massimo D'Azeglio costruito nella seconda metà dell'800 e identificato come "Fisico Vecchio" è a 3 elevazioni fuori terra e a 2 interrati.

Il Compensorio è dotato di una cabina elettrica di nuova costruzione (2009) al cui interno sono presenti due trasformatori MT- BT (22 kV – 400 V).

Questa cabina elettrica oltre a fornire energia a tutto l'Edificio Nuovo, alimenta altri due quadri di distribuzione elettrica situati nell'Edificio Vecchio. Questi due quadri sono di recente installazione, uno alimenta l'Edificio Vecchio, e il secondo, opportunamente collegato con la cabina principale, alimenta il cosiddetto " Polo Strategico ", così denominato perché costituito dal CED (Centro Elaborazione Dati) dell'INFN, dagli apparati di rete del " GARR " del " POP", dalle macchine del Centro Rete (DSI).

A differenza del primo quadro elettrico questo continua a essere alimentato automaticamente anche in caso di guasto dei due trasformatori MT-BT presenti nella cabina elettrica, prelevando corrente in bassa tensione direttamente dalla rete di distribuzione della Città di Torino.

I principali carichi elettrici presenti nel compensorio di fisica sono oltre che di tipo tecnologico anche di tipo scolastico e di ufficio.

Da una misurazione effettuata l'1/10/2014 dai tecnici dell'AEM la potenza assorbita dal Compensorio di Fisica è risultata di circa 350 kW.

### 2.1 Carichi di tipo tecnologico

- Centro di elaborazione dati, gestito dalla Sezione di Torino dell'INFN. L'assorbimento di energia elettrica in tale centro è rilevante poiché oltre all'elevato numero di elaboratori presenti occorre una rilevante quota di energia per il loro raffreddamento.
- Laboratorio di elettronica dell'INFN
- Sala [Direzione Sistemi Informativi](#) dell'Università di Torino
- Centrale telefonica dell'Ateneo di Torino
- Laboratori di Ricerca del Dipartimento di Fisica

## **2.2 Carichi di tipo scolastico**

- Aule didattiche
- Laboratori didattici
- Open Space
- Sale studio
- Sale riunione

## **2.3 Carichi di tipo ufficio**

- Macchine da ufficio (PC, stampanti, fotocopiatrici )
- Apparatii di sollevamento (ascensori e montacarichi)
- Pompe di sollevamento delle acque di falda e degli scarichi dei piani interrati
- Boiler per la produzione dell'acqua calda
- Frigoriferi
- Impianti d'illuminazione dei locali studi e uffici
- Impianti d'illuminazione delle parti comuni: corridoi, scale, disimpegni, atri, bagni, giardino
- Impianti di condizionamento e ventilazione centralizzati e decentrati (stufe elettriche, condizionatori)
- Distributori di bevande

Il Condizionamento, nonostante risulti di sua natura un fabbisogno di tipo termico, nel nostro caso, occorre anche associarlo ad assorbimenti elettrici, poiché le macchine presenti nel comprensorio e delegate a questa funzione sono alimentate da fonte elettrica. Come ovvio, i consumi elettrici variano sensibilmente in funzione del periodo climatico e risultano largamente variabili a causa di fattori poco prevedibili e standardizzabili, come gli orari di lavoro, le abitudini dei lavoratori.

## **3.Procedura adottata per l'Audit elettrico**

Si è scelto di eseguire delle misure voltamperometriche mediante il misuratore per la stima dei consumi elettrici "EFERGY e2 1.0" capace di registrare la potenza attiva erogata attraverso i quadri elettrici delle varie zone degli edifici in esame. Lo strumento è in grado di rilevare e registrare ogni 12 secondi la potenza erogata e di farne la media oraria. La precisione dello strumento è superiore del 90%. Più che sufficiente per avere un'indicazione in un arco di tempo lungo per avere informazioni in merito al profilo di carico giornaliero o settimanale. Tali misurazioni consentiranno anche di eliminare il rischio di errore che presentano le misurazioni istantanee di corrente, che inevitabilmente fotograferanno la situazione in un determinato istante, che può, per contemporaneità di utilizzo dei carichi in quell'istante, non essere rappresentativo del reale andamento del carico analizzato.

Dove è stato possibile si è rilevato separatamente l'assorbimento per l'alimentazione FM (Forza Motrice) e l'assorbimento per l'impianto d'illuminazione (LUCE). Dove non è stato possibile eseguire il rilevamento differenziato, (FM, Luce), si sono, comunque, ottenuti dei valori significativi al fine del nostro studio.

## 4. Contenimento dei consumi

Con le misurazioni svolte, non si ha la pretesa di giungere a risultati che potessero con precisione rappresentare la realtà dell'andamento dei carichi, l'obiettivo è stato quello di determinare l'ordine di grandezza delle correnti in gioco. L'andamento dei carichi nelle varie zone del comprensorio ci permette di individuare le aree in cui si possono suggerire delle soluzioni alternative alle attuali, consigliando alcuni accorgimenti da adottare per ottenere un contenimento dei consumi.

Dall'elevato consumo di alcune zone rispetto ad altre simili, si può supporre la presenza rilevante di macchine (batterie di PC con necessità d'impianti di raffreddamento). Nell'ottica del contenimento dei consumi, si potrebbe suggerire di spostare i PC in un locale più idoneo, ad esempio al CED dell'INFN avendo come risultato una maggiore efficienza energetica.

### 4.1 Carichi luce nei corridoi, scale, disimpegni, atri.

Sia nell'edificio nuovo sia nel vecchio nelle parti comuni sono installate diverse tipologie di apparecchi illuminanti a neon, alcune con una lampada fluorescente lineare da 36 W, altre con 2x36 W e altre con 4x18 W. Durante il sopralluogo si è accertato che nell'edificio vecchio è presente un comando manuale azionato il quale si può ridurre il numero di apparecchi illuminanti nei corridoi dei piani fuori terra sia nel periodo notturno sia nei giorni di chiusura del comprensorio.

L'edificio nuovo con la sola eccezione del piano terreno non è dotato di tali o simili accorgimenti.

Nelle tabelle a pag.... è riportato il calcolo del risparmio energetico che è possibile ottenere sdoppiando l'alimentazione dell'illuminazione in **diurna**, (corpi illuminanti tutti in funzione) e in **notturna**, comprendendo prefestivi e festivi, (numero ridotto di corpi illuminanti ma sufficienti alla sicurezza).

In tali tabelle si è riportato altresì il risparmio ottenibile nel caso in cui si sostituissero i corpi illuminanti a neon con quelli a LED, di pari efficienze luminose, e a seguire il sistema d'illuminazione diurno/notturno con lampade a LED.

La scelta della tipologia d'illuminazione a LED non è soltanto legata al risparmio puramente energetico, ma porta con sé un rilevante risparmio legato alla manutenzione/sostituzione dei corpi illuminanti.

#### 4.1.1 Lampade a scarica (neon)

Il principio di funzionamento delle lampade a scarica, come indica lo stesso nome, prevede l'innesco di una scarica tra i due elettrodi in un'ampolla contenente particolari aeriformi, quali vapori di mercurio o di sodio, tali lampade sono caratterizzate da alta efficienza, durata e affidabilità.

Una scarica elettrica non è per se stessa stabile, pertanto tra gli ausiliari delle lampade si usa una serie d'impedenze opportunamente connesse, nei casi più semplici una reattanza, per stabilizzare il fenomeno che genera l'emissione luminosa. Ovviamente l'elemento stabilizzatore ha caratteristiche di tipo induttivo, pertanto risulta necessario rifasare il gruppo tubo-stabilizzatore con un condensatore dimensionato per ottenere un fattore di potenza non inferiore a 0,9.

Occorre considerare il normale invecchiamento che subisce la lampada, ciò causa una riduzione dell'efficienza luminosa a causa di un abbassamento del flusso luminoso. Si può, infatti, verificare l'esaurimento delle sostanze emettitrici nei catodi e il deterioramento dei materiali fluorescenti depositati sui tubi. Altri fattori che influenzano il flusso luminoso e l'invecchiamento sono: urti e vibrazioni, numero di accensioni.

In merito ai consumi delle lampade a scarica si precisa come vi sia uno scostamento tra la potenza nominale della lampada e il consumo effettivo della stessa, dovuto all'assorbimento che si verifica negli ausiliari elettrici delle stesse.

#### **4.1.2 Lampade LED**

Il LED è un dispositivo elettronico costituito da una giunzione di due sottili strati di opportuni materiali semiconduttori drogati.

I LED sono gestiti da un alimentatore elettronico in bassissima tensione che funge da trasformatore raddrizzatore. La tensione necessaria per il funzionamento di un LED dipende dal colore della luce emessa e va da 2 a 4 V con corrente che può arrivare a 80 mA.

I pregi saranno

- Piccole dimensioni;
- Relativamente basso costo;
- Vita lunghissima (fino a 60.000 – 80.000 ore ~ 6 - 8 anni) anche con frequenti cicli on/off;
- Robustezza nei confronti di urti e vibrazioni;
- Elevata efficienza con elevate prospettive di aumento, tecnologia in costante evoluzione
- Componentistica facilmente smaltibile e riciclabile del diodo
- Ridotta emissione raggi UV e IR
- Buona stabilità cromatica nel tempo
- Accensione immediata anche a caldo
- Diminuzione della quantità di materia utilizzata per la produzione, con riduzione di ingombri e pesi: agevolazione negli approvvigionamenti

I difetti saranno

- Affidabilità migliorabile (seppur in gran progresso)
- In alcuni casi problemi di dissipazione del calore per utilizzo in apparecchiature illuminanti di vecchia concezione.
- Prezzo ancora elevato a seconda dei range di qualità

#### **4.2 Carichi luce servizi igienici**

Alcuni dei servizi igienici sono già dotati di sensori di presenza per lo spegnimento degli apparecchi illuminanti in assenza degli utilizzatori.

Quali e quanti sono i servizi igienici dotati di sensore di presenza è riportato in una tabella presente nelle pagine successive.

Per un maggior risparmio energetico si ritiene che il miglior intervento di efficienza energetica eseguibile sia la realizzazione di un sistema di spegnimento automatico realizzato con sensori di presenza dotati di temporizzatore installati in corrispondenza sia dell'antibagno sia nei vari servizi. In commercio esistono dei



corpi illuminanti che portano incorporato il sensore di presenza, l'utilizzo di tali dispositivi non comporterebbe spese aggiuntive per variazione di cablaggio elettrico.

In analogia a quanto già osservato per l'intervento sull'illuminazione dei corridoi e scale, l'intervento di efficienza energetica proposto ha in sé un doppio vantaggio, in quanto al risparmio energetico conseguito si affianca l'allungamento della vita utile delle lampade.

### **4.3 Carichi locali uffici/studi**

Come già detto in precedenza il conciliare, l'indagine sui consumi energetici con il lavoro quotidiano non mi ha permesso di dedicare del tempo a verificare i carichi presenti negli studi/uffici, tuttavia posso affermare che più cause intervengono a elevare sensibilmente il consumo elettrico nell'edificio nuovo più che nell'edificio vecchio.

Infatti, alla tipologia adottata per le pareti esterne di tal edificio, che mal si concilia con un ottimale isolamento termico degli ambienti, si aggiunge il non perfetto funzionamento dei termoconvettori dell'impianto di riscaldamento, anche se l'ufficio tecnico sta procedendo alla graduale sostituzione degli elementi più obsoleti.

Ciò comporta che, per avere una temperatura necessaria a rendere gli ambienti confortevoli, si adottano pompe di calore o stufe elettriche con rilevante e non controllabile consumo energetico.

Inoltre occorrerebbe porre l'attenzione al posizionamento delle sonde di temperatura interna, per individuare il loro corretto punto d'installazione. Infatti, adesso accade che se un ambiente, ove sia presente la sonda, sia dotato di stufa elettrica che porta la temperatura del locale a un valore ottimale prestabilito, la sonda inibirà il riscaldamento di tutti gli altri ambienti controllati da essa, da qui la corsa a dotarsi di stufe elettriche.

### **4.4 Carichi centrale termica, uta, termoconvettori**

Attraverso i rilievi energetici, misurando anche le potenze delle macchine elettriche presenti, e con l'ausilio del personale tecnico si è verificata il modo di funzionamento della centrale termica per il riscaldamento. Si è convenuto di interrompere nelle ore notturne e nei giorni di chiusura del comprensorio il funzionamento delle uta e dei motori di cui sono dotati i 306 termoconvettori installati nell'edificio nuovo. Allo stato attuale non è possibile rilevare il risparmio energetico ottenuto.

### **4.5 Carichi Aula Informatica**

Nell'Aula informatica sono presenti 74 PC. Anche se nelle ore notturne il loro stato è "standby" dal rilievo energetico, si è registrato un consumo continuo di circa 5 kW/h.

Si stanno vagliando diverse ipotesi per se non eliminare ma almeno ridurre assorbimento.

DIPARTIMENTO  
DI  
FISICA

EDIFICIO NUOVO

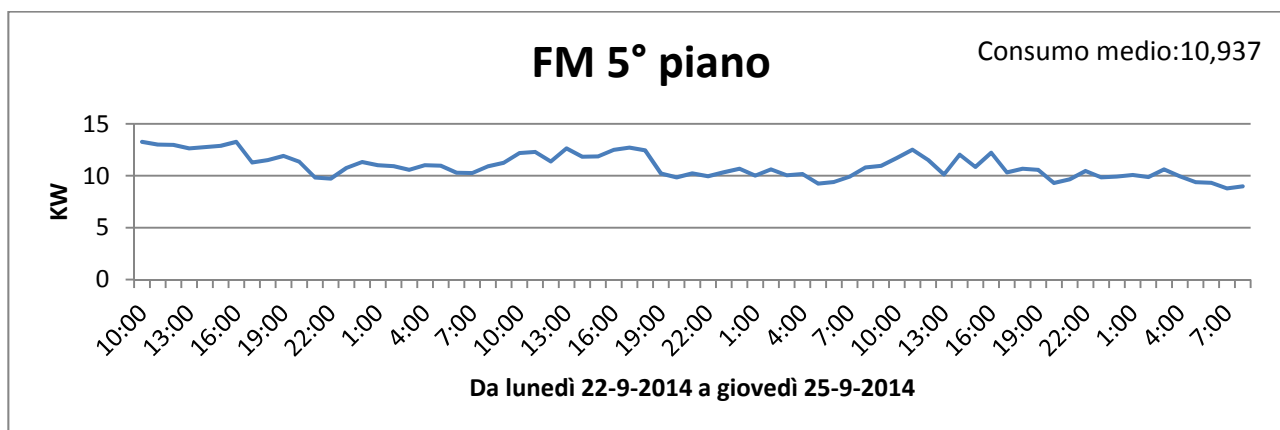
## Rilevazione potenze elettriche assorbite Edificio Nuovo

### 5.1 Calendario rilevazione assorbimento energetico

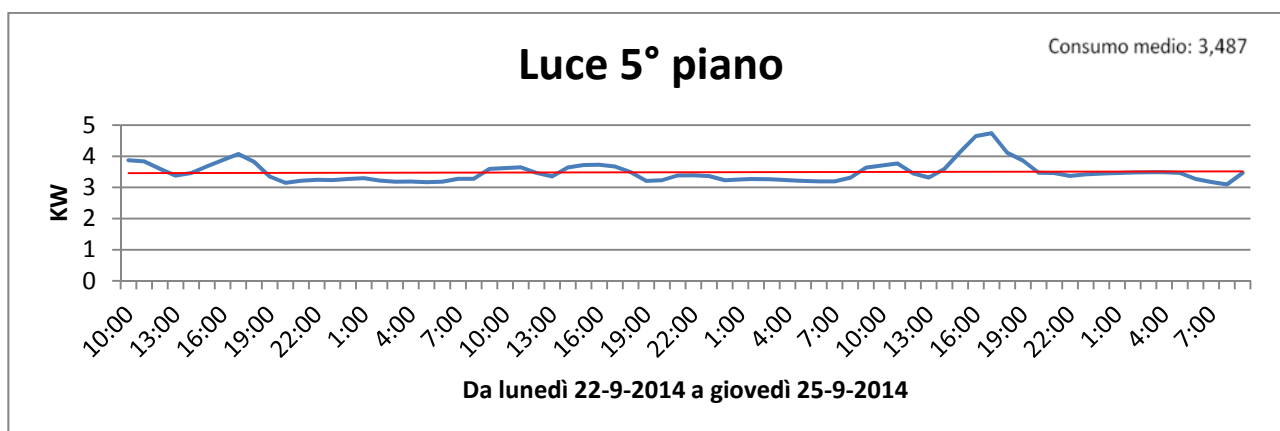
#### Calendario Rilevazione assorbimento energia elettrica Edificio Nuovo

Dal	22/09/2014	lunedì	al	25/09/2014	giovedì	FM	5° piano	GM
Dal	22/09/2014	lunedì	al	25/09/2014	giovedì	Luce	5° piano	DF
Dal	25/09/2014	giovedì	al	29/09/2014	lunedì	FM	4° piano	GM
Dal	25/09/2014	giovedì	al	29/09/2014	lunedì	Luce	4° piano	DF
Dal	29/09/2014	lunedì	al	06/10/2014	lunedì	Luce	3° piano	DF
Dal	06/10/2014	lunedì ore 14,00	al	09/10/2014	lunedì	FM	3° piano	GM
Dal	06/10/2014	lunedì	al	09/10/2014	giovedì ore 9.00	Luce	2° piano	erogazione energia somma FM+Luce cavo elettrico assente
Dal	06/10/2014	lunedì	al	09/10/2014	giovedì ore 9.00	FM	2° piano	
Dal	09/10/2014	giovedì ore 9.00	al	13/10/2014	lunedì ore 14,00	FM	1° piano	GM
Dal	09/10/2014	giovedì ore 9.00	al	13/10/2014	lunedì ore 14,00	Luce	1° piano	DF
Dal	13/10/2014	lunedì	al	16/10/2014	giovedì	FM	p.t.	GM
Dal	13/10/2014	lunedì	al	16/10/2014	giovedì	Luce	p.t.	DF
Dal	16/10/2014	giovedì	al	20/10/2014	lunedì	FM	1 int.	GM
Dal	16/10/2014	giovedì	al	20/10/2014	lunedì	Luce	1 int.	DF
Dal	20/10/2014	lunedì	al	23/10/2014	giovedì	FM	2 int.	GM
Dal	20/10/2014	lunedì	al	23/10/2014	giovedì	Luce	2 int.	DF
Dal	23/10/2014	giovedì	al	28/10/2014	martedì	FM	3 int.	
Dal	23/10/2014	giovedì	al	28/10/2014	martedì	Luce	3 int.	
Dal	28/10/2014	martedì	al	30/10/2014	giovedì	FM	4 int.	sono presenti le pompe di sollev.  Condizionatore 6° piano (UTA)
Dal	28/10/2014	martedì	al	30/10/2014	giovedì	Luce	4 int.	
Dal	30/10/2014	giovedì	al	03/11/2014	lunedì	FM	4 int. 6°	
Dal	30/10/2014	giovedì	al	03/11/2014	lunedì		piano	
Dal	03/11/2014	lunedì	al	06/11/2014	giovedì	Aula inf.	p.terra	GM
Dal	03/11/2014	lunedì	al	06/11/2014	giovedì		4 int.	Condizionatore 4° piano interrato(UTA)
Dal	06/11/2014	giovedì	al	10/11/2014	lunedì	FM		Ascensore 1
Dal	06/11/2014	giovedì	al	10/11/2014	lunedì	FM		Laboratorio Piano terra
Dal	10/11/2014	lunedì	al	13/11/2014	giovedì	FM		Ascensore 3
Dal	13/11/2014	giovedì	al	13/11/2014	lunedì	FM		Laboratori 1° piano
Dal	17/11/2014	lunedì	al	20/11/2014	giovedì	FM		Laboratori 2° piano
Dal	20/11/2014	giovedì	al	24/11/2014	lunedì	FM		Laboratori 3° piano
Dal	24/11/2014	lunedì	al	27/11/2014	giovedì	FM		Laboratori 4° piano

## 5.2 Grafici potenze assorbite nei vari piani con note esplicative



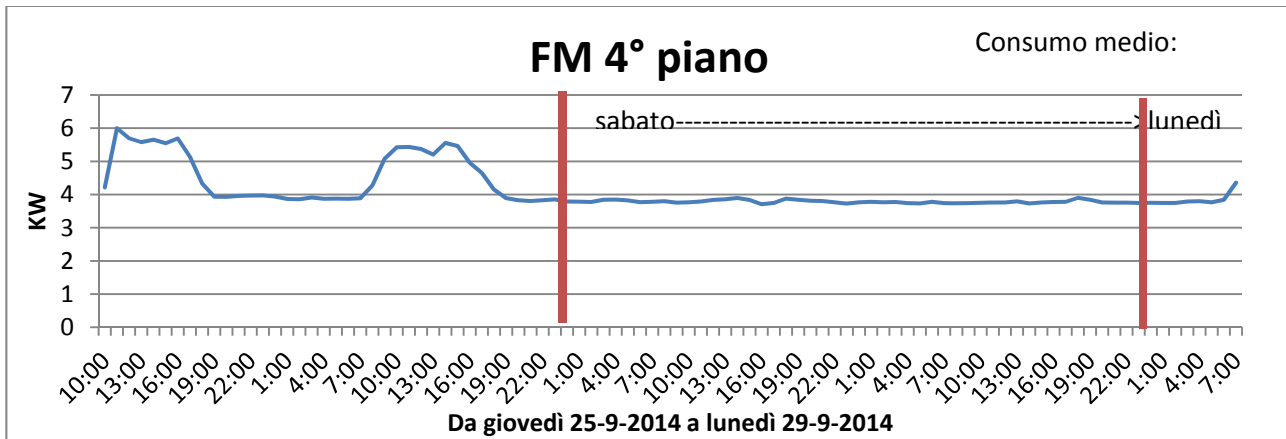
Il locale 3730 (vedi mappa allegata) contiene un certo numero di PC raffreddati da un condizionatore dedicato. Lo spostamento di tali PC in un locale più idoneo, ad esempio al CED dell'INFN avrebbe come risultato una maggiore efficienza energetica.



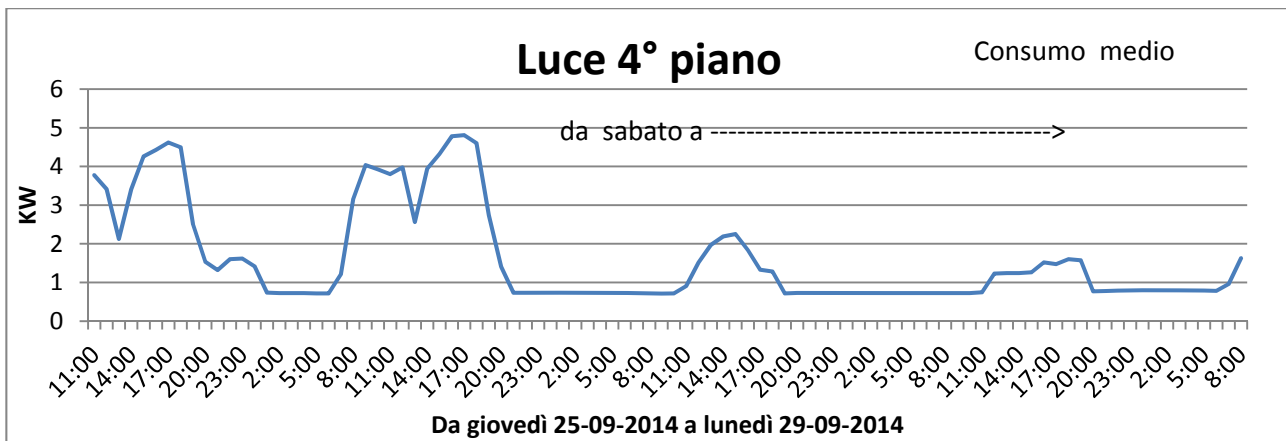
Come si nota dal grafico non vi è variazione di assorbimento tra il giorno e la notte, le luci del corridoio non vengono disattivate. Adottando il sistema di illuminazione notturna e con utilizzo di lampade a LED si otterrebbe un rilevante risparmio energetico. Vedi tabella conclusiva.

Nota:

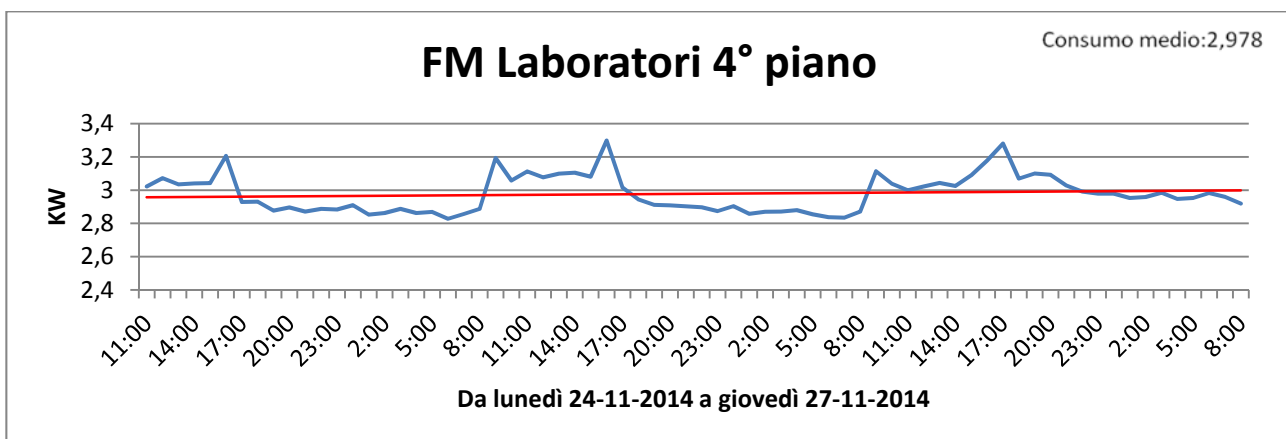
per illuminazione notturna si intende non soltanto il periodo che va dalle ore 20:00 alle ore 7:30 (ore di chiusura del comprensorio) ma anche l'intera giornata prefestive e festive.



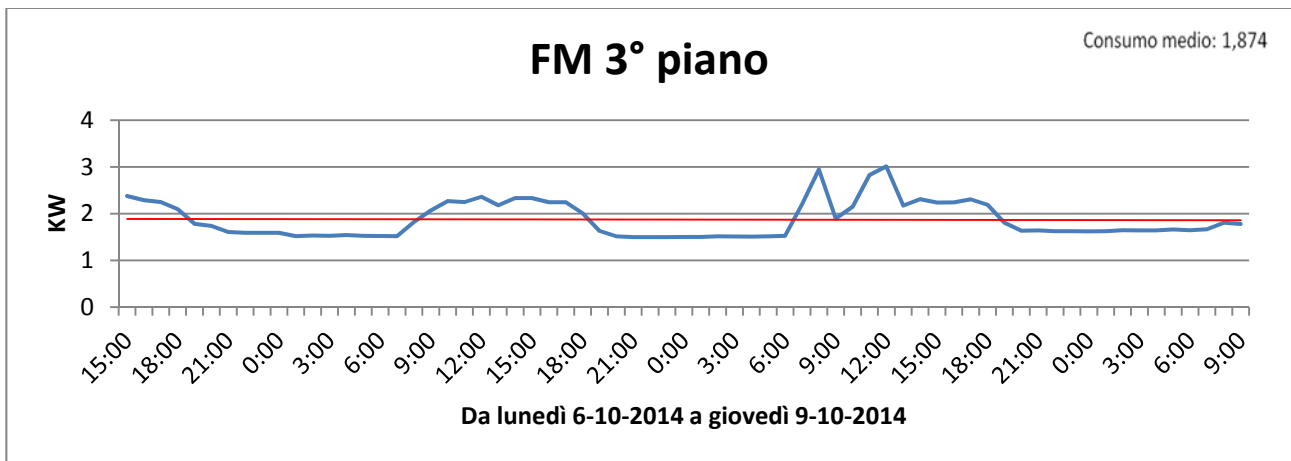
Come per il caso illustrato al 5° piano, nel locale 3510 sono presenti dei PC anche essi asserviti da un condizionatore dedicato. Lo spostamento di tali PC in un locale più idoneo ad esempio al CED dell'INFN avrebbe come risultato una maggiore efficienza energetica.



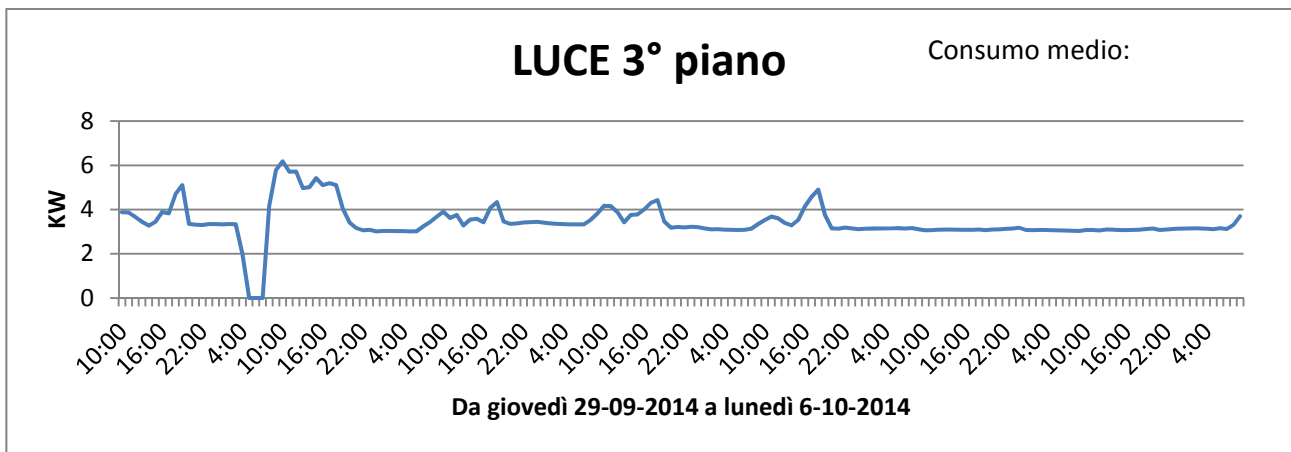
Comportamento virtuoso dei frequentatori. L'adozione di un sistema di illuminazione LED con notturno farebbe comunque ottenere un risparmio considerevole.



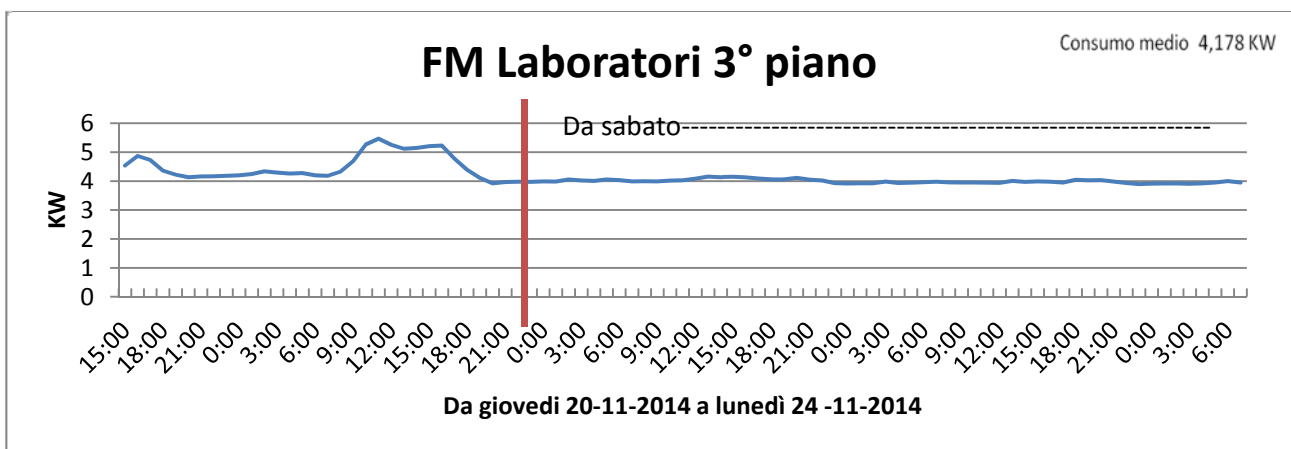
Macchine funzionanti durante le ore lavorative, con discreto assorbimento energetico anche nelle ore notturne

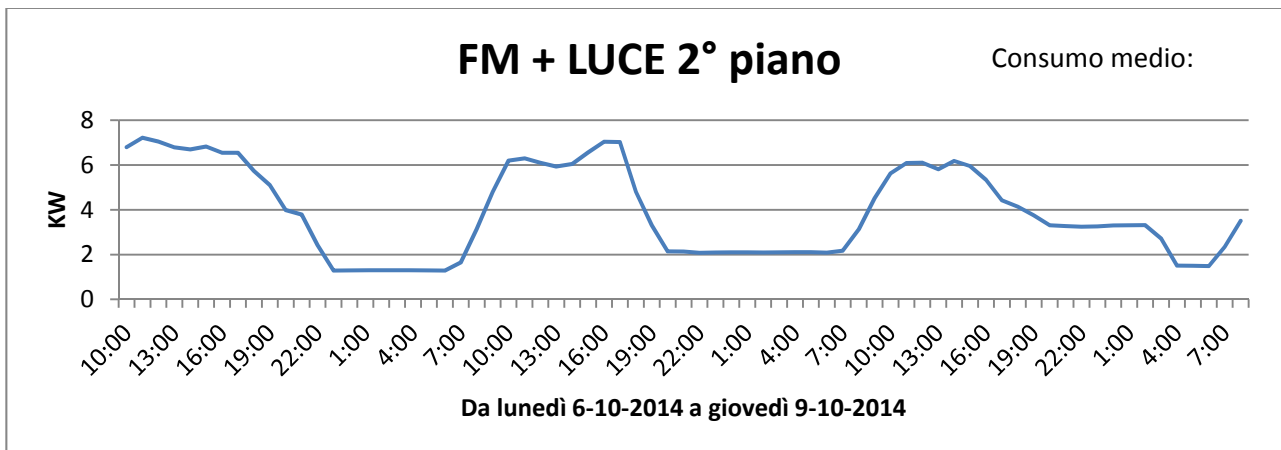


Principale utilizzo delle macchine nelle ore diurne.

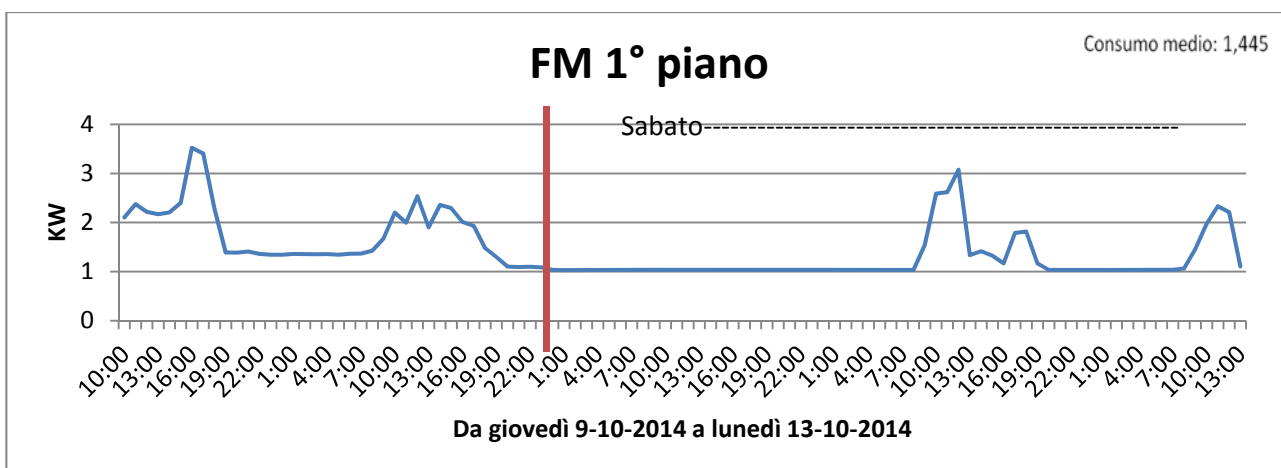
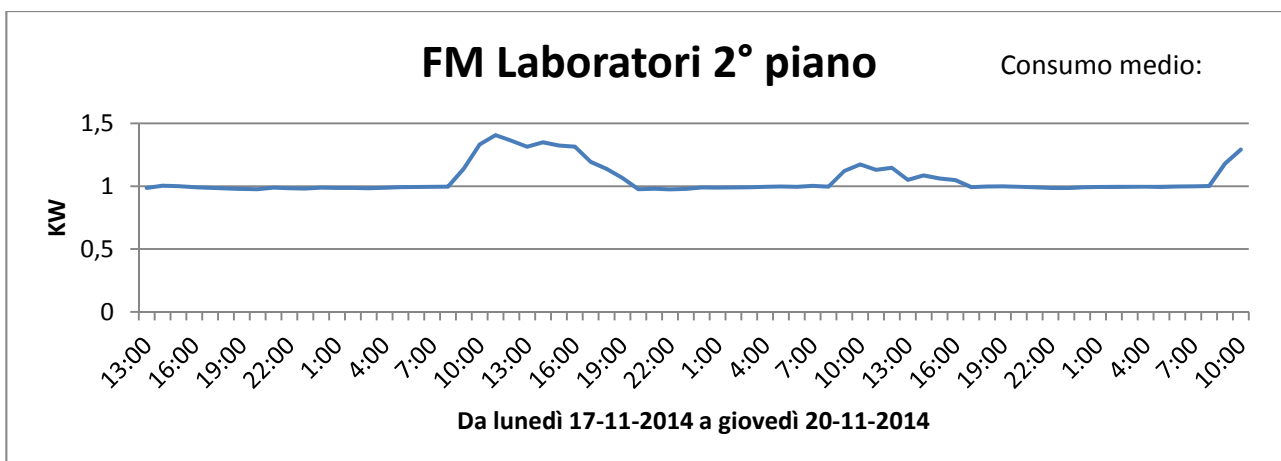


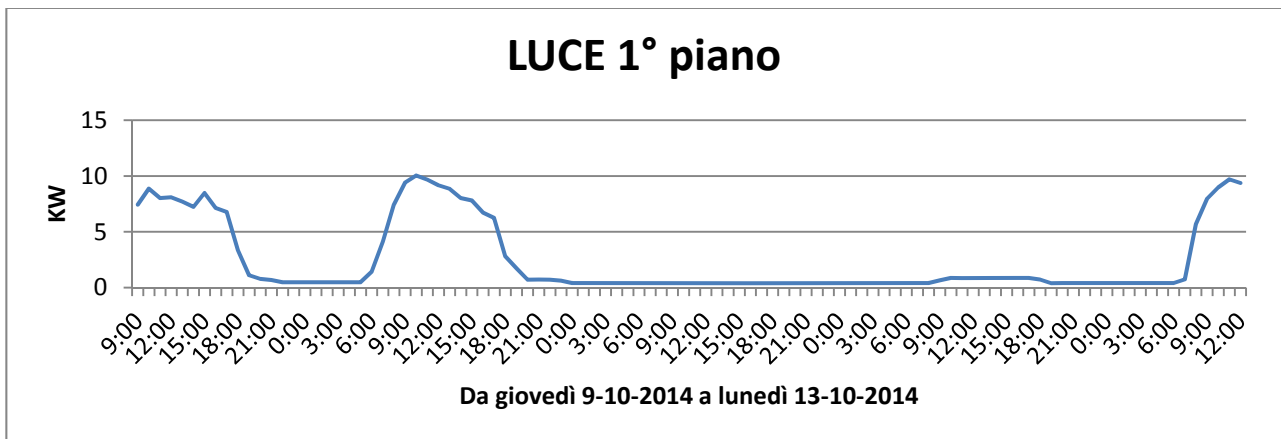
Sarà possibile una ulteriore riduzione dell'assorbimento elettrico con l'adozione di lampade LED con notturno per l'illuminazione del corridoio.



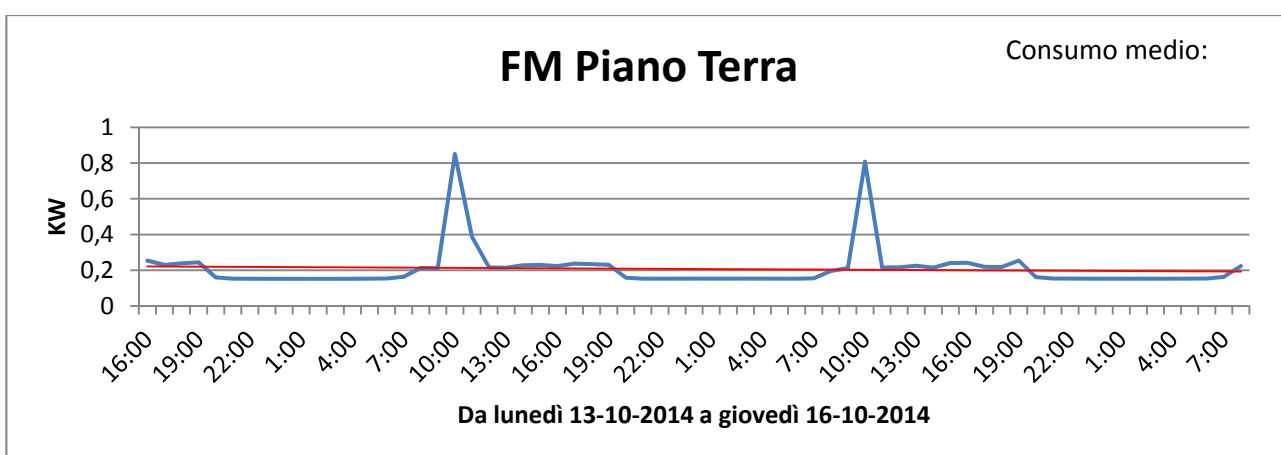
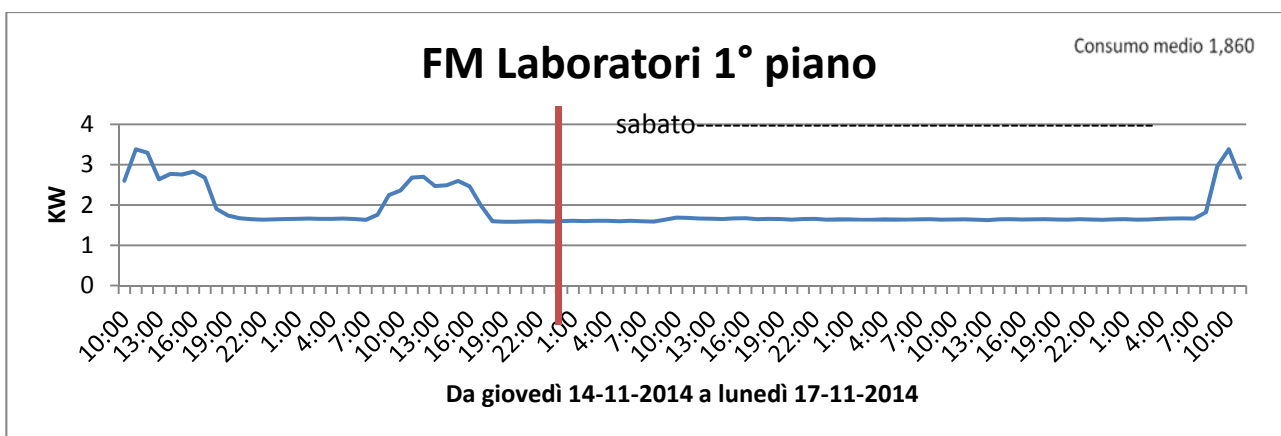


L'alimentazione elettrica del piano avviene per mezzo di un unico cavo. Dai rilievi risulta un basso assorbimento notturno





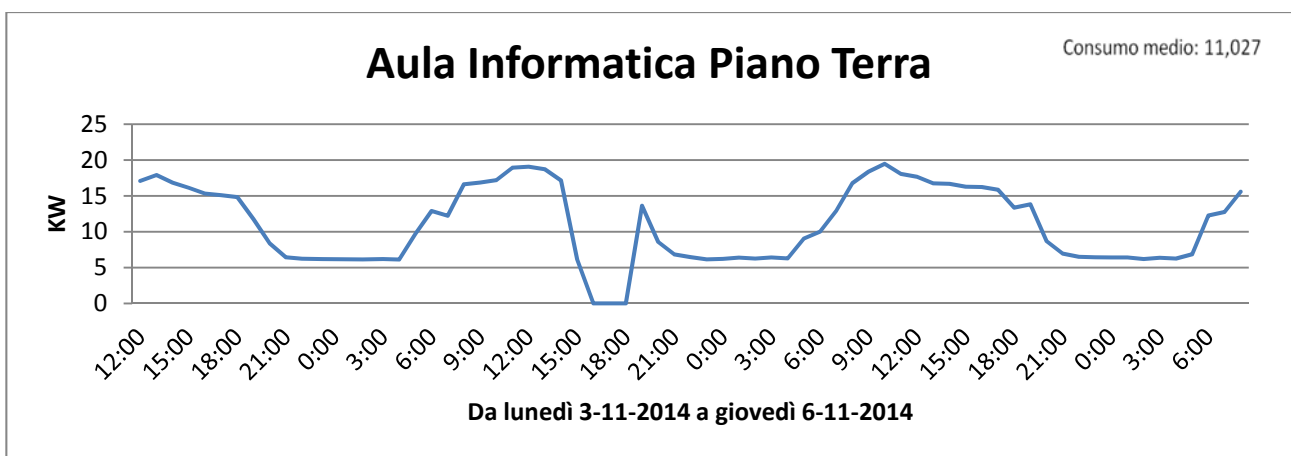
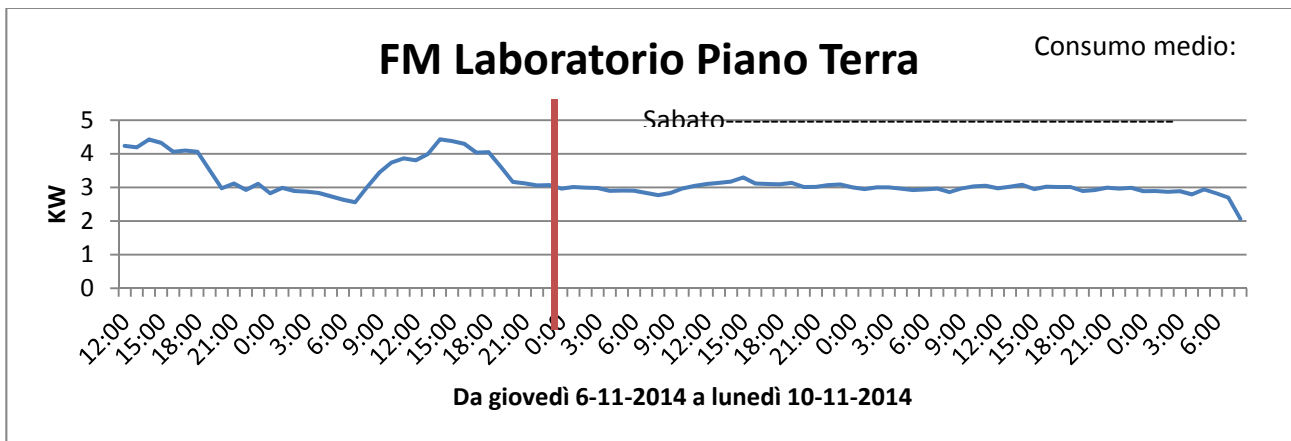
Comportamento virtuosissimo dei frequentatori del primo piano. L'adozione di lampade LED per l'illuminazione diurna anche nella biblioteca avrebbe come risultato un rilevante risparmio energetico



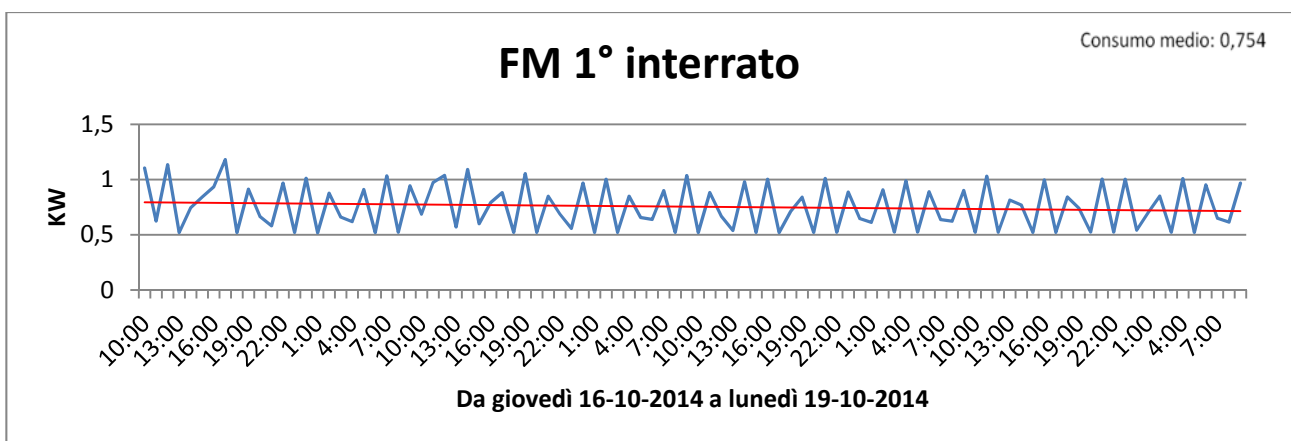
Elevato consumo elettrico. Occorre rivedere l'impianto di distribuzione di corrente. Probabilmente oltre il piano terra il circuito elettrico attuale alimenta anche una parte del primo piano interrato.

Nota: Si è notato durante il rilievo energetico che l'elevata presenza di corrente su tale circuito provocava e provoca il surriscaldamento dei cavi elettrici.

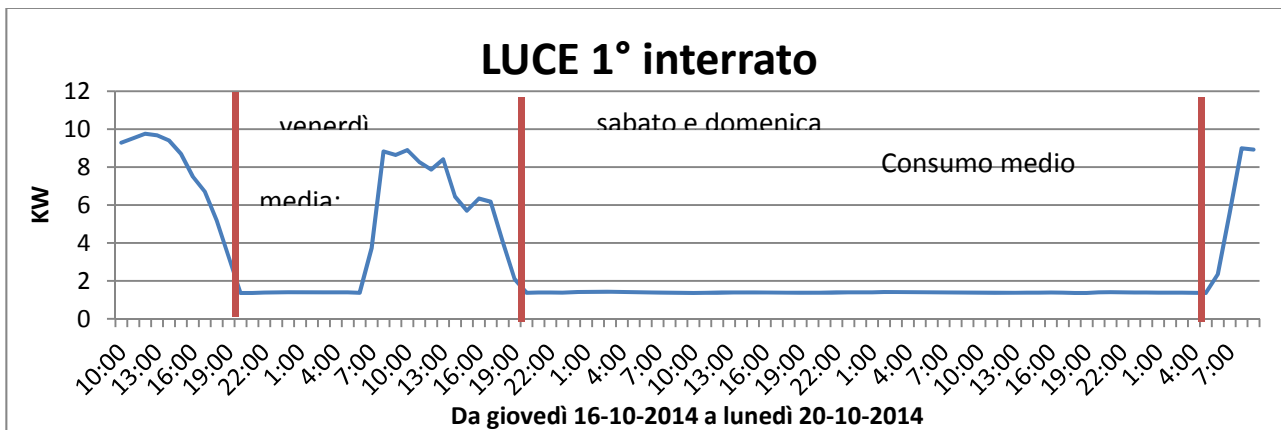




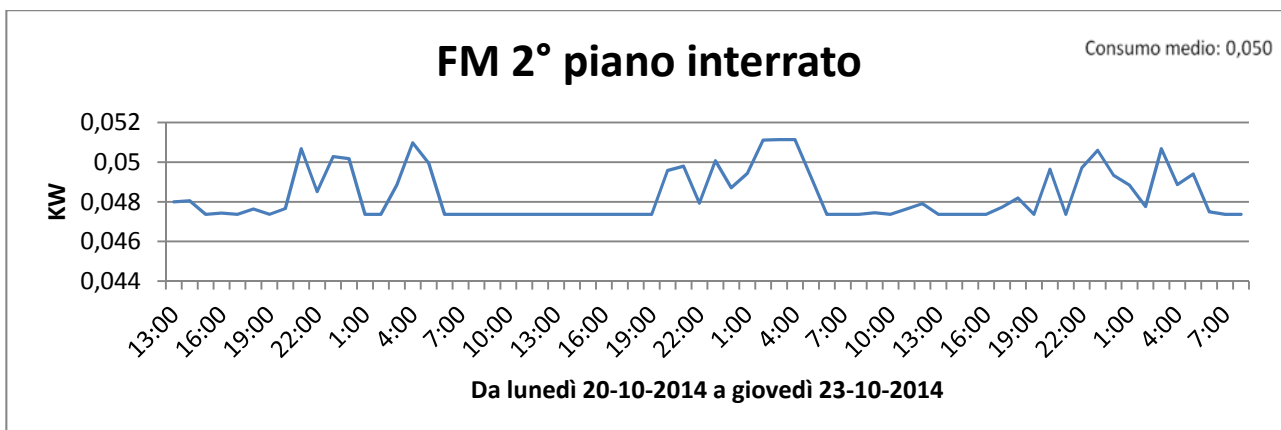
Anche nelle ore notturne si registra un elevato assorbimento di energia. Allo stato attuale si stanno vagliando le diverse soluzioni possibili per limitare il consumo dei 74 PC e del Server nelle ore di inattività.



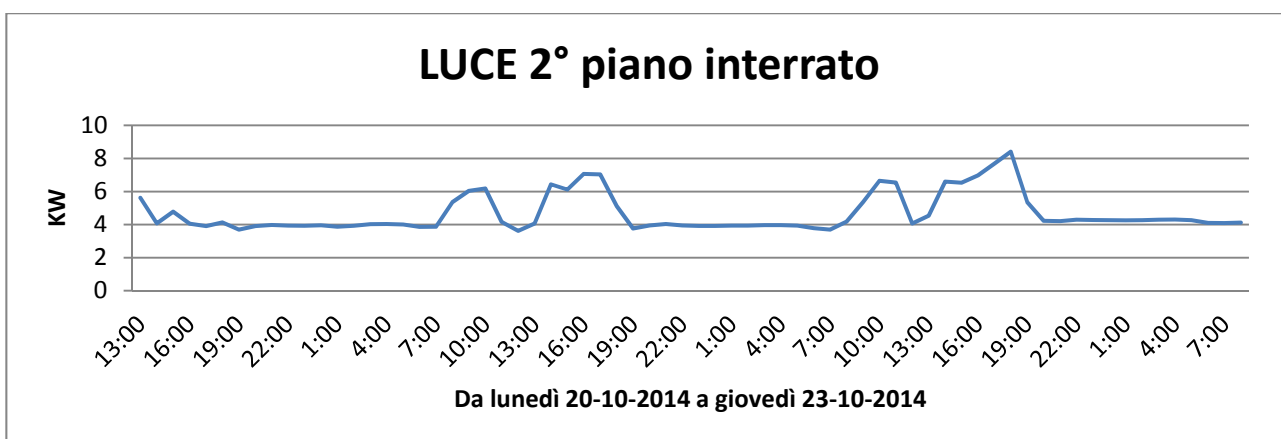
L'assorbimento di energia così alternato è dovuto alla presenza di un UPS dedicato alla centrale telefonica presente in tale piano



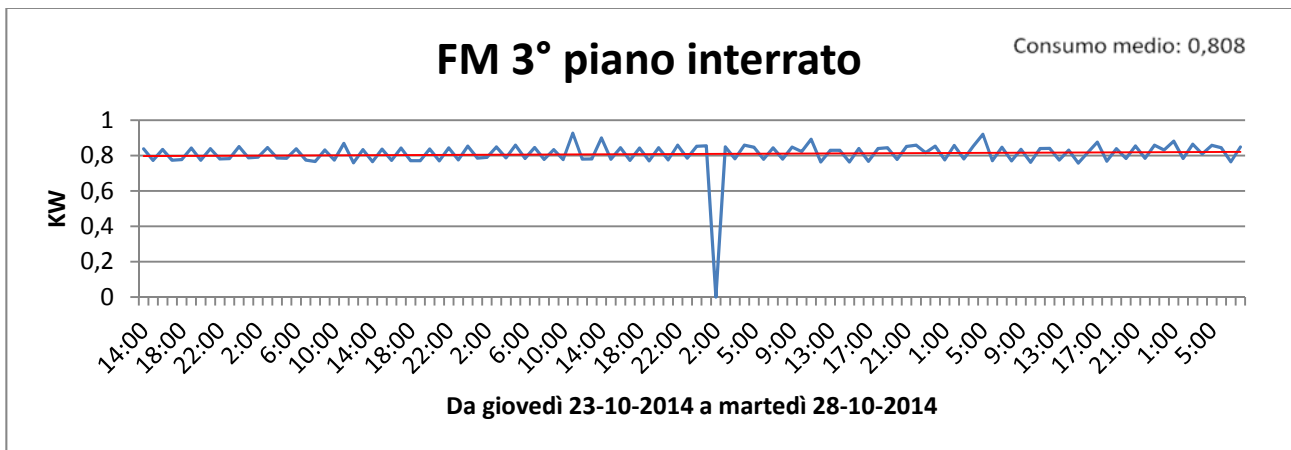
Al primo interrato vi sono le aule. Come si nota l'assorbimento notturno è basso, questo perché anche le luci del corridoio vengono disattivate. Non è presente la illuminazione notturna. Tale realtà non è idonea alla sicurezza del luogo.



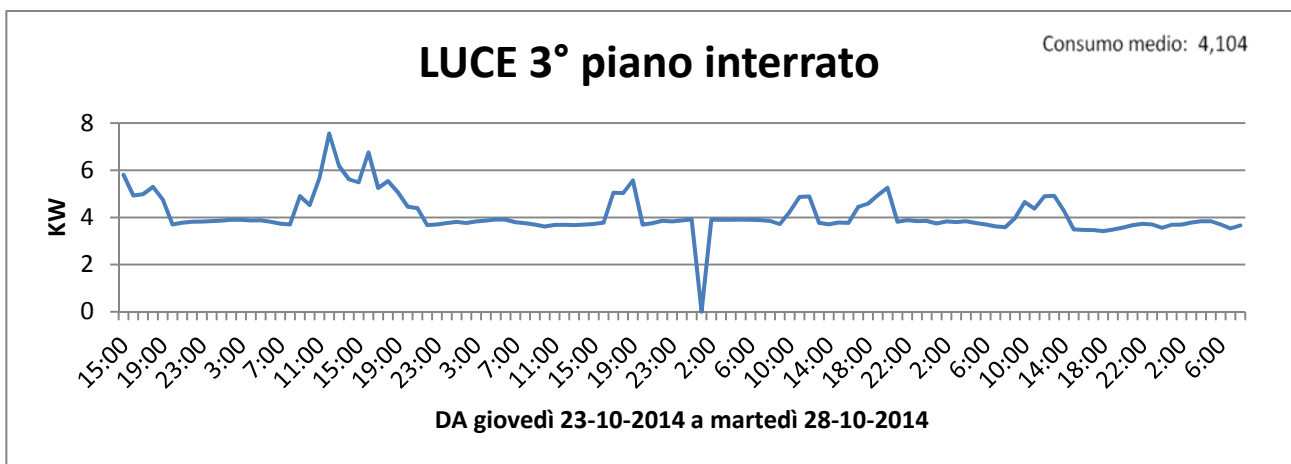
Nel periodo del rilevamento elettrico i laboratori didattici non erano utilizzati ----> basso consumo energetico



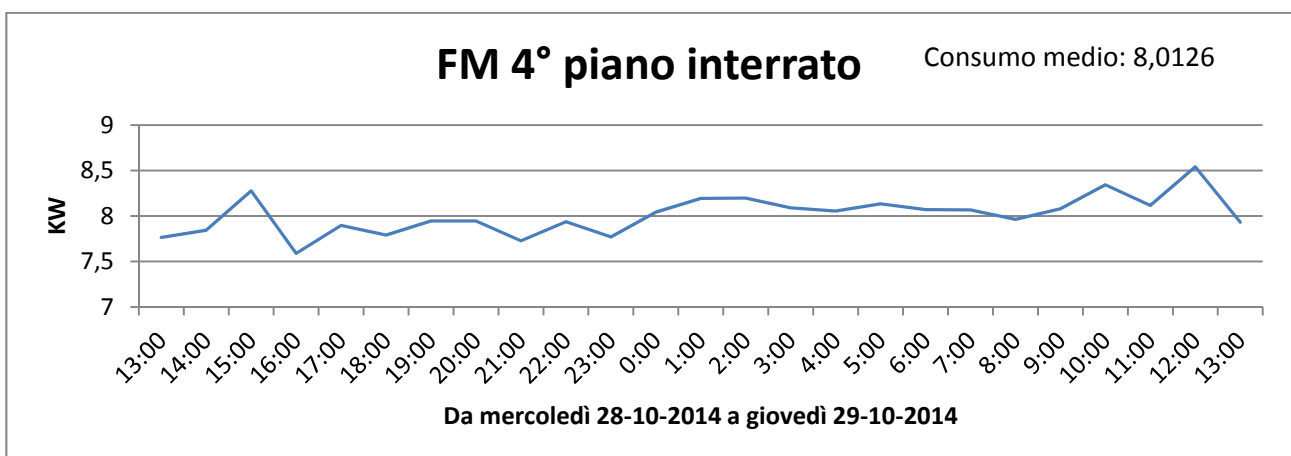
Sarebbe auspicabile l'utilizzo di illuminazione con lampade LED asservite da un sistema di alimentazione con notturno.



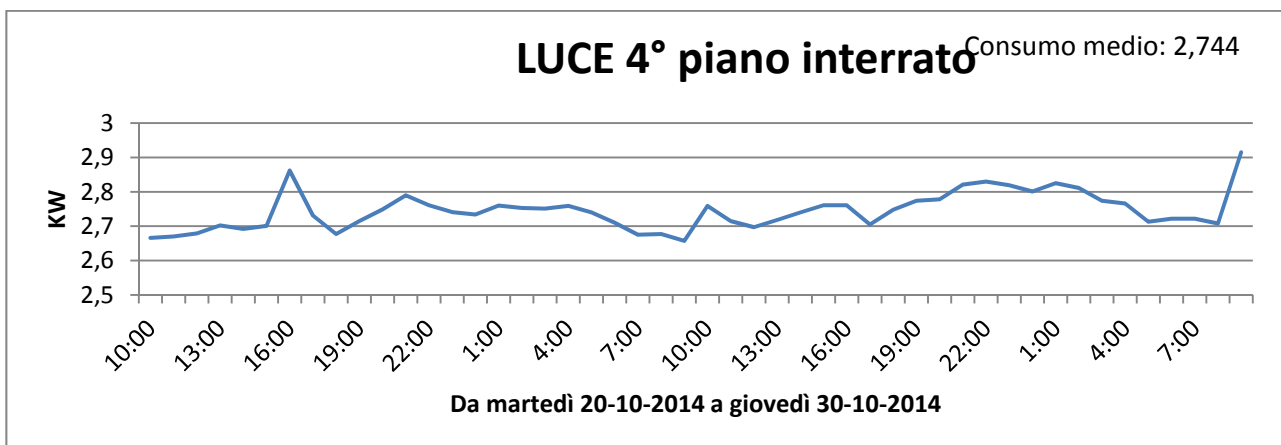
Laboratori didattici non utilizzati in tale periodo. L'assorbimento è da imputare ad un ups presente al piano



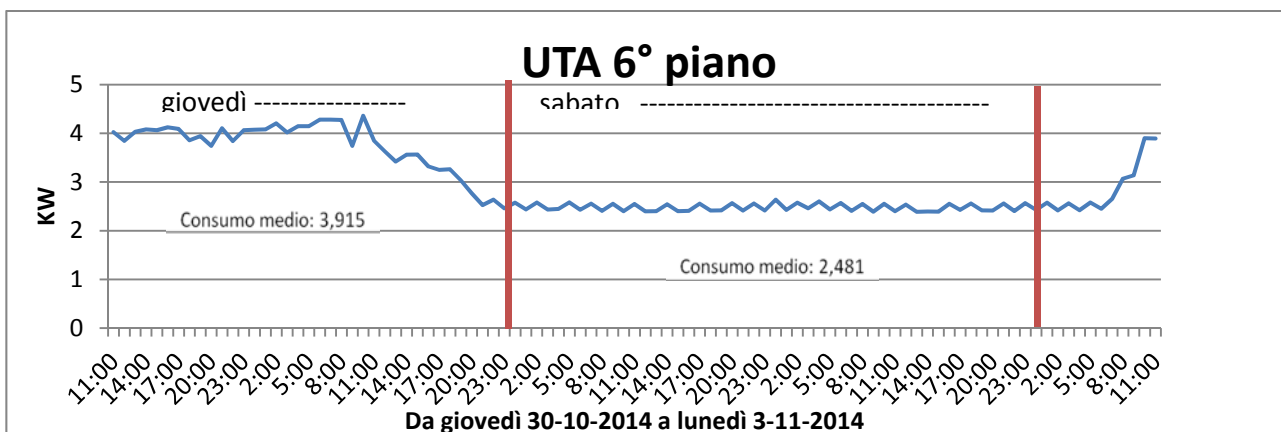
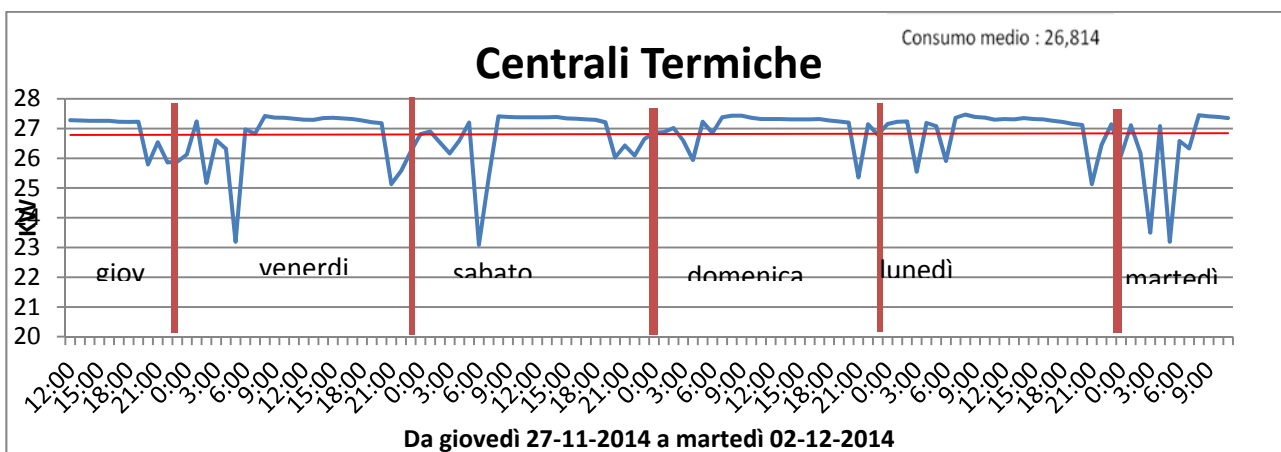
E' fortemente consigliato l'impianto di illuminazione con dispositivo notturno e lampade LED.



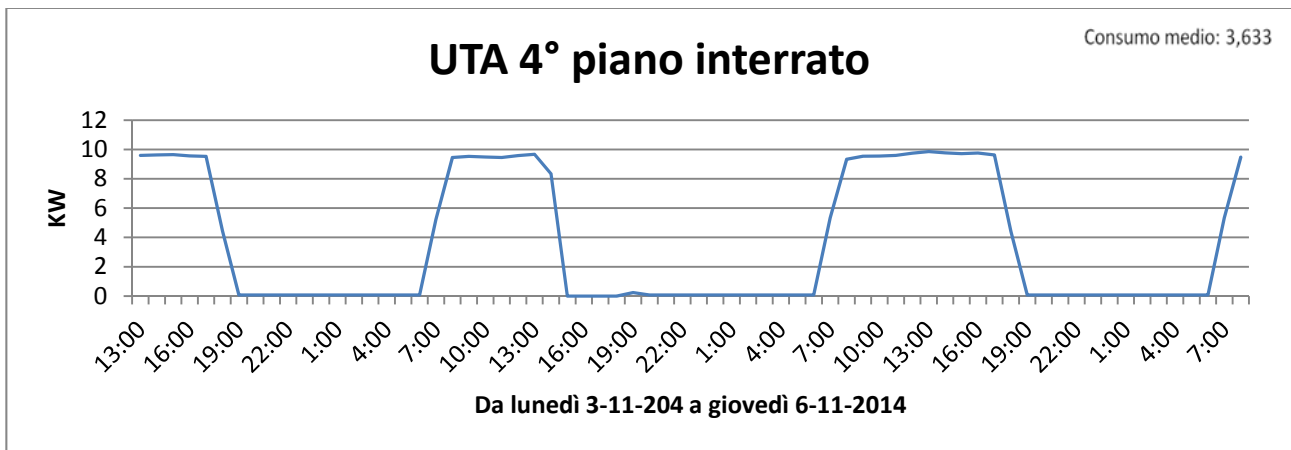
Al 4° piano interrato oltre le macchine utilizzate nel laboratorio di Fluidodinamica sono presenti le pompe di sollevamento dell'acqua di falda, pompe permanentemente in funzione. Oltre tali pompe sono presenti le pompe di sollevamento dell'acque nere e reflue collegate con la fognatura stradale.



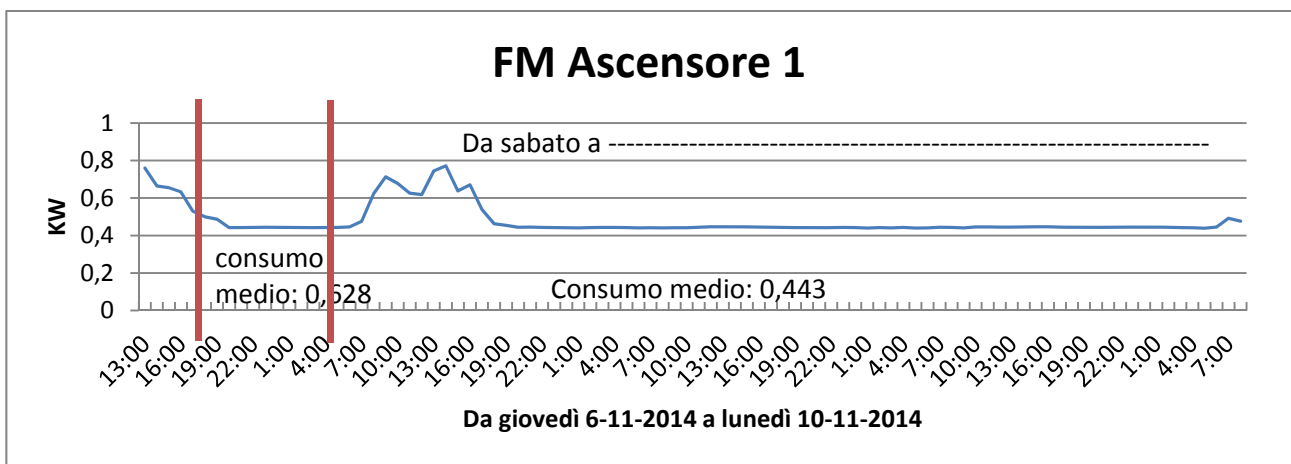
E' conveniente adottare la illuminazione LED con il dispositivo notturno



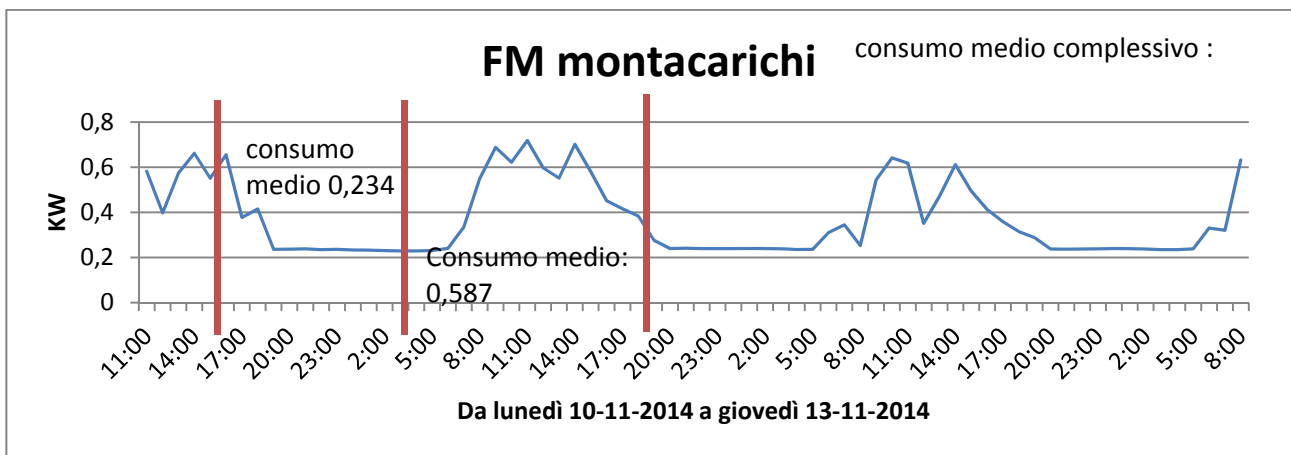
A seguito dei rilievi effettuati e riportati nel grafico accanto, l'ufficio tecnico ha modificato i tempi di attività dell'UTA. Viene tolta alimentazione nelle ore notturne anche ai motori dei 306 ventilconvettori presenti nell'Edificio Nuovo evidente risparmio energetico. Il consumo residuo è dovuto al "filo caldo" antigelo.



Ideale funzionamento dell'UTA al 4° piano interrato.



Si otterrebbe un consumo ridotto utilizzando l'illuminazione a LED all'interno della cabina ascensore



Come nel caso dell'ascensore 1

## Analisi della distribuzione dei consumi nell'Edificio Nuovo

### 6.1 Consumi illuminazione corridoi

#### Cosumi illuminazione corridoi Edificio Nuovo

Utilizzando la illuminazione notturna

Utilizzando lampade a LED

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
illuminazione corridoio plafoniere totali	Consumi giornalieri kW	Consumi annuali kW senza notturno (situaz. Attuale)	plafoniere per illuminazione notturna	Consumi solo notturni	Consumi porzione diurna	Consumo totale con notturno	Risparmio Con notturno	Consumi annuali Kw senza notturno (con lampade LED)	Consumo annuale con notturno e lampade LED	Totale risparmio con notturno e LED

5° Piano	15	29,5	10.775	6	4.309,9	2.738,0	7.047,9	3.726,9	6.301,1	4.121,6	6.653,2
4° Piano	11	21,6	7.902	5	3.591,6	1.825,3	5.416,9	2.484,6	4.620,8	3.167,8	4.733,7
3° Piano	12	23,6	8.620	5	3.591,6	2.129,5	5.721,1	2.898,7	5.040,8	3.345,7	5.274,1
2° Piano	11	21,6	7.902	6	4.309,9	1.521,1	5.831,0	2.070,5	4.620,8	3.410,0	4.491,6
1° Piano	14	27,6	10.056	5	3.591,6	2.738,0	6.329,6	3.726,9	5.881,0	3.701,5	6.355,0
Piano Terra	29	57,1	20.831	7	5.028,2	6.692,8	11.721,1	9.110,2	12.182,0	6.854,4	13.976,8
1° interrato	15	29,5	10.775	7	5.028,2	2.433,8	7.462,0	3.312,8	6.301,1	4.363,7	6.411,1
2° interrato	20	39,4	14.366	7	5.028,2	3.954,9	8.983,1	5.383,3	8.401,4	5.253,3	9.113,1
3° interrato	20	39,4	14.366	7	5.028,2	3.954,9	8.983,1	5.383,3	8.401,4	5.253,3	9.113,1
4° interrato	14	27,6	10.056	8	5.746,6	1.825,3	7.571,9	2.484,6	5.881,0	4.428,0	5.628,5
Consumi tot.		316,8	115.650		45.254	29.814	75.068	40.582	67.631	43.899	71.750
		costo in €	23.130				15.013,54	8.116,36		8.779,9	14.350,05

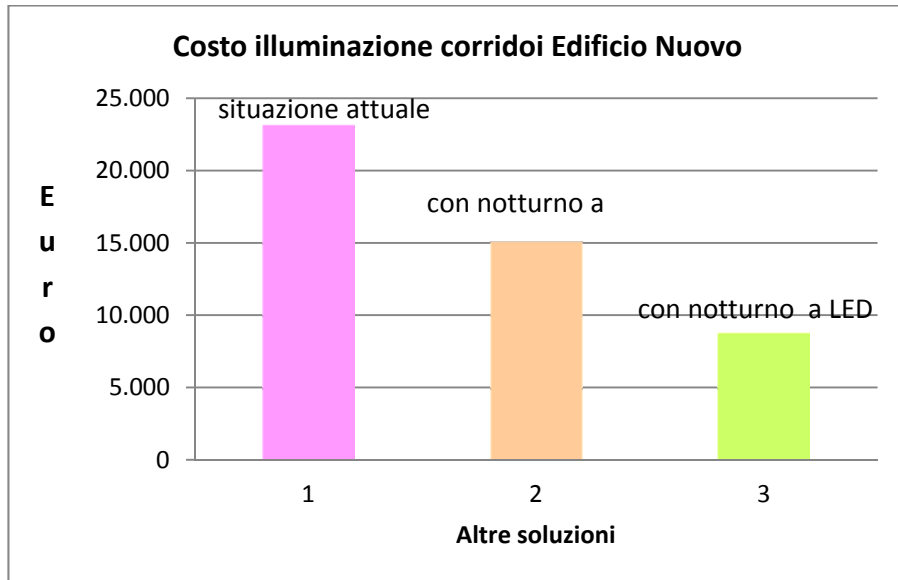
35,09033 %

Risparmio

62,04113 %

I risultati del modello della rappresentazione della realtà riportato in tabella dovranno essere considerati corretti come ordine di grandezza, avendo ottenuto tali risultati da osservazioni mediate almeno nell'arco di tre giorni sul più probabile funzionamento dei corpi illuminanti. Lo sforzo di ricostruire i consumi annui nel tentativo di apprezzare quali fossero i carichi responsabili dei maggiori assorbimenti ha reso necessario adottare una serie di ipotesi in merito ad orari in cui ragionevolmente vengono inseriti e disinseriti i vari carichi variabili (tipicamente luci dei corridoi, scale, servizi igienici). Prendiamo ad esempio il 5° piano dell'edificio nuovo, nel corridoio sono presenti 15 corpi illuminanti/plafoniere ciascuno contenente due neon. Partendo dalle misure effettuate sulla singola plafoniera (82 W), nella colonna C sono riportati i consumi giornalieri ( $B6 \cdot 24 \cdot 82 / 1000$ ), nella colonna D i consumi annuali kW (senza notturno) situazione attuale ( $C6 \cdot 365$ ), nella colonna E si ipotizzano 6 plafoniere necessari per la illuminazione notturna, nella colonna F i consumi solo notturni ( $E6 \cdot 82 \cdot 24 \cdot 365 / 1000$ ), nella colonna G i consumi della sola porzione diurna considerando che tra sabati, domeniche, e feste, mediamente il comprensorio rimane operativo 14 ore al giorno per 265 giorni all'anno ( $B6 - E6 \cdot 82 \cdot 14 \cdot 265 / 1000$ ), nella colonna H il cosiddetto consumo con notturno ( $F6 + G6$ ). Nella colonna I il risparmio con notturno ( $D6 - H6$ ), nella colonna J i consumi annuali kW senza notturno (con lampade LED: ogni plafoniera consuma 48 W (misurati) il rapporto con le plafoniere a neon è:  $82 / 48 = 1,71$ ), quindi ( $D6 / 1,71$ ), Nella colonna K il

consumo annuale con notturno e lampade LED  $[(F6/1,71)+(G6/1,71)]$ , e infine nella colonna L il risparmio con il notturno e a Lampade LED (D6-K6). Sommando a questi dati quelli dei corridoi degli altri piani si avranno i valori totali. Moltiplicando il consumo totale \* 0,20 € (costo per kW/h) si ottiene il costo annuale. Leggendo i risultati delle altre colonne si hanno i risparmi quantificati in € adottando le varie soluzioni per una illuminazione più energeticamente efficiente.



## 6.2 Consumi illuminazione servizi igienici

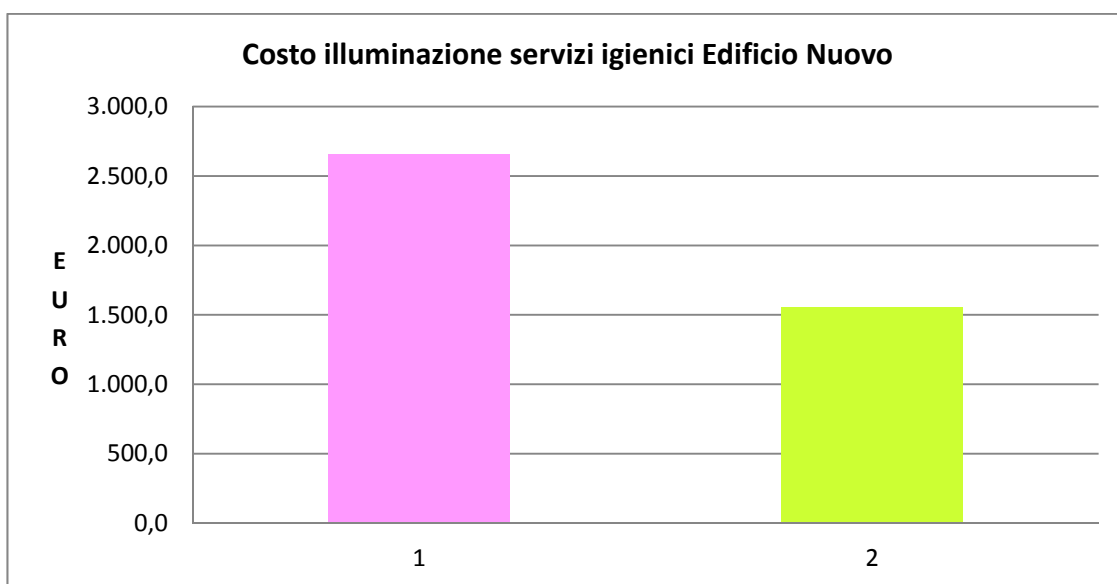
### Consumi illuminazione servizi igienici Edificio Nuovo

Illuminazione servizi igienici plafoniere totali	Consumi giornalieri kW	Consumi annuali kW (situaz. Attuale)	Consumi annuali kW con lampade a LED	Totale risparmio con lampade a LED
--	------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

5° Piano	3	5,9	2.155,0	1.260,2	894,7
4° Piano	3	5,9	2.155,0	1.260,2	894,7
3° Piano	3	5,9	2.155,0	1.260,2	894,7
2° Piano	3	5,9	2.155,0	1.260,2	894,7
1° Piano	3	5,9	2.155,0	1.260,2	894,7
Piano Terra	1,5	3,0	1.077,5	630,1	447,4
1° interrato	0,5	1,0	359,2	210,0	149,1
2° interrato	0,5	1,0	359,2	210,0	149,1
3° interrato	0,5	1,0	359,2	210,0	149,1
4° interrato	0,5	1,0	359,2	210,0	149,1
<b>Consumi tot.</b>		<b>36</b>	<b>13.288,9</b>	<b>7.771,3</b>	<b>5.517,6</b>
		costo in €	<b>2.657,8</b>	<b>1.554,3</b>	<b>1.103,5</b>

Risparmio → 41,5

Al piano terra e ai piani interrati è già presente il sensore di presenza, si sono indicati le plafoniere sempre accesi nell'antibagno . Le plafoniere indicate con 0,5 contengono un solo neon





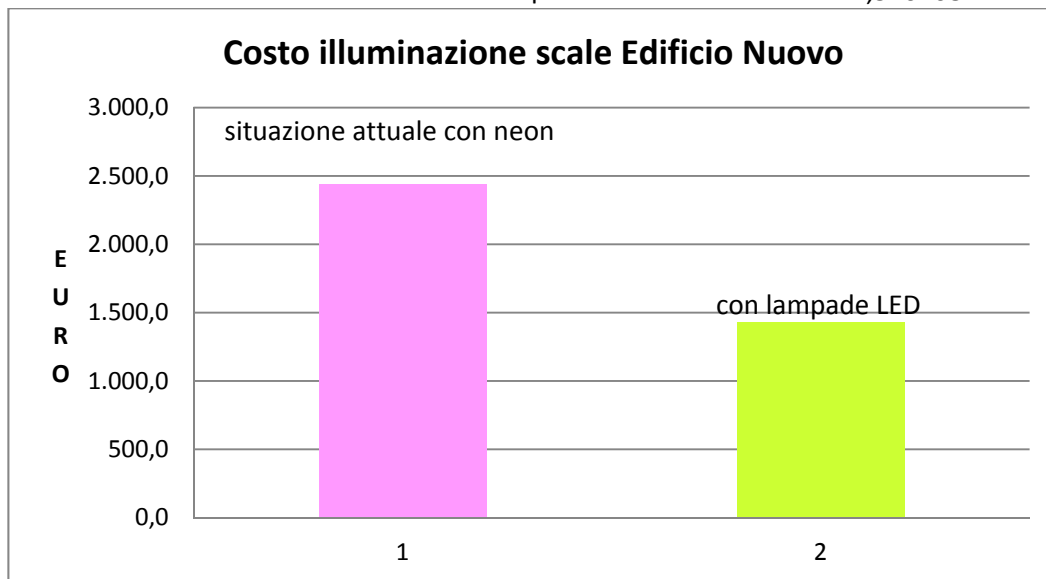
### 6.3 Consumi illuminazione scale

Cosumi illuminazione scale Edificio Nuovo

Illuminazione scale plafoniere presenti	Consumi giornalieri kW	Consumi annuali kW (situaz. Attuale)	Consumi annuali kW (con lampade a LED)	Totale risparmio con lampade a LED
---	------------------------	--------------------------------------	--	------------------------------------

Scala lato via Valperga	3,5	6,9	2.514,1	1.470,2	1.043,9
Scala Centrale	10	19,7	7.183,2	4.200,7	2.982,5
Scala lato ia Bidone	3,5	6,9	2.514,1	1.470,2	1.043,9
Consumi tot.		33	12.211	7.141	5.070
		costo in €	2.442,3	1.428,24	1.014,05

Risparmio → 41,520468



DIPARTIMENTO  
DI  
FISICA

EDIFICIO VECCHIO

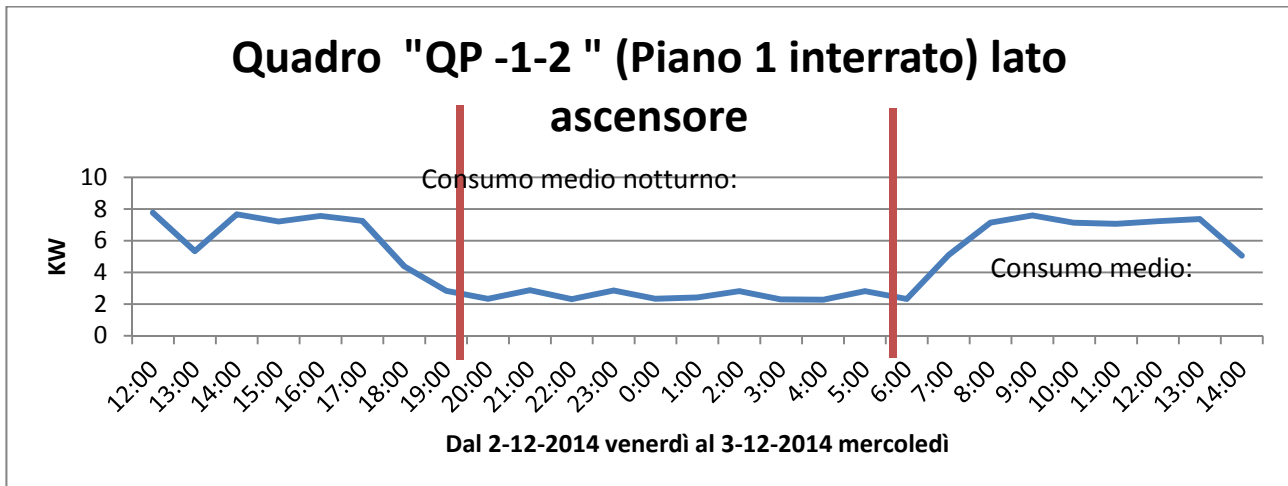
## Rilevazione potenze elettriche assorbite Edificio Vecchio

### 7.1 Calendario rilevazione assorbimento energetico

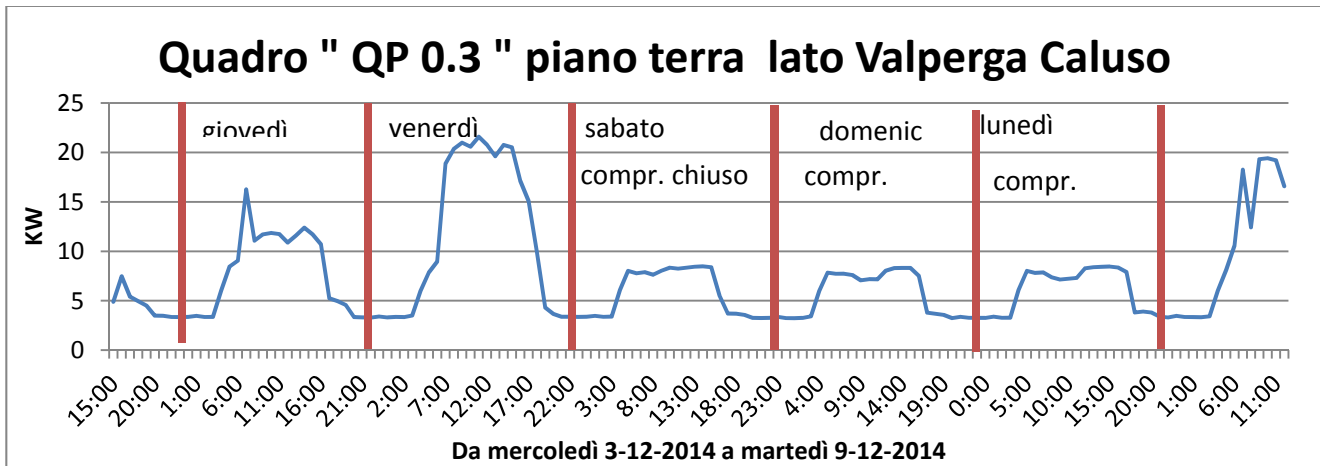
#### Calendario Rilevazione assorbimento energia elettrica Edificio Vecchio

Dal	02/12/2014	martedì	al	03/12/2014	mercoledì	FM	Quadro QP-1-2 Primo seminterrato(Ascensore)
Dal	03/12/2014	mercoledì	al	09/12/2014	martedì	FM	Quadro QP 0.3 piano 0 lato Valperga
Dal	09/12/2014	martedì	al	11/12/2014	giovedì	FM	Quadro QP 0.2 piano 0 fronte segreteria didattica
Dal	11/12/2014	giovedì	al	16/12/2014	martedì	FM	Quadro QP 0.1 piano 0 lato via Bidone
Dal	16/12/2014	martedì	al	22/12/2014	lunedì	FM	Quadro QP 2 piano 2
Dal	23/12/2014	martedì	al	08/01/2015	giovedì	FM	QUADRO QP 1.2 primo piano lato Valperga Caluso
Dal	09/01/2015	venerdì	al	16/01/2015	venerdì	FM	Quadro QP 1.1 primo piano lato Via Bidone
Dal						FM	

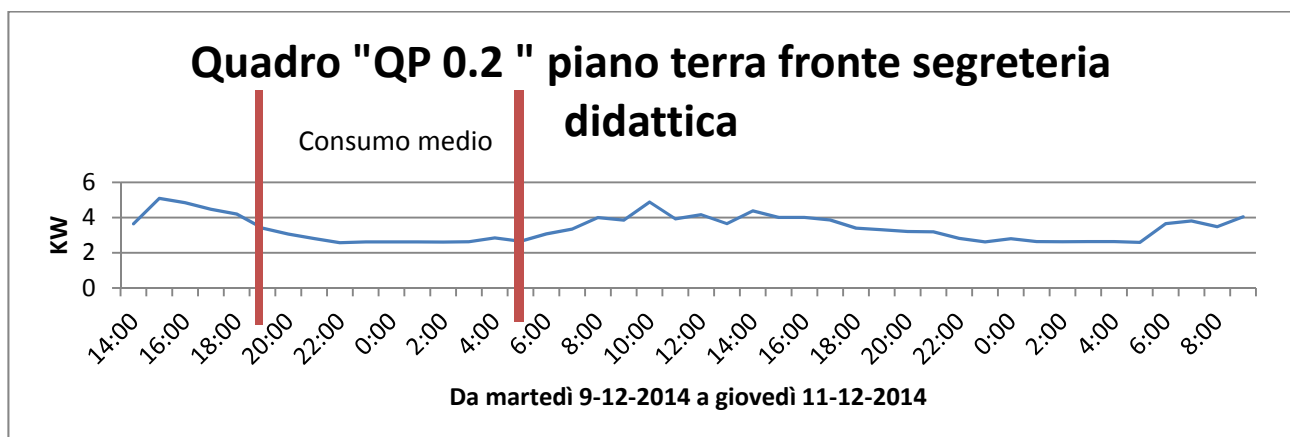
### 7.2 Grafici potenze assorbite nei vari piani con note esplicative



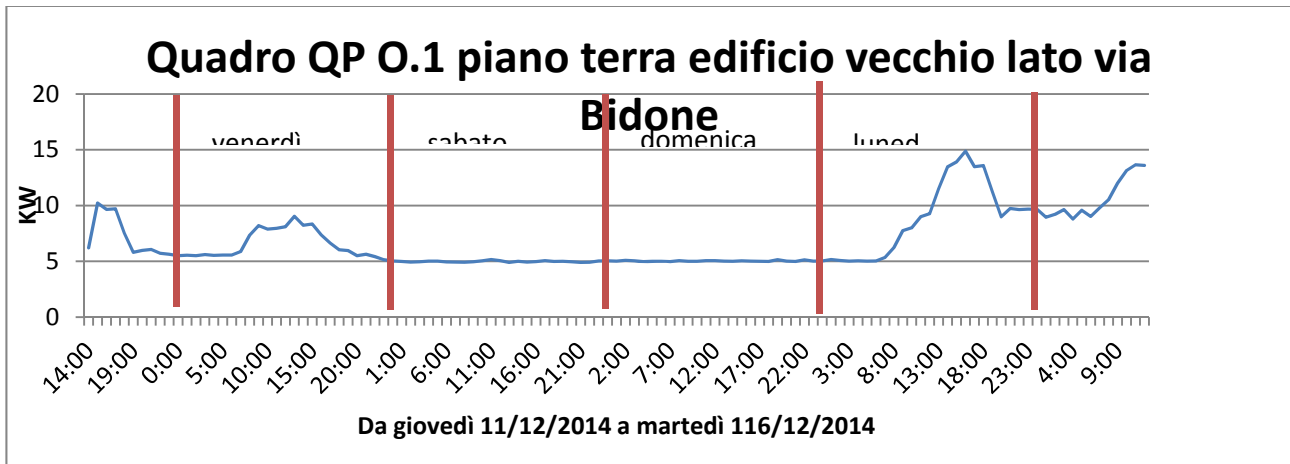
Il quadro elettrico al primo interrato dell'edificio vecchio oltre ad alimentare le lampade del corridoio alimenta l'ascensore e le macchine del caffè poste al primo piano. Queste sono dotate di orologio che regola il loro funzionamento rendendole attive dalle 6:00 del mattino alle 19,30 di sera. L'utilizzo di lampade LED e del sistema notturno migliorerebbe l'efficienza energetica. Intervento in fase di attuazione.



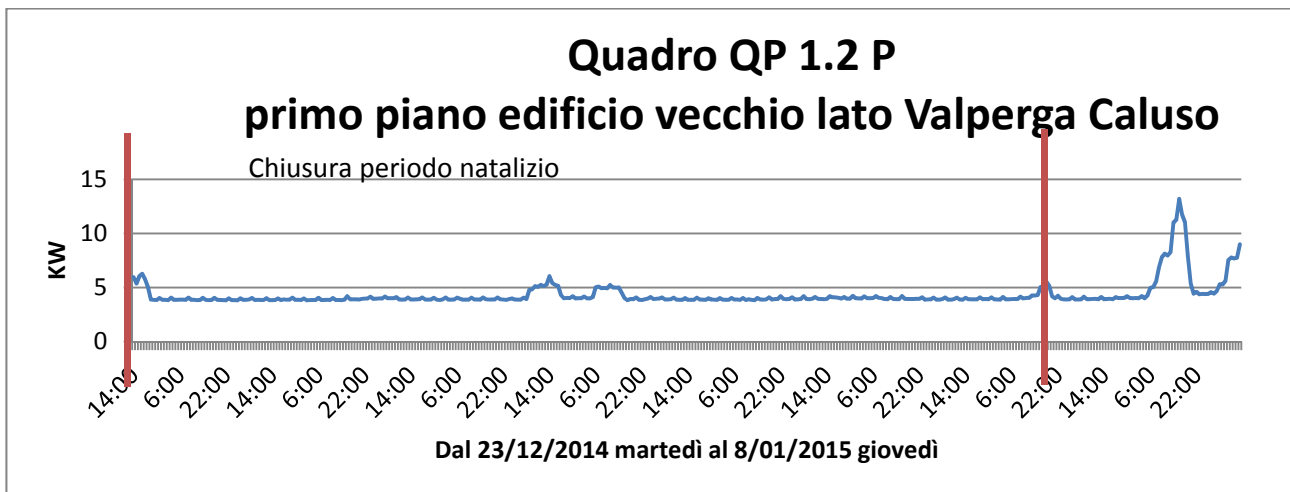
Questo quadro alimenta diverse apparecchiature presenti oltre che nel laboratorio elettronico dell'INFN anche in altri laboratori del Dipartimento. Sono altresì alimentate le luci del corridoio, queste sono dotate di circuito notturno. La sostituzione delle attuali plafoniere (a neon ) esistenti con lampade LED ridurrebbe i consumi. (Intervento in fase di attuazione)



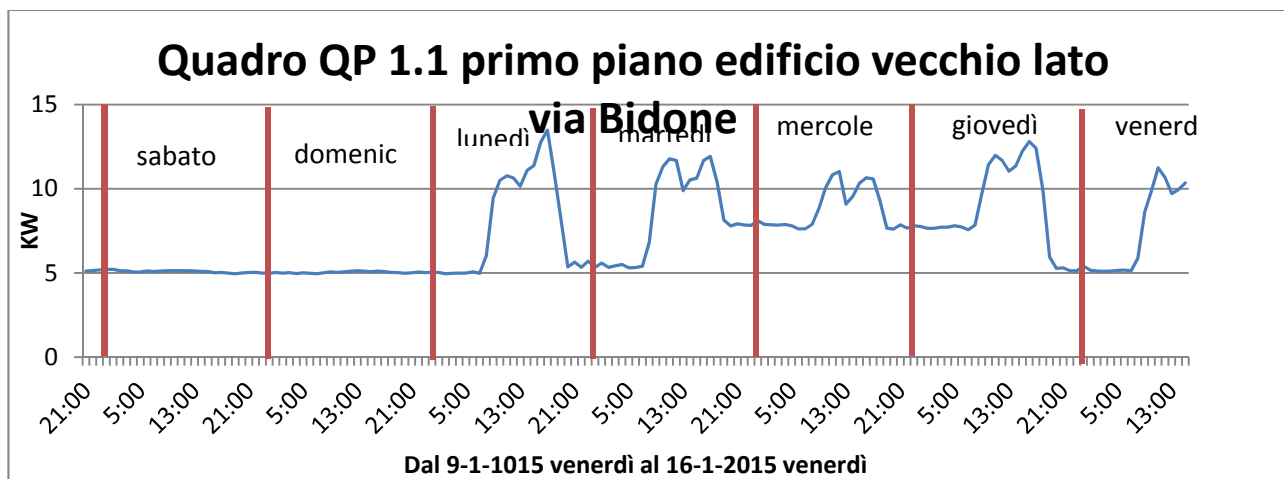
Questo quadro oltre ad alimentare i vari studi presenti al piano alimenta anche gli apparati di controllo della sicurezza del Comprensorio. Come si nota dalle ore 20:00 alle ore 6:00 l'assorbimento energetico si riduce in quanto è presente l'illuminazione notturna, ma con lampade a scarica. La sostituzione delle attuali plafoniere (a neon ) esistenti con lampade LED ridurrebbe i consumi. (Intervento in fase di attuazione)



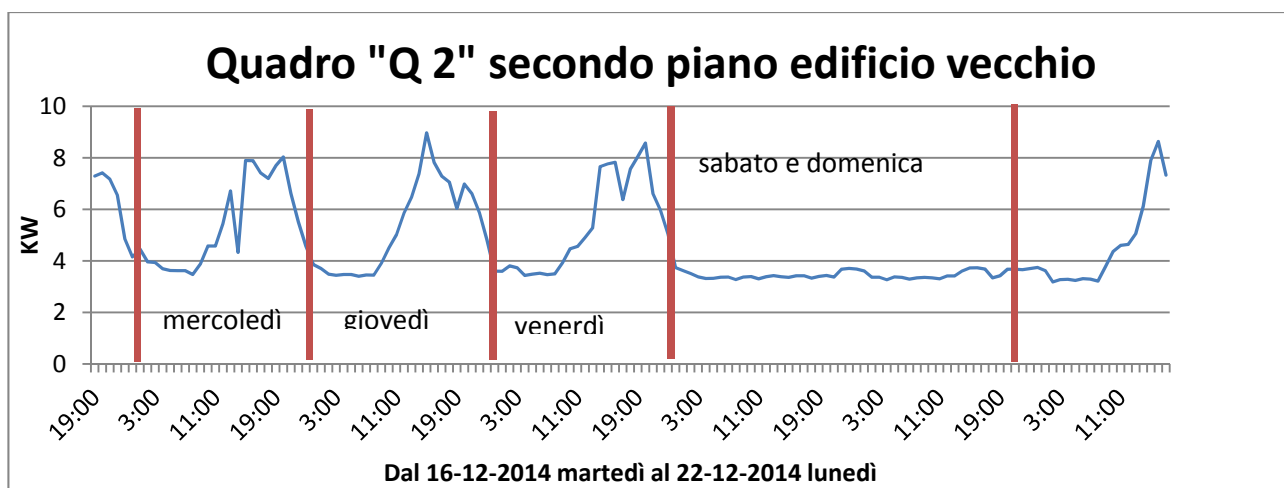
Come si nota dal grafico rispetto alle ore di lavoro vi è un sensibile calo di assorbimento nelle ore notturne, ma sempre di valore rilevante. Occorre rivedere l'impianto di illuminazione, questo attualmente è privo di illuminazione notturna e le lampade del corridoio rimangono sempre in funzione. La sostituzione delle attuali plafoniere (a neon) esistenti con lampade LED ridurrebbe i consumi. (Intervento in fase di attuazione)



Il rilevamento è stato effettuato nel periodo di chiusura natalizio. Come si nota l'assorbimento è stato costante, in questa zona sono presenti laboratori con macchine sempre in funzione, diversi studi, l'illuminazione nella parte asservita da questo quadro elettrico è a LED ed è dotata di illuminazione notturna.



E' possibile ridurre il consumo di energia dotando il corridoio con sistema notturno e lampade LED. Intervento in fase di attuazione



Al momento della rilevazione l'illuminazione presente è già dotata di notturno e lampade LED. Occorrerebbe indagare su eventuali PC lasciati in funzione, presenza di boiler, frigoriferi.

## Analisi della distribuzione dei consumi Edificio Nuovo

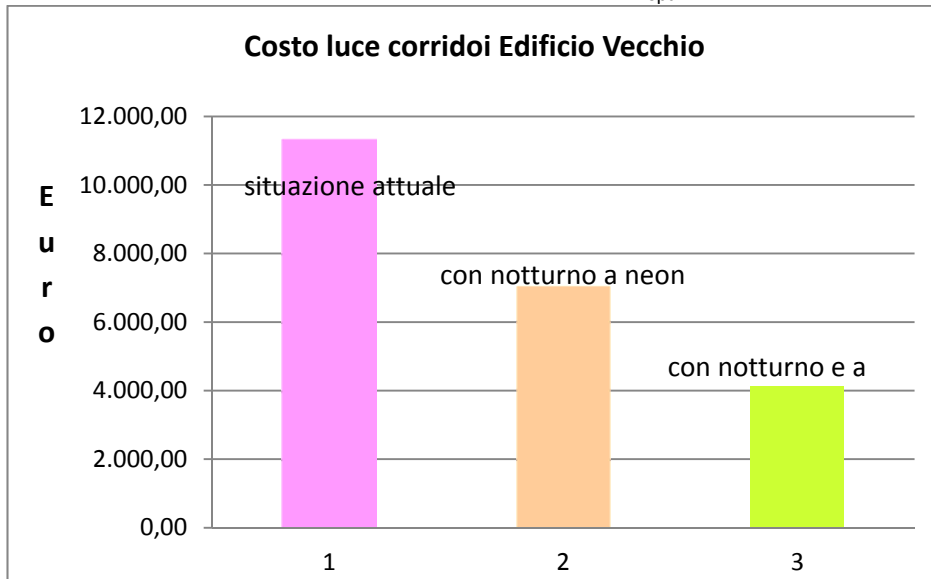
### 8.1 Consumi illuminazione corridoi

Consumi annuali kW senza notturno (situaz. Attuale)	Plafoniere per illuminazione notturna	Consumi solo notturni	Consumi porzione diurna	Consumo totale con notturno	Risparmio Con notturno	Consumi annuali Kw senza notturno (con lampade a LED)	Consumo annuale con notturno e lampade a LED	Totale risparmio con notturno e a LED
---	---------------------------------------	-----------------------	-------------------------	-----------------------------	------------------------	---	--	---------------------------------------

Consumi annuali kW senza notturno (situaz. Attuale)	Plafoniere per illuminazione notturna	Consumi solo notturni	Consumi porzione diurna	Consumo totale con notturno	Risparmio Con notturno	Consumi annuali Kw senza notturno (con lampade a LED)	Consumo annuale con notturno e lampade a LED	Totale risparmio con notturno e a LED			
2° Piano	9	17,7	6.465	4	2.873,3	1.521,1	4.394,4	2.070,5	3.780,6	2.569,8	3.895,1
1° Piano	22	43,3	15.803,0	7	5.028,2	4.563,3	9.591,5	6.211,5	9.241,5	5.609,1	10.194,0
Piano Terra	25	49,2	17.958,0	9,5	6.824,0	4.715,4	11.539,5	6.418,6	10.501,8	6.748,2	11.209,8
1° interrato	23	45,3	16.521,4	6,5	4.669,1	5.019,6	9.688,7	6.832,7	9.661,6	5.665,9	10.855,4
2° interrato	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Consumi tot.		155	56.747,3		19.395	15.819	35.214	21.533	33.186	20.593	36.154
		costo in €	11.349,46				7.042,82	4.306,64		4.118,6	7.230,85

37,945783 %  
Risparmi

63,710984 %

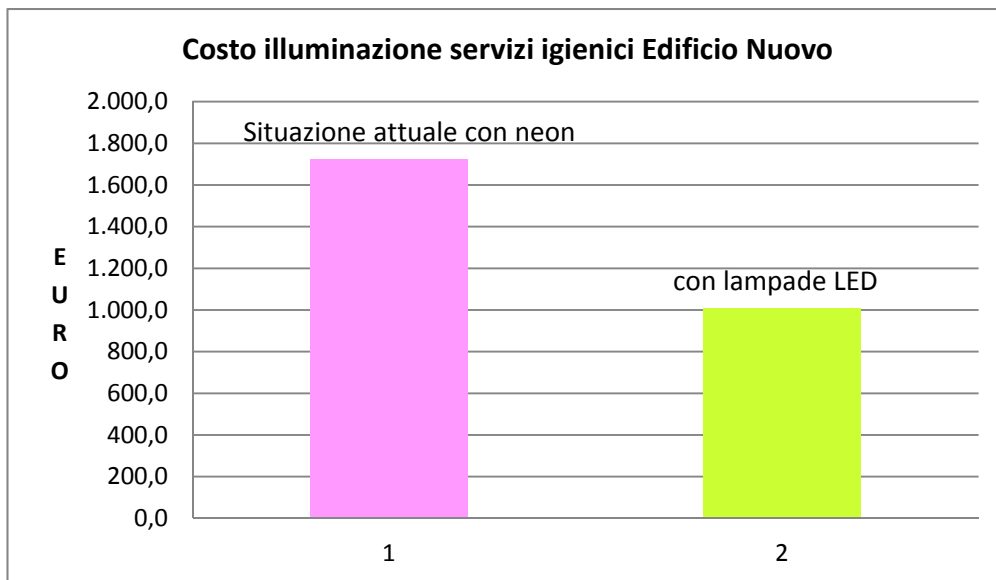


## 8.2 Consumi illuminazione servizi igienici

Illuminazione servizi igienici plafoniere totali	Consumi giornalieri kW	Consumi annuali kW (situaz. Attuale)	Consumi annuali kW con lampade a LED	Totale risparmio con lampade a LED
--	------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

2° Piano	2	3,9	1.436,6	840,1	596,5
1° Piano	4	7,9	2.873,3	1.680,3	1.193,0
Piano Terra	3	5,9	2.155,0	1.260,2	894,7
1° interrato	1,5	3,0	1.077,5	630,1	447,4
2° interrato	1,5	3,0	1.077,5	630,1	447,4
Consumi tot.		24	8.619,8	5.040,8	3.579,0
costo in €			1.724,0	1.008,2	715,8

Risparmio → 41,5



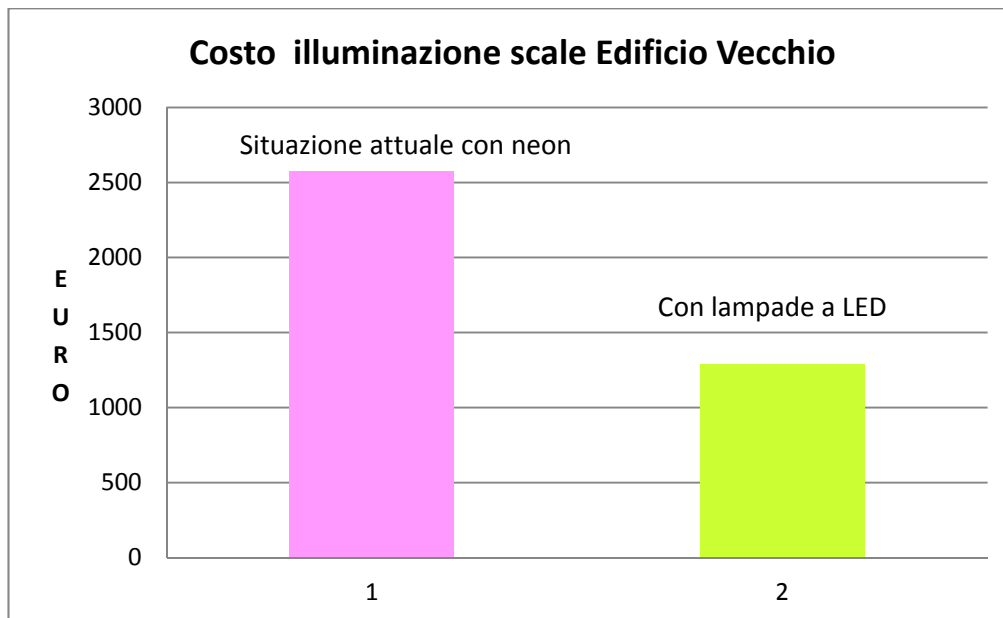


### 8.3 Consumi illuminazione scale

illuminazione scale nplafoniere totali	Consumi giornalieri kW	Consumi annuali kW (situaz. Attuale)	Consumi annuali KW (con lampade a LED)	Totale risparmio con lampade a LED
--	------------------------	--------------------------------------	--	------------------------------------

Scala lato via Valperga	0	0,0	0	0,0	0,0
Scala Centrale	7	13,8	5.028	2.940,5	2.087,7
Scala lato ia Bidone	3,5	6,9	2.514	1.470,2	1.043,9
Consumi tot.		21	7.542	4.411	3.132
			costo in € 1.508	882,15	626,32

Risparmio 41,52047



## CONCLUSIONI

Risparmi sul consumo elettrico nell'Edificio Nuovo, con accorgimenti illustrati nelle pagine precedenti

	Consumi annuali kW senza notturno (situaz. Attuale)	Consumo totale con notturno	Consumo annuale con notturno e lampade LED	Totale risparmio con notturno e LED
Corridoi	115.650,0	75.068,0	43.899,0	71.751,0
servizi igienici	13.288,9		7.771,3	5.517,6
scale	12.211,0		5.070,0	7.141,0
Aula Informatica				
consumi tot.	141.149,9	75.068,0	56.740,3	84.409,6
costo in €	28.230,0	15.013,6	11.348,1	16.881,9

Risparmio → 59,80

Risparmi sul consumo elettrico nell'Edificio Vecchio, con accorgimenti illustrati nelle pagine precedenti

	Consumi annuali kW senza notturno (situaz. Attuale)	Consumo totale con notturno	Consumo annuale con notturno e lampade LED	Totale risparmio con notturno e LED
Corridoi	56.747,0	35.214,0	20.593,0	36.154,0
servizi igienici	8.619,8		5.048,8	3.571,0
scale	7.541,0		4.411,0	3.130,0
consumi tot.	72.907,8	35.214,0	30.052,8	42.855,0
costo in €	14.581,6	7.042,8	6.010,6	8.571,0

Risparmio → 58,78

## **Bibliografia**

F. Curci, *Energy management degli edifici ad uso ufficio*

C. Caramazza, *Guida agli interventi per il risparmio energetico negli impianti elettrici*