



Piazza dell'Indipendenza,16 - Cap. 50129- Firenze (FI)

Azienda Ospedaliero-Universitaria di Careggi

Edificio S. Luca Vecchio

Ubicazione Sito: viale di S. Luca, Firenze

Committente:	Documento:	Auditor:
Regione Toscana	Pre-Audit Energetico	Ing. Alessandro Malvezzi Ing. Mariella Giardina Ing. Luca Perni Ing. Davide Poli Ing. Filippo Stortoni

Elaborato:			data di emissione documento:		riferimento file:	
-			22/08/2013			
3	27/09/2012	Pre Audit energetico	F.S.	A.M.		
2	30/08/2012	Pre Audit energetico	A.M.			
1	12/08/2012	Pre Audit energetico	F.S.			
revisione	data	Descrizione	redatto	controllato	approvato	

Indice

1	S. LUCA VECCHIO	3
1.1	INTRODUZIONE	3
1.2	DESCRIZIONE DEL COMPLESSO EDILIZIO	5
1.2.1	<i>Descrizione generale.....</i>	<i>5</i>
1.2.2	<i>Documentazione disponibile</i>	<i>7</i>
1.2.3	<i>Caratteristiche involucro edificio</i>	<i>8</i>
1.2.4	<i>Componenti edilizi trasparenti confinanti con l'esterno</i>	<i>9</i>
1.2.5	<i>Caratteristiche impianti</i>	<i>10</i>
1.2.6	<i>Modalità di gestione degli impianti</i>	<i>15</i>
1.2.7	<i>Rilievi e monitoraggi effettuati</i>	<i>21</i>
1.3	INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA	21
1.3.1	<i>Miglioramento gestione</i>	<i>21</i>
1.3.2	<i>Interventi sull'involucro.....</i>	<i>22</i>
1.3.3	<i>Interventi sugli impianti termici.....</i>	<i>22</i>
1.3.4	<i>Intervento sull'impianto ed utenze elettriche.....</i>	<i>22</i>
1.4	VALUTAZIONI TECNICHE ED ECONOMICHE DEGLI INTERVENTI PROPOSTI	24
1.4.1	<i>Valutazione della sostituzione delle lampade attuali.....</i>	<i>24</i>
1.4.2	<i>Valutazioni finali.....</i>	<i>31</i>
1.5	CONTABILIZZAZIONE DEI RISPARMI ELETTRICI A CONSUNTIVO	32
1.5.1	<i>Strumentazione di Quadro</i>	<i>32</i>
1.5.2	<i>Strumentazione per la verifica a campione di punti luce.....</i>	<i>34</i>

1 S. Luca Vecchio

1.1 Introduzione

Con la Delibera della Giunta Regionale n. 84 del 13 febbraio 2012 la Regione Toscana ha dato incarico alla società Consortile Energia Toscana (CET srl) della redazione di pre-diagnosi energetiche presso alcune strutture sanitarie toscane volte ad individuare gli interventi minimali di efficienza energetica e di utilizzo di fonti rinnovabili da inserire in una futura gara di servizi energetici secondo il D.Lgs. 115/2008.

L'attività di pre-diagnosi è stata strutturata nelle fasi sotto descritte e i risultati ottenuti sono riepilogati nel presente documento di sintesi.

Come primo passo, per elevare il grado conoscitivo delle strutture sanitarie e prepararsi per i sopralluoghi di analisi, è stato redatto il documento denominato "Pre-Checklist" condiviso con i referenti istituzionali delle aziende sanitarie. Il documento, con il duplice obiettivo di:

- sondare la documentazione tecnica disponibile per l'effettuazione dello studio;
- individuare in maniera puntuale le criticità manutentive presenti nei siti al fine di andare a concentrare l'analisi per la risoluzione delle stesse;

è stato strutturato suddividendolo nelle seguenti macrovoci:

- DATI GENERICI
 - Dati struttura e funzionalità, bacino d'utenza, vincoli
- OSSERVAZIONI PRINCIPALI
 - Osservazioni sullo stato attuale dell'efficienza energetica della struttura
 - Informazioni sull'organizzazione di pratiche di efficienza energetica in essere
- RICHIESTE DOCUMENTAZIONI SPECIFICHE
- CHECK LIST INFORMAZIONI TECNICHE
 - Informazioni sull'edifici:
 - Ventilazione forzata
 - Riscaldamento
 - Condizionamento
 - Informazioni sui processi di:

- Produzione e distribuzione del vapore
- Aria compressa
- Motori elettrici
- Impiego apparecchiature sanitarie

Purtroppo però, la Pre-Checklist, non ha ottenuto il riscontro desiderato, anche per la difficoltà oggettiva di recuperare informazioni recenti e pertanto è stato deciso di redigere un documento di Checklist a largo spettro di verifica per assistere gli auditor durante i sopralluoghi presso le strutture. Questa seconda documentazione, di natura più tecnica, e strutturata per recuperare le informazioni sullo stato dell'arte della struttura, è stata suddivisa nelle seguenti sezioni di studio:

- Dati edificio
- Centrale termica
- Centrale termica
- Centrale frigo
- Motori e pompe
- Illuminazione
- Regolazione
- Rifasamento
- Scaldabagni elettrici
- Scambiatori e circuiti i-u
- Strumentazione di misura

I sopralluoghi sono stati concordati con i referenti dell'Aziende Sanitarie, sotto la supervisione del ingegnere responsabile dell'area funzionale e tecnica dell'Azienda Ospedaliera Universitaria di Careggi e con l'assistenza di figure tecniche- amministrative locali dell'azienda sanitaria.

Le giornate dedicate alla verifica dei siti sono state suddivise in più sessioni (tranche territoriali) dedicate a singoli edifici o, nei casi più complessi, a parti specifiche degli stessi.

Durante i sopralluoghi è stato possibile visitare tutte le strutture producendo materiale fotografico e descrittivo. Il materiale è stato successivamente archiviato e catalogato, nel pieno rispetto della riservatezza dei dati, e reso fruibile in formato digitale.

Il personale dell'Azienda Ospedaliera Universitaria di Careggi ha fornito la massima disponibilità alla condivisione di tutta la documentazione tecnica in loro possesso che potesse essere utile per l'analisi della strutture.

A partire dalla documentazione recuperata dagli uffici tecnici delle strutture sanitarie e grazie ai rilievi effettuati sul campo è stato possibile realizzare dei modelli di calcolo per la valutazione dei possibili interventi di efficienza energetica e di utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia. Le soluzioni tecniche individuate sono state valutate sotto il profilo economico sia in un contesto di investimento con mezzi propri che con finanziamento tramite terzi. Tra tutte, quelle con il minor pay back time, sono state riassunte nella seguente relazione.

1.2 Descrizione del complesso edilizio

1.2.1 Descrizione generale

La struttura di tipo ospedaliero è situata all'interno del complesso dell'Azienda Ospedaliera-Universitaria di Careggi in una zona pedecollinare di Firenze.

L'edificio ha una superficie complessiva di 3.646 m² distribuiti su tre livelli. Nell'edificio sono presenti 60 posti letto per pazienti.



Figura 1: Veduta aerea della struttura

Le attività svolte all'interno della S. Luca Vecchio sono: ambulatorio del cuore, ambulatorio tossicologico centro antiveneni e centro tossicologia perinatale, degenza e subin. e osservaz. tossicologia medica, degenza onco-ematologiche, laboratorio ematologia a, trapianti di midollo osseo.

Tali attività sono raggruppate secondo le seguenti destinazioni d'uso: accettazione/accoglienza, ambulatorio, attesa, connettivo, degenza ordinaria, depositi, didattica, laboratorio, locali personale sanitario, locali tecnici, sale riunioni/biblioteche, servizi igienici, spogliatoi, studi medici, terapia intensiva, terapia subintensiva, ufficio.

All'interno della struttura sono ospitate le seguenti strutture organizzative dipartimentali (S.O.D.): ortopedia oncologica e ricostruttiva, oncologia medica 1, malattie infettive, malattie infettive e tropicali, banca dell'osso, laboratorio generale, microbiologia e virologia, accoglienza ai servizi di

laboratorio, malattie aterotrombotiche, sierologia, immunoematologia e trasfusionale, fisica sanitaria, medicina nucleare, diagnostica genetica, neurofisiopatologia, farmacia.



Figura 2: Dettaglio facciata

1.2.2 Documentazione disponibile

La documentazione disponibile per la struttura comprende materiale fornito dal Energy Manager dell'A.O.U. Careggi, le piante dell'edificio, gli schemi dei suoi impianti elettrici alcune informazione sulle macchine presenti.

In dettaglio la documentazione reperita e prodotta per il presente pre-audit è:

Nome/Genere	Descrizione/Tipo	Richiesto al Ente	Fornito dal Ente	Prodotto da CET	Formato	Collegamento
Foto Struttura	Directory			●	Elettronico: JPG	DocumentiDiRiferimentoStruttura\FotoSopralluoghi
PreCheckList	File d'informazioni preliminari su	●	●		Elettronico: XLS	DocumentiDiRiferimentoStruttura\PreCheckList\risp

	struttura e suo funzionamento.					oste\Precheck_Edificio_SLuca_Vecchio.doc
Planimetrie	Directory	●	●		Elettronico: DWG	DocumentiDiRiferimentoStruttura\Planimetrie
Informazioni sulle macchine	Directory	●	●		Elettronico: XLS	DocumentiDiRiferimentoStruttura\Documentazione Aggiuntiva\Macchine
analisi consumi EE	File			●	Elettronico: XLS	DocumentiDiRiferimentoStruttura\Documentazione Aggiuntiva\analisi consumi EE.xls
RiepilogoPuntiLuce	File			●	Elettronico: XLS	DocumentiDiRiferimentoStruttura\Documentazione Aggiuntiva\RiepilogoPuntiLuce.xls
PuntiLuceSLuca_Vecchio	Directory con planimetrie con punti luce			●	Elettronico: DWG	DocumentiDiRiferimentoStruttura\Documentazione Aggiuntiva\PuntiLuceSLuca_Vecchio

1.2.3 Caratteristiche involucro edificio

L'edificio molto vecchio e parzialmente ristrutturato mostra palesi carenze di efficienza energetica da quantizzare in maniera esaustiva con un audit completo della struttura.

Inerentemente alla ventilazione dell'edificio è stato indicato che :

- la manutenzione dei filtri viene effettuata regolarmente;
- le aree non utilizzate generalmente non vengono escluse dalla ventilazione;
- che i tempi di funzionamento degli impianti di ventilazione collimano con i tempi delle attività ospedaliere e con quelli di utilizzo dell'edificio;

- purtroppo le stanze non vengono ventilate naturalmente attraverso porte e finestre o tramite circuiti di bay pass, quando le condizioni climatiche sono favorevoli;
- sono presenti sistemi scambiatori per recupero energia nei ricambi di aria, al riguardo è stato indicato che i flussi incrociati non hanno una grande efficienza;

Sempre relativamente all'edificio è stato segnalato che:

- le finestre, gli ingressi e gli abbaini, come pure le porte che collegano zone dell'edificio a differente temperatura, generalmente non sono chiuse bene durante la stagione calda /quella fredda;
- generalmente i ventilatori a parete non hanno coperchi di chiusura abbastanza spessi o chiusura automatica;
- gli ingressi usati frequentemente non montano sistemi per attenuare lo scambio di calore non voluto (tipo doppie porte);

1.2.4 Componenti edilizi trasparenti confinanti con l'esterno

Le finestre sono eterogenee, la maggior parte sono dotate di tapparella avvolgibile, sono con telaio in legno con vetri singoli. Le finestre del primo e del secondo piano dell'ala sinistra dell'edificio sono dotate di doppie finestre in alluminio con vetrocamera. Alcune finestre del terzo piano dell'ala destra dell'edificio sono state totalmente sostituite con finestre con telaio in alluminio e vetro camera.



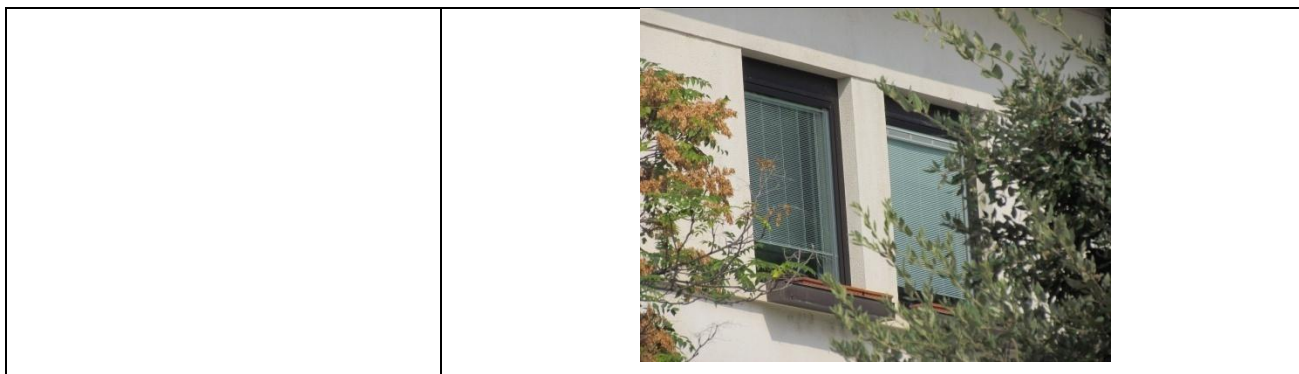


Figura 3: Dettaglio finestre

1.2.5 Caratteristiche impianti

Alla data attuale (settembre 2012) l'energia termica che alimenta il complesso di Careggi, compreso la struttura del San Luca Vecchio, proviene dalla tradizionale centrale termica a generatori di vapore con rete di distribuzione parzialmente in cunicolo ed interrata, mentre l'energia elettrica è prelevata dalla rete ENEL mediante n. 9 cabine di trasformazione locali. Nell'imminente futuro questa situazione muterà con la messa in funzione del nuovo impianti di trigenrazione il quale prevede:

- per l'energia termica una caldaia a recupero vapore da turbogas (18MW) con generatore di vapore integrativo (11MW) e ulteriori due generatori di completa riserva;
- per l'energia elettrica un generatore elettrico da turbogas GE10 (10 MVA) con una rete distributiva ad anello in MT interna al complesso in parallelo con la rete ENEL;
- per l'energia frigorifera sono previsti dei refrigeratori ad assorbimento a doppio effetto della potenzialità di 6,3 MWf

Tale situazione di produzione energetica attuale e futura può essere schematizzata nella fig. 4.

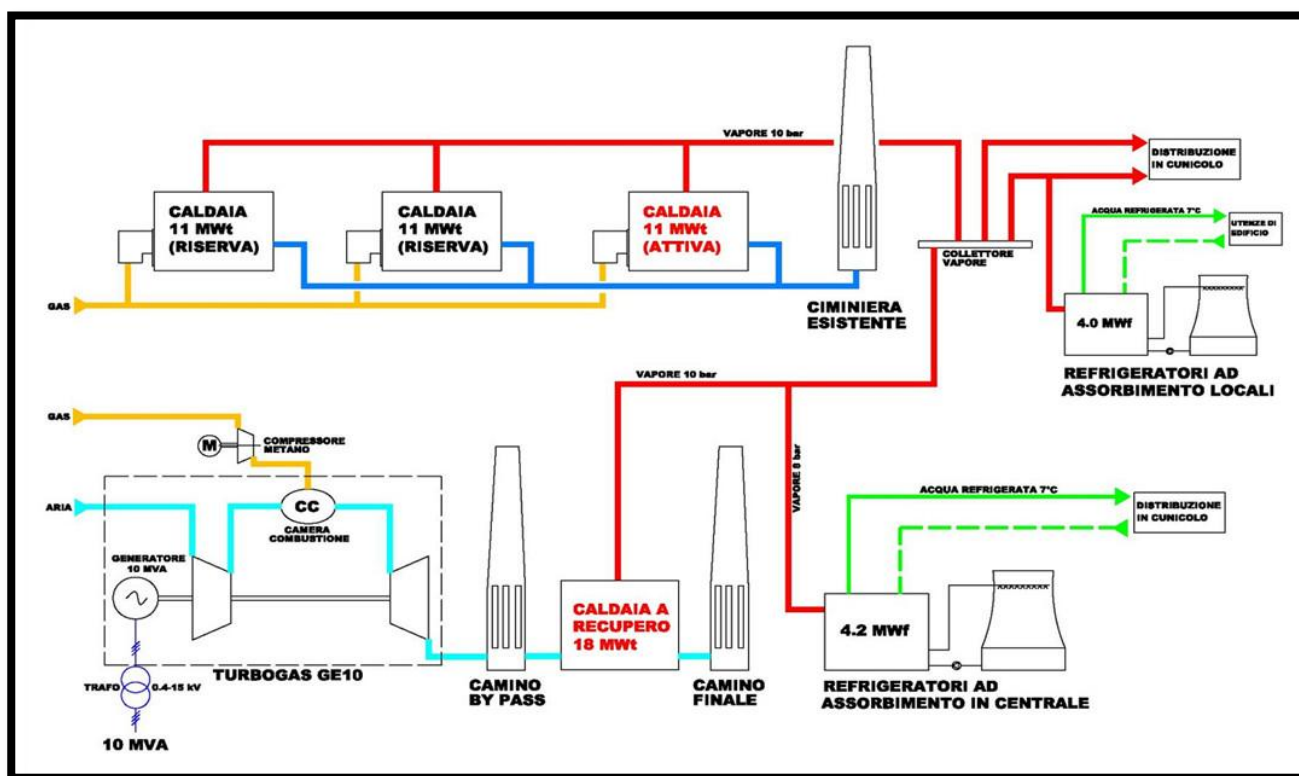


Figura 4: produzione energetica attuale e futura A.U.O. Careggi

con l'entrata in regime del trigeneratore la copertura di energia elettrica si attesterà al 11,1% prelevata dalla rete elettrica esterna e al 88,9% autoprodotta turbogas. Mentre per la copertura termica è previsto il 90,0% dal recupero da turbogas e 10,0% dall'integrazione caldaie.

1.2.5.1 Centrale frigo

Dettagli Gruppo Frigo	Marca	DELCHI	Marca	CLIMAVENETA
	Modello	PN 110	Modello	08.49.23.031
	Tipo	B099024 G 59	Tipo	WRAD/LN 602
	Potenza Frigorifera [kW]		Potenza Frigorifera [kW]	
	Potenza Assorbita [kW]	133 kW	Potenza Assorbita [kW]	60,5
	Osservazioni		Osservazioni	
Dettagli Sistema di Accumolo	TMO		EMATOLOGIA	
	Marca	FIORINI	Marca	NON RILEVABILE
	Modello		Modello	
	Dimensioni		Dimensioni	
	Volume Unità [l]	2000 c.a.	Volume Unità [l]	500 c.a.
	Fluido Contenuto		Fluido Contenuto	



1.2.5.2 Motori e pompe

Motori e pompe per i reparti per le attività del Trapianto del Midollo Osseo (TMO)

Tipologia applicazione	Modello	Potenza	Produttore	Funz. in alternanza	Tensione Alimentazione	Calsse	Note
PRIMARIO SCAMBIATORE	TK 50-162	0,37 kW	VERGANI	Si	380	B	pompa gemellare, Q=350/75 lt/min a prevalenza 1,6/5,1 mt
PRERISCALDO	TK 50-121	0,18 kW	VERGANI	No	380	B	pompa gemellare, Q=250/40 lt/min a prevalenza 2/4 mt
POST RISCALDO	NON RILEVABILE	0,75 kW	VERGANI	Si	380	N.D.	pompa gemellare, Q=500/100 lt/min a prevalenza 4,5/8 mt
CALDO/FREDDO FANCOILS	NON RILEVABILE	0,75 kW	VERGANI	Si	380	N.D.	pompa gemellare, Q=500/100 lt/min a prevalenza 4,5/8 mt
PRIMARIO REFRIGERATA	TK 80-171	1,5 CV	VERGANI	Si	380	IP 44	pompa gemellare, Q=800/200 lt/min a prevalenza 4,3/8,3 mt
REFRIGERATA UTA	TK 80-172 S	0,75 kW	VERGANI	Si	N.D.	N.D.	pompa gemellare, Q=800/175

							lt/min a prevalenza 2,9/6,85 mt
--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------

Motori e pompe per i reparti di Ematologia

Tipologia applicazione	Modello	Potenza	Produttore	Funz. in alternanza	Tensione Alimentazione	Classe	Note
REFRIGERATA UTA	ETHERMA 8-95-2	1,187 kW	EBARA	No	380	IP 44	
PRIMARIO REFRIGERATA	NON RILEVABILE	0,82 kW	VERGANI	N.D.	380	IP 44	n. 2 esemplari presenti
RICIRCOLO ACS + RICIRCOLO BOILER	NSB 25-20 B	89 W	SALMSON	No	220	IP 42	n. 2 esemplari presenti
RICIRCOLO ACS + RICIRCOLO BOILER	UP 20-45 N 150	115 W	GRUNDFOS	No	220	IP 42	n. 2 esemplari presenti
RICIRCOLO ACS TMO	UP 20-30 N 150	75 W	GRUNDFOS	No	220	IP 44	

1.2.5.3 Condizionatori autonomi

L'edificio è dotato di 31 apparecchi per la climatizzazione estiva e in alcuni casi invernale.

Riportiamo una lista delle informazioni recuperate sugli apparecchi in funzione:

Reparto/stanza	Note	Piano	n° Condizionatore	Marca	potenza frig. kW	potenza riscaldante kW	Liquido Refrigerante
Stanza Medici 30	INVERTER	0	1278	DAIKIN	3,5	4,2	R410
Ambulatorio 36	INVERTER	0	1279	DAIKIN	5	6	R410
Ambulatorio 048 b	INVERTER	0	1280	DAIKIN	5	6	R410
Ambulatorio 048 a	INVERTER	0	1281	DAIKIN	3,2	4,6	R410
Ambulatorio 038	INVERTER	0	1282	DAIKIN	3,2	4,6	R410
Ambulatorio 047 b	INVERTER	0	1283	DAIKIN	3,5	4,5	R410
Ambulatorio 047 a	INVERTER	0	1284	DAIKIN	5	6	R410
Accettazione	INVERTER	0	1275	DAIKIN	3,5	4,2	R410

Stanza Medici 32	INVERTER	0	1276	HITACHI	2,5	3,5	R410
Stanza Medici 31	INVERTER	0	1277	DAIKIN	2,5	3,5	R410
ATB	INVERTER	2	734	HITACHI	2,5	3,2	R410
1\4	INVERTER	2	735	DAIKIN	3,5	4,2	R410
st.medicine	INVERTER	2	736	HITACHI	2,5	3,2	R410
st.caposala	INVERTER	2	737	HITACHI	2,5	3,2	R410
cucina	INVERTER	2	738	RIELLO	2,5	3	R22
st.medici	INVERTER	2	739	HITACHI	2,5	3,2	R410
5\8	INVERTER	2	740	DAIKIN	3,5	4,2	R410
9\12	INVERTER	2	741	DAIKIN	3,5	4,2	R410
st.televisore	INVERTER	2	742	DAIKIN	3,5	4,2	R410
st.infermieri	NO INVERTER	2	743	HITACHI	2,5	3	R410
ST.RIUNIONE	INVERTER	0	1440	HITACHI	3,5	4,2	R410
AMB.	INVERTER	0	1441	HITACHI	2,5	3,2	R410
TOSS.PERINATA LE	INVERTER	0	1446	HITACHI	2,5	3,2	R410
ACCOGLIENZA E TERAPIA	INVERTER	0	1467	HITACHI	3,5	4,2	R410
ST.VISITE	INVERTER	0	1468	HITACHI	3,5	4,2	R410
ST.PRIMARIO	INVERTER	0	1469	HITACHI	2,5	3,2	R410
	INVERTER	0	1470	HITACHI	3,5	4,2	R410
CENTRO ANTIVELENI	INVERTER	0	1471	HITACHI	3,5	4,2	R410
PORTINERIA	INVERTER	0	1305	HITACHI	2,5	3	R22
ST.FRIGO	INVERTER	1	1478	LG	5	6	R410
SALA ASPETTO	INVERTER	0	1479	FUJI	3,5	4,6	R410

1.2.6 Modalità di gestione degli impianti

Durante le fasi di indagine del presente pre audit è stato indicato che:

- le temperature negli ambienti non sono monitorate;
- non sono presenti valvole termostatiche, e la temperatura è regolata automaticamente attraverso la compensazione esterna;
- lo spegnimento notturno non è programmato, per la presenza di degenze;
- i termostati delle pompe per la circolazione del calore sono sempre attive causa degenze;
- i tempi di funzionamento della caldaia e delle pompe non sono regolati per i fine-settimana, essendo presenti degenze;
- i sistemi di condizionamento vengono spenti durante gli orari notturni;

- l'accensione giornaliera di riscaldamento, ventilazione, raffreddamento ecc. non viene effettuata secondo una scansione temporale graduale: UTA sempre accese per le degenze;
- l'accensione giornaliera di riscaldamento, ventilazione, raffreddamento ecc. viene effettuata da sistemi automatici tramite termostati ambiente e compensazione esterna;
- non esistono strumenti di misura per monitorare i consumi delle diverse fonti energetiche (contatori gas, elettrici, carburante, ecc), oltre a quelli installati dal distributore sul punto di consegna;
- non sono presenti sistemi di monitoraggio e/o telecontrollo;

Dati relativi ai consumi termici

La struttura si trova, secondo la ex legge n.373/76, nella **zona climatica D** con gradi giorno di riferimento, secondo il DPR 412/93, pari a **1.821**.

Per la qualità dei dati e l'impossibilità di mettere in atto una campagna di misura, non è possibile svolgere per i consumi termici una analisi dettagliata, saranno quindi forniti solo dati generali.

Nell'anno 2011 la struttura di Careggi ha consumato un totale di **5.639.027 sm³** di gas naturale che corrispondono a **54.281,28 MWh annui lordi**.

Si dispone dei consumi mensili della struttura che hanno l'andamento mostrato in Figura 5

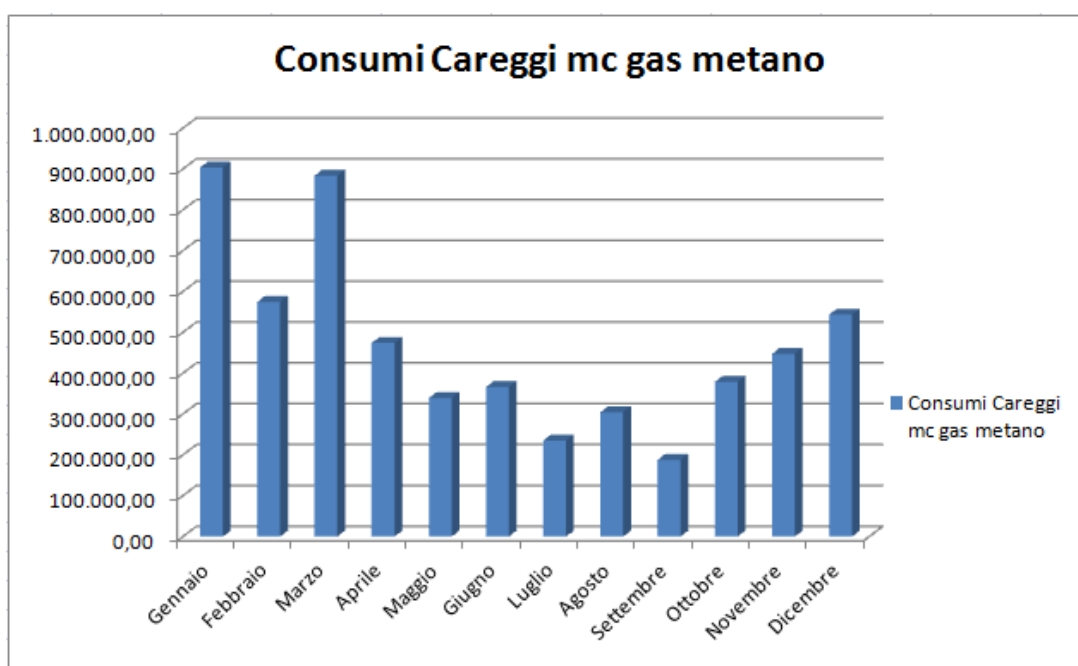


Figura 5: Consumi di gas naturale espressi in mc

Dati relativi ai consumi elettrici

L'Ente si rifornisce di energia elettrica tramite le gare europee indette dalla società Consortile Energia Toscana, quale centrale di committenza.

La fornitura elettrica ha le seguenti caratteristiche:

- *POD*: IT001E00027415
- *Tensione*: 15.000V
- *Tipologia d'Uso*: MTAU
- *Tipologia di Contatore*: GME

Per la struttura si dispone dei consumi di energia elettrica per l'anno 2011 suddivisi in fasce di consumo con dettaglio mensile (fonte ALPIQ spa).

Mese	Fascia F1	Fascia F2	Fascia F3	Parziale
Gennaio	92.927	63.000	125.104	281.031
Febbraio	96.596	65.171	101.042	262.809
Marzo	110.353	71.819	111.806	293.977
Aprile	88.969	65.948	107.167	262.084
Maggio	107.280	70.790	111.180	289.250
Giugno	147.010	96.170	160.752	403.932
Luglio	151.600	108.570	174.798	434.969
Agosto	161.388	104.128	173.556	439.072
Settembre	140.762	90.892	141.482	373.137
Ottobre	87.461	61.925	99.370	248.755
Novembre	70.142	47.097	79.687	196.926
Dicembre	68.217	51.567	89.462	209.246
Totale	1.322.705	897.077	1.475.407	3.695.189

Tabella 1: Ripartizione in fasce di consumo dei prelievi di energia elettrica della struttura

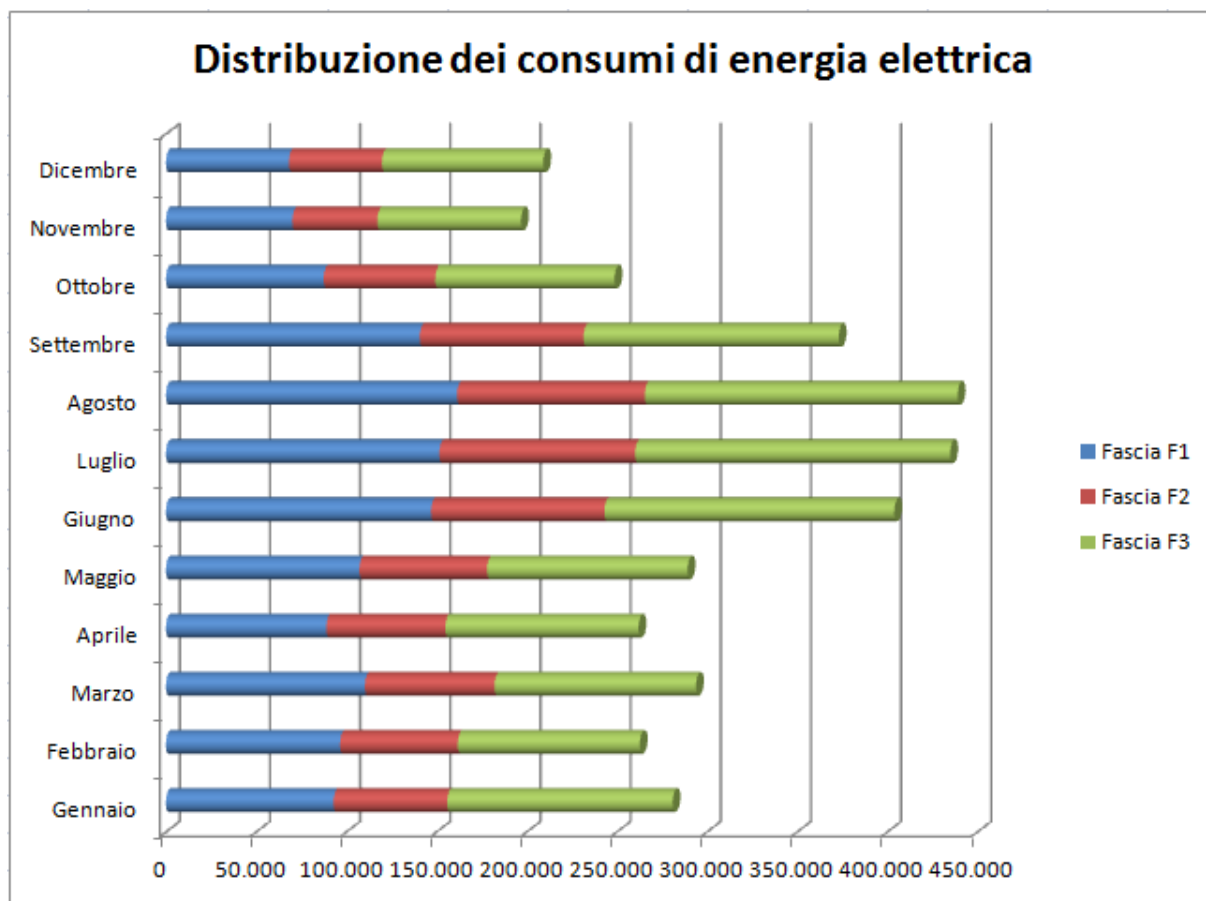


Figura 6: Ripartizione in fasce dei consumi annuali

Dal trend dei consumi mensili riportati in Figura 5, si nota come, soprattutto nei mesi estivi, il consumo sia soggetto alle condizioni di temperature esterne e ne risulti evidente l'azione delle unità di climatizzazione. Ciò è ancora più evidente guardando la massima potenza prelevata in ciascun mese dell'anno 2011 (Tabella 2)

Mese	P Max (kW)
Gennaio	473,4
Febbraio	481,2
Marzo	561,1
Aprile	504,8
Maggio	867,2
Giugno	908,9
Luglio	999,5
Agosto	900,5
Settembre	753,7
Ottobre	537,8
Novembre	330,8
Dicembre	342,5

Tabella 2: Analisi delle potenze impegnate 2011

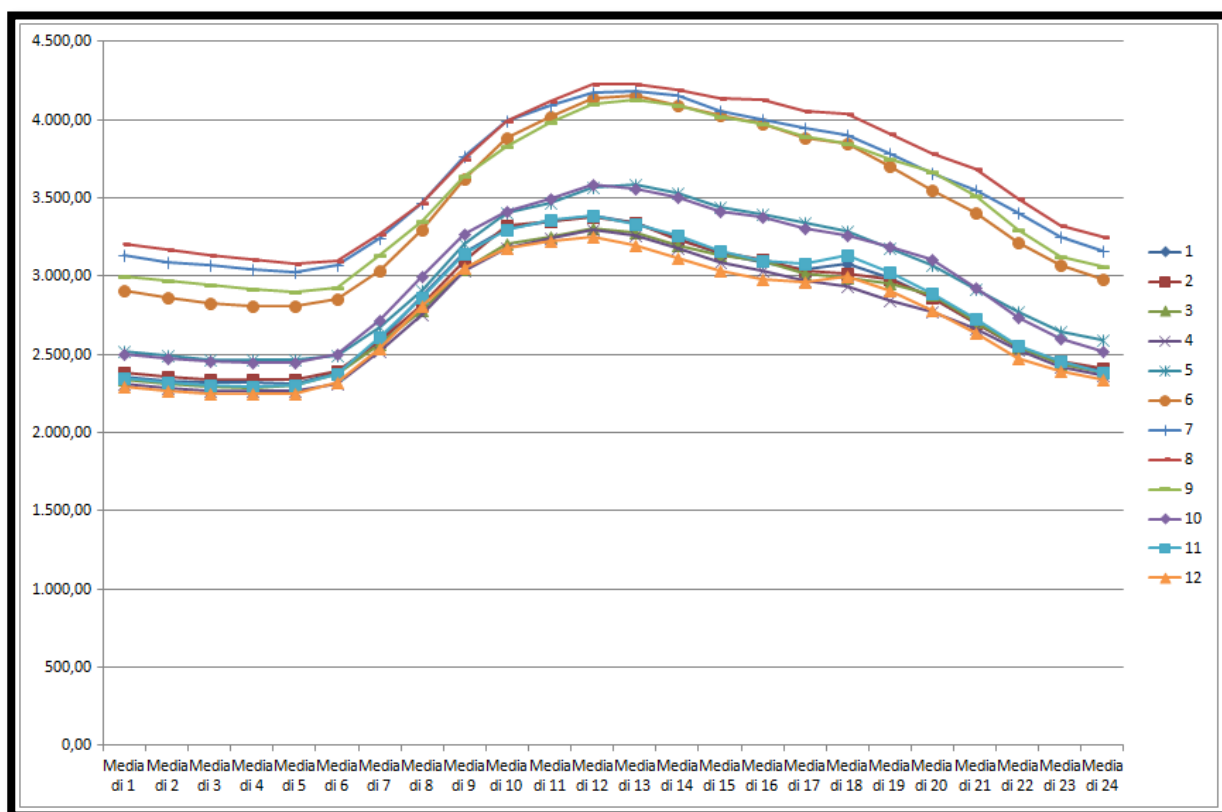


Figura 7: Prelievi medi orari giorno Feriale

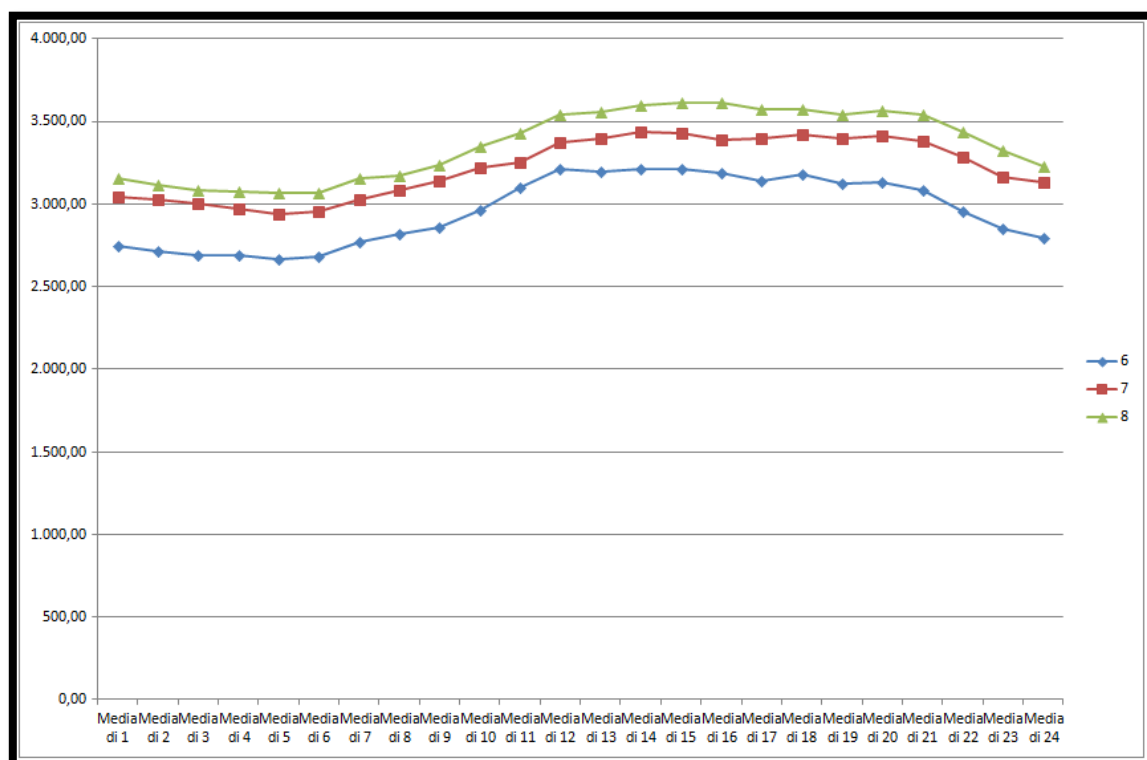


Figura 8: Prelievi medi orari per un giorno Festivo Estivo

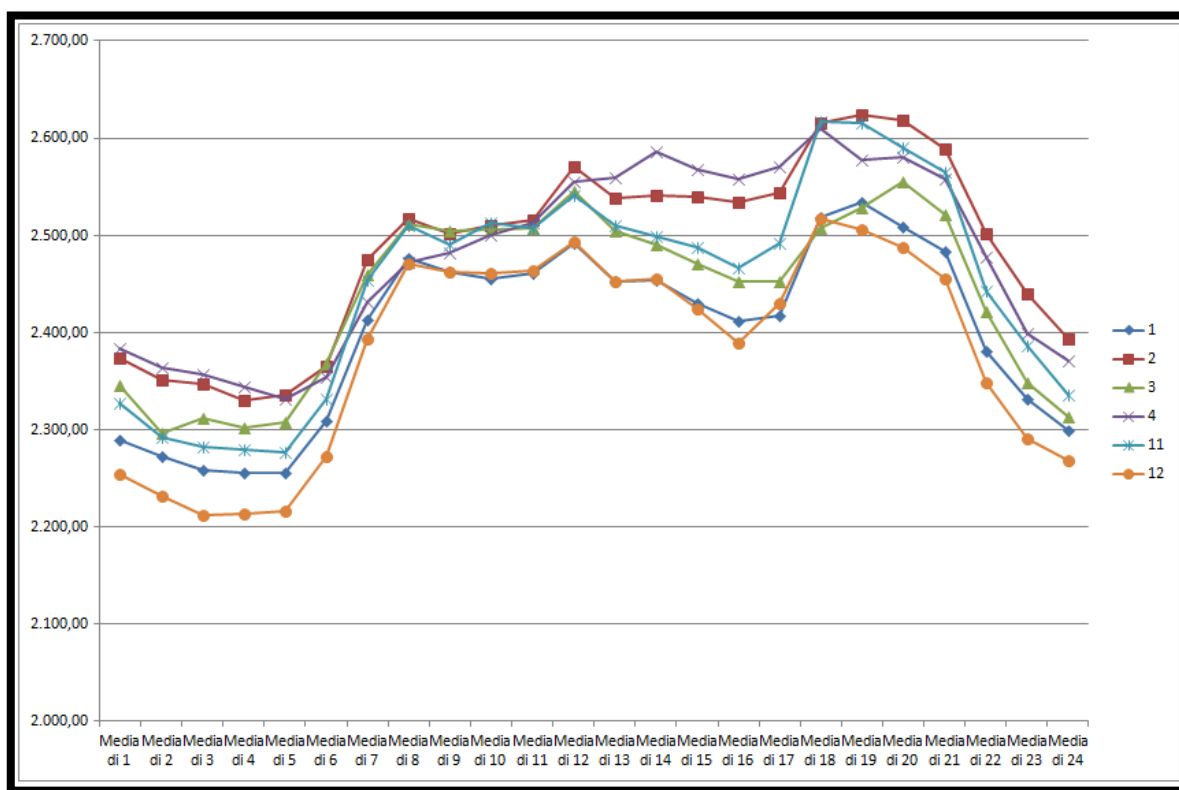


Figura 9: Prelievi medi orari per un giorno Festivo Invernale

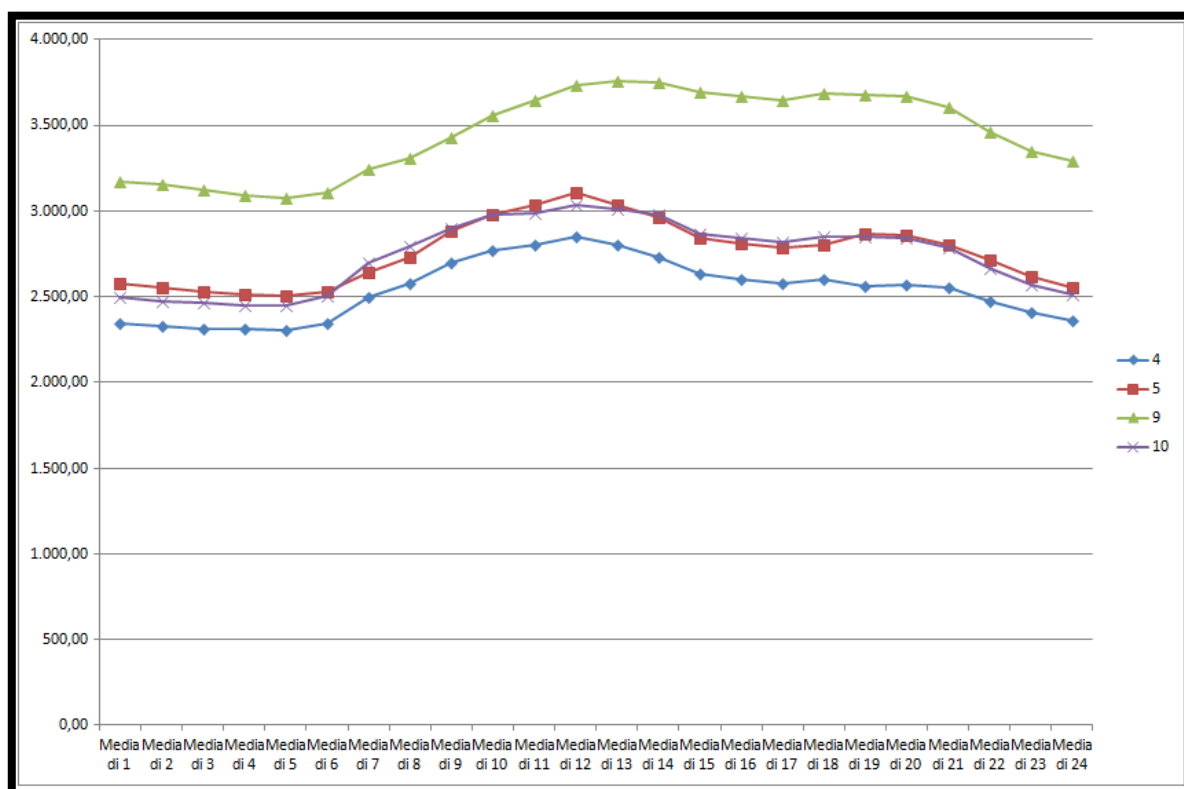


Figura 10: Prelievi medi orari per un Sabato intermedio

Si può terminare osservando infine che, per qualsiasi mese, i consumi di base (in altre parole quelli fissi) rappresentano circa il 50% dei consumi totali; questo è un punto molto importante su cui andare a improntare un'analisi approfondita per il risparmio energetico, perché limare i consumi che sono presenti durante tutta la giornata è molto più vantaggioso rispetto che agire su quelli a più forte caratterizzazione oraria.

In definitiva si può concludere riportando il dato di consumo annuale, per l'anno 2011 la struttura ha consumato 3.695.190 kWh.

1.2.7 Rilievi e monitoraggi effettuati

L'attività sul campo si è distinta nella raccolta dei dati mancanti necessari all'analisi ed all'osservazione dello stato della struttura non intraprendendo campagne di misura specifiche.

L'utilizzo della campagna di misura è attesa nella redazione dell'Audit Energetico e sarà uno dei termini fissati dalla gara dei servizi energetici.

1.3 Interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica

Saranno presentati nel seguito gli interventi proposti per il risparmio energetico, gli interventi saranno valutati sia dal punto di vista tecnico che economico, mostrando i vantaggi che si otterrebbero ed i tempi di pay back attualizzati.

1.3.1 Miglioramento gestione

Una gestione ottimale della struttura, con le condizioni attuali degli impianti, è molto difficile da realizzare, in quanto l'edificio non presenta alcun sistema di controllo automatico.

Il tutto è quindi demandato al personale operante all'interno della struttura.

Al momento del sopralluogo non sono state riscontrate situazioni anomale nell'utilizzo degli apparati elettrici.

Sarà però interessante, alla luce degli interventi proposti, inserire delle buone pratiche istruendo il personale sanitario.

1.3.2 Interventi sull'involucro

Come già esposto una analisi approfondita dell'involucro edilizio non è stata affrontata pienamente in quanto sarà oggetto dell'Audit vero e proprio.

1.3.3 Interventi sugli impianti termici

In assenza di una campagna di misure che permetta di monitorare le temperature dei vari ambienti dell'Edificio, non è possibile giudicare se il sistema di riscaldamento/climatizzazione sia eccessivo o meno.

Inoltre, in questa fase si è scelto di non valutare l'intervento di sostituzione delle caldaie/bruciatori con altri più efficienti in quanto, con la realizzazione del trigenerazione, la quasi totalità del calore necessario all'edificio sarà prodotto dal nuovo impianto.

Per una miglior gestione nell'utilizzo delle sorgenti di climatizzazione negli uffici e per evitare inutili dispersioni verso l'esterno, è possibile installare sistemi di comando che si attivano con l'apertura di porte o finestre. Attualmente sul mercato esistano sistemi cablati e sistemi radio, meno invasivi e di più facile installazione. Il kit radio permette la chiusura o apertura di un contatto (relè) tramite l'invio di un segnale da parte di un sensore magnetico attivato dall'apertura di finestre o porte. Il sensore posizionabile su finestre o porte invia un segnale radio che attiva il relè del ricevitore, permettendo la chiusura/apertura di un contatto sia in modalità pulsante che con ritenuta. Il sistema può funzionare sia per la segnalazione che per il comando diretto sull'unità. Naturalmente i risparmi energetici che ne deriverebbero sono direttamente legati al comportamento del personale dipendente.

Si è quindi preferito proporre degli interventi, che indipendentemente dalla gestione che si fa dell'impianto, portino comunque dei risparmi in termini di consumi ed economici.

1.3.4 Intervento sull'impianto ed utenze elettriche

Sono state effettuate considerazioni di risparmio energetico con la sostituzione delle lampade per l'illuminazione degli interni con particolare riguardo agli spazi adibiti al transito delle persone.

La struttura sanitaria è attualmente illuminata tramite le tipologie di lampade della Tabella 7

Desc.	tipo	Numero	Tipo	Caratteristica
Piano 0	corridoio ovest	12	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 0	Corridoio centro	2	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 0	Corridoio centro	20	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 0	Corridoio centro	7	1X36W	Plafoniera lineare
Piano 0	Corridoio est	9	1X36W	Plafoniera lineare
Piano 0	Scale	2	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 1	corridoio ovest	11	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 1	Corridoio centro	12	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 1	Corridoio est	11	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 1	Scale	2	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	corridoio ovest	18	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	Corridoio centro	12	1X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	Corridoio est	10	1X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	Scale	2	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	Scale	2	2X58W	Plafoniera lineare

Tabella 3.

Desc.	tipo	Numero	Tipo	Caratteristica
Piano 0	corridoio ovest	12	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 0	Corridoio centro	2	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 0	Corridoio centro	20	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 0	Corridoio centro	7	1X36W	Plafoniera lineare
Piano 0	Corridoio est	9	1X36W	Plafoniera lineare
Piano 0	Scale	2	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 1	corridoio ovest	11	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 1	Corridoio centro	12	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 1	Corridoio est	11	1X58W	Plafoniera lineare
Piano 1	Scale	2	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	corridoio ovest	18	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	Corridoio centro	12	1X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	Corridoio est	10	1X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	Scale	2	2X36W	Plafoniera lineare
Piano 2	Scale	2	2X58W	Plafoniera lineare

Tabella 3: Tipologie di lampade della San Luca Vecchio oggetto del censimento

Le tipologie di lampade maggiormente utilizzate sono i tubi fluorescenti T8: questa tipologia di lampade presenta il grande vantaggio di essere estremamente economica in fase di acquisto, ma

presenta limiti per quel che riguarda la regolazione dell'intensità luminosa ed un consumo di energia elettrica, durante il suo utilizzo, elevato rispetto ad altre tipologie più moderne, oggi in commercio.

Si ritiene quindi che le lampade attuali possono essere sostituite con profitto con dei **modelli di nuova generazione a LED, con modelli fluorescenti con consumi ridotti del 10% o con modelli fluorescenti a lunga durata.**

La sostituzione è consigliata nei corridoi per quelle tipologie presenti in numero maggiore come i tubi da 36W e 58W.

1.4 Valutazioni tecniche ed economiche degli interventi proposti

Per ciascuno degli interventi proposti sono stati valutati sia i vantaggi, in termini di miglioramento della struttura, sia quelli relativi all'aspetto di consumi ed economico.

Nel seguito saranno presentati uno ad uno.

Il tasso di interesse applicato per la valutazione degli investimenti è del 5% mentre il tasso di sconto per l'attualizzazione dei flussi di cassa è pari al 4,5%.

1.4.1 Valutazione della sostituzione delle lampade attuali

In seguito alle analisi di investimento considerate nel capitolo precedente è ora possibile fare delle considerazioni per andare a capire quale sia, tra quelli proposti, l'investimento che più è conveniente per la struttura.

Per la valutazione economica è stato necessario stimare le ore di funzionamento dei corpi illuminanti, ciò è stato effettuato nell'ipotesi di un utilizzo continuativo delle sorgenti luminose.

Si veda caso per caso.

1.4.1.1 Tubi da 36 W T8

I modelli valutati possono essere suddivisi in prima battuta in due categorie:

- Apparecchi a LED;

- Tubi fluorescenti di nuova generazione.

Gli apparecchi a LED rappresentano la nuova tecnologia che si sta affermando sul mercato dell'illuminazione. Questa però, può essere considerata una valida alternativa alle altre tecnologie in commercio solo se in presenza di un valido supporto tecnico alla scelta eventuale mediante la valutazione di casi specifici con software di progettazione e di simulazione illuminotecnica (es: DIALUX). Prima di intraprendere una scelta in tal senso sarebbe opportuno ottenere validi riscontri sull'effettiva durata degli apparecchi stessi e al decadimento in base alle condizioni di utilizzo. Questi fattori non possono essere trascurati, poiché parte del guadagno si ottiene proprio in funzione della lunga durata degli apparecchi.

Purtroppo, nel caso specifico non si hanno a disposizione le informazioni tecniche per la simulazione del funzionamento degli apparati a LED o i risultati delle prove sul campo per poter spingere la nostra analisi ad approfondire questa tipologia di intervento.

Ritenendo, in linea generale, gli apparecchi a LED una valida soluzione, necessaria di maggiore approfondimento, che invece potrà essere oggetto dell'Audit vero e proprio, in questa sede ne verrà proposto l'utilizzo come valida alternativa alle soluzioni scelte.



Figura 11: tubi lineari a LED T8

Le soluzioni rimaste sono quindi delle sostituzioni con tubi fluorescenti di ultima generazione (modelli ad alta efficienza energetica, modelli ad alta durata). In questo caso ci si trova di fronte ad una tecnologia consolidata, con affidabilità ormai testata; sotto il profilo economico l'investimenti risultano ambedue interessanti, quindi si possono tranquillamente adottare delle considerazioni di natura tecnica.

Si preferisce adottare il tubo fluorescente di nuova generazione a risparmio energetico, poiché coniuga sia i vantaggi di un minor consumo di energia elettrica, tema oggi molto attuale, sia i

vantaggi derivati dalle minori sostituzioni, rappresentando quindi una maggiore garanzia anche dal punto di vista economico.

Inoltre, il breve tempo di ritorno permetterebbe, in caso un rapido miglioramento della tecnologia LED, di pianificare una eventuale sostituzione senza andare ad inficiare la realizzazione di questo investimento.

In Tabella 4 ed in Figura 12 sono riassunti gli aspetti principali di questo investimento.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 2.088,00	€ 1.544,97	€ 9.925,03	3.154 kWh	0,59

Tabella 4: Resoconto dell'investimento in proprio sostituzione lampada da 36 W

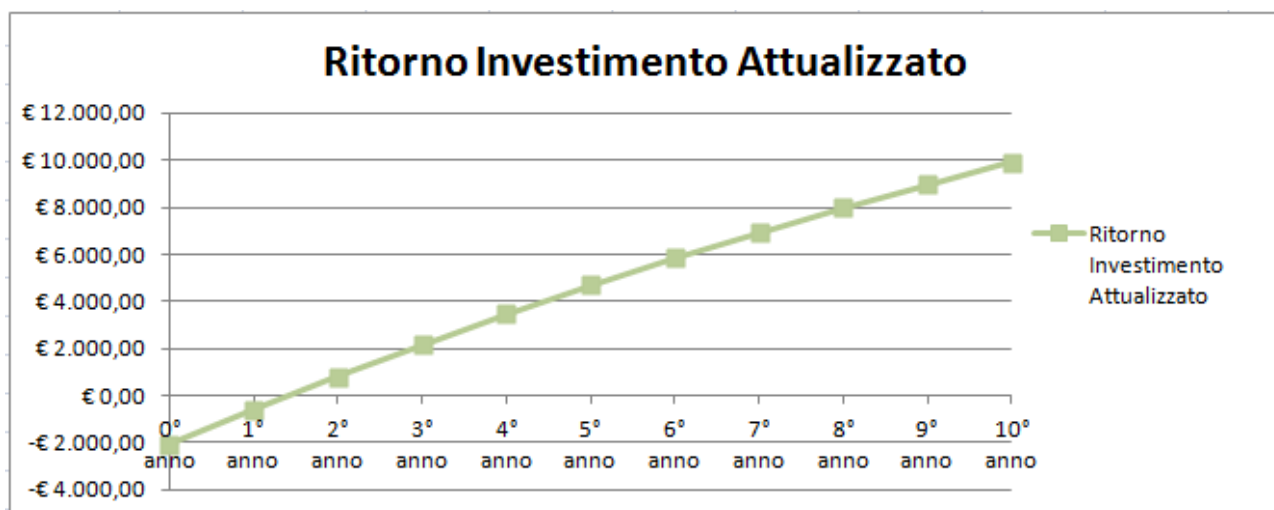


Figura 12: Ritorno dell'investimento in proprio sostituzione lampada da 36 W attualizzato

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento,

Anno	CF	CFA
1	€ 1.274,57	€ 1.219,68
2	€ 1.274,57	€ 1.167,16
3	€ 1.274,57	€ 1.116,90
4	€ 1.274,57	€ 1.068,80
5	€ 1.274,57	€ 1.022,78
6	€ 1.214,41	€ 932,54
7	€ 1.214,41	€ 892,39
8	€ 1.214,41	€ 853,96

9	€ 1.214,41	€ 817,18
10	€ 1.214,41	€ 782,00
TOT	€ 12.444,90	€ 9.873,38

Tabella 5: Risultati investimento con finanziamento sostituzione lampada da 36 W

o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo con finanziamento al tasso di interesse annuo del 5%

Anno	CF	CFA
1	€ 667,36	€ 638,62
2	€ 667,36	€ 611,12
3	€ 667,36	€ 584,80
4	€ 667,36	€ 559,62
5	€ 667,36	€ 535,52
6	€ 607,21	€ 466,27
7	€ 607,21	€ 446,19
8	€ 607,21	€ 426,98
9	€ 607,21	€ 408,59
10	€ 607,21	€ 391,00
TOT	€ 6.372,83	€ 5.068,72

Tabella 6: Risultati investimento tramite terzi sostituzione lampada da 36W, punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura
€ 0,278	€ 607,21

Tabella 7: Resoconto investimento tramite terzi sostituzione lampada da 36 W, punto di vista dell'Ente

In alternativa viene valutato l'intervento LED, in Tabella 8 e Figura 13 sono riassunti gli aspetti principali di questo investimento.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 5.805,00	€ 3.237,99	€ 19.074,63	11.038 kWh	2,06

Tabella 8: Resoconto dell'investimento in proprio sostituzione lampada da 36 W

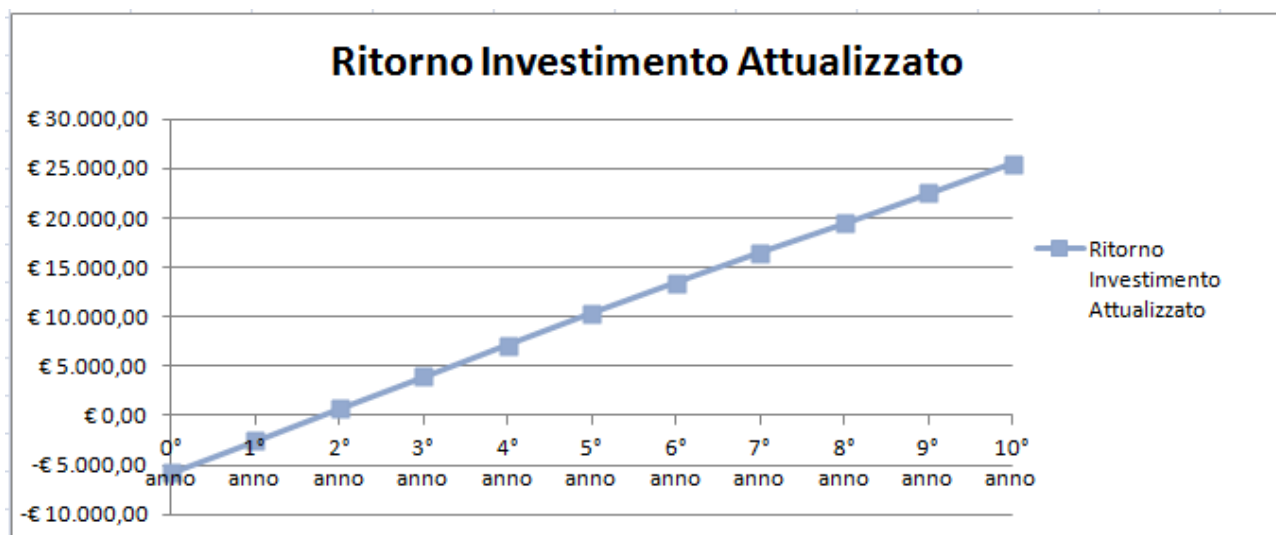


Figura 13: Ritorno dell'investimento in proprio sostituzione lampada da 36 W attualizzato

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento,

Anno	CF	CFA
1	€ 2.486,21	€ 2.379,15
2	€ 2.486,21	€ 2.276,70
3	€ 2.486,21	€ 2.178,66
4	€ 2.486,21	€ 2.084,84
5	€ 2.486,21	€ 1.995,06
6	€ 2.275,68	€ 1.747,49
7	€ 2.275,68	€ 1.672,24
8	€ 2.275,68	€ 1.600,23
9	€ 2.275,68	€ 1.531,32
10	€ 2.275,68	€ 1.465,37
TOT	€ 23.809,48	€ 18.931,06

Tabella 9: Risultati investimento con finanziamento sostituzione lampada da 36 W

o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo con un finanziamento a tasso di interesse del 5%

Anno	CF	CFA
1	€ 1.348,37	€ 1.290,31
2	€ 1.348,37	€ 1.234,74
3	€ 1.348,37	€ 1.181,57
4	€ 1.348,37	€ 1.130,69
5	€ 1.348,37	€ 1.082,00
6	€ 1.137,84	€ 873,74

7	€ 1.137,84	€ 836,12
8	€ 1.137,84	€ 800,11
9	€ 1.137,84	€ 765,66
10	€ 1.137,84	€ 732,69
TOT	€ 12.431,07	€ 9.927,64

Tabella 10: Risultati investimento tramite terzi sostituzione lampada da 36 W, punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura
€ 0,171	€ 1.137,84

Tabella 11: Resoconto investimento tramite terzi sostituzione lampada da 36 W, punto di vista dell'Ente

1.4.1.2 Tubi da 58 W T8

Anche per questa tipologia di lampade sono state fatte le stesse valutazioni delle precedenti. In Tabella 12 ed in Figura 14 sono riassunti gli aspetti principali di questo investimento.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 1.827,00	€ 1.707,53	€ 11.395,82	4.292 kWh	0,80

Tabella 12: Resoconto dell'investimento in proprio sostituzione lampada da 58 W

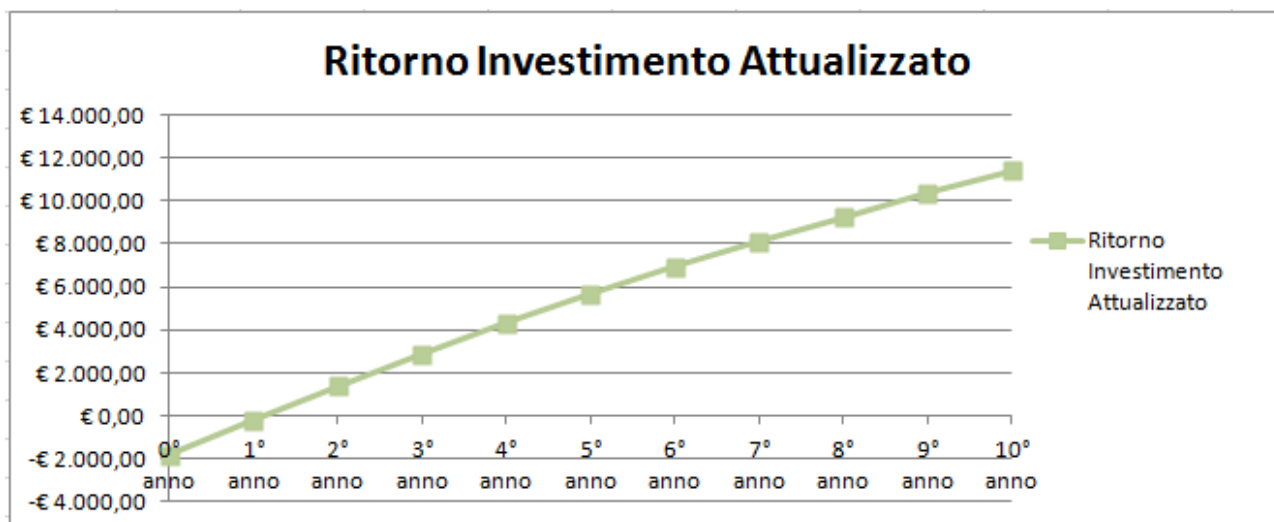


Figura 14: Ritorno dell'investimento in proprio sostituzione lampada da 58 W attualizzato

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento,

Anno	CF	CFA
1	€ 1.470,93	€ 1.407,59

2	€ 1.470,93	€ 1.346,97
3	€ 1.470,93	€ 1.288,97
4	€ 1.470,93	€ 1.233,46
5	€ 1.470,93	€ 1.180,35
6	€ 1.389,06	€ 1.066,65
7	€ 1.389,06	€ 1.020,72
8	€ 1.389,06	€ 976,76
9	€ 1.389,06	€ 934,70
10	€ 1.389,06	€ 894,45
TOT	€ 14.299,93	€ 11.350,63

Tabella 13: Risultati investimento con finanziamento sostituzione lampada da 58 W

o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo con finanziamento al tasso di interesse annuo del 5%

Anno	CF	CFA
1	€ 776,40	€ 742,97
2	€ 776,40	€ 710,97
3	€ 776,40	€ 680,36
4	€ 776,40	€ 651,06
5	€ 776,40	€ 623,02
6	€ 694,53	€ 533,33
7	€ 694,53	€ 510,36
8	€ 694,53	€ 488,38
9	€ 694,53	€ 467,35
10	€ 694,53	€ 447,23
TOT	€ 7.354,65	€ 5.855,03

Tabella 14: Risultati investimento tramite terzi sostituzione lampada da 58W, punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura
€ 0,217	€ 694,53

Tabella 15: Resoconto investimento tramite terzi sostituzione lampada da 58 W, punto di vista dell'Ente

In alternativa viene valutato l'intervento LED, in Tabella 16 e Figura 15 sono riassunti gli aspetti principali di questo investimento.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 5.355,00	€ 4.226,31	€ 26.850,52	18.396 kWh	3,44

Tabella 16: Resoconto dell'investimento in proprio lampada da 58 W

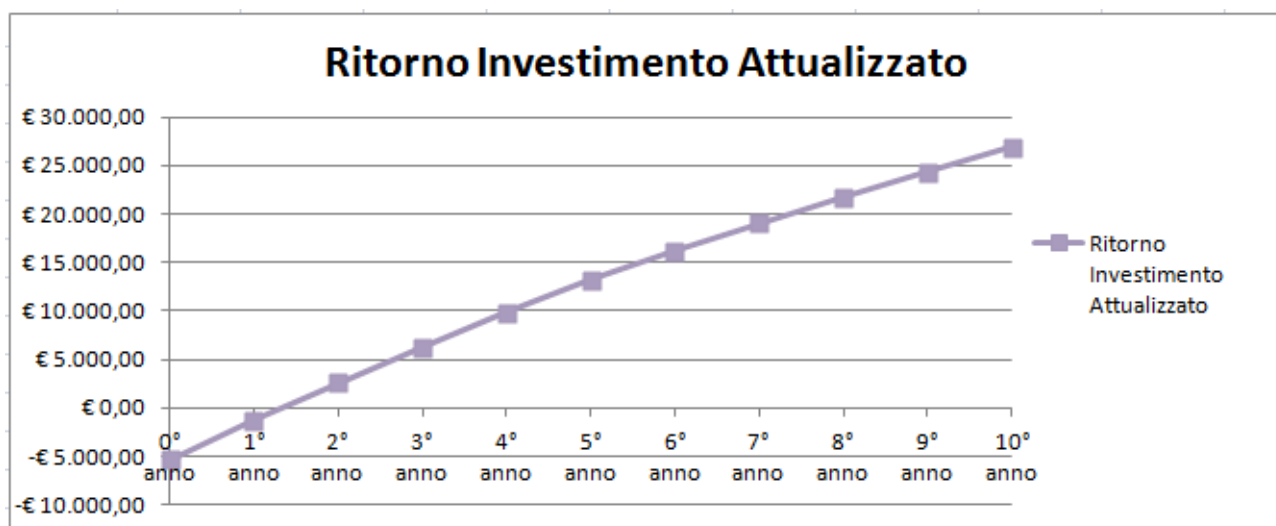


Figura 15: Ritorno dell'investimento in proprio lampada da 58 W attualizzato

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento,

Anno	CF	CFA
1	€ 3.532,81	€ 3.380,68
2	€ 3.532,81	€ 3.235,10
3	€ 3.532,81	€ 3.095,79
4	€ 3.532,81	€ 2.962,48
5	€ 3.532,81	€ 2.834,91
6	€ 3.181,93	€ 2.443,39
7	€ 3.181,93	€ 2.338,17
8	€ 3.181,93	€ 2.237,48
9	€ 3.181,93	€ 2.141,13
10	€ 3.181,93	€ 2.048,93
TOT	€ 33.573,70	€ 26.718,07

Tabella 17: Risultati investimento con finanziamento sostituzione lampada da 58 W

o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo con un finanziamento a tasso di interesse del 5%

Anno	CF	CFA
1	€ 1.941,85	€ 1.858,23
2	€ 1.941,85	€ 1.778,21
3	€ 1.941,85	€ 1.701,64
4	€ 1.941,85	€ 1.628,36
5	€ 1.941,85	€ 1.558,24
6	€ 1.590,96	€ 1.221,69

7	€ 1.590,96	€ 1.169,09
8	€ 1.590,96	€ 1.118,74
9	€ 1.590,96	€ 1.070,57
10	€ 1.590,96	€ 1.024,47
TOT	€ 17.664,06	€ 14.129,22

Tabella 18: Risultati investimento tramite terzi sostituzione lampada da 58 W, punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura
€ 0,124	€ 1.590,96

Tabella 19: Resoconto investimento tramite terzi sostituzione lampada da 58 W, punto di vista dell'Ente

1.4.2 Valutazioni finali

Completata la scelta della tipologia di investimenti da intraprendere, si ha la possibilità di tracciare il quadro generale del C.T.O. al termine dei lavori di ristrutturazione energetica proposti.

In Tabella 20 sono riassunti gli aspetti principali del totale degli interventi proposti.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Minor consumi annui
€ 3.907,00	€ 3.252,50	7.446 kWh

Tabella 20: Resoconto dell'investimento totale per il C.T.O.

Come si vede dai risultati ottenuti, gli investimenti proposti potrebbero portare risparmio alla struttura sanitaria infatti è possibile ipotizzare un **risparmio annuo di circa il 0,20% che potrebbe raggiungere il 0,80% se venisse scelto di utilizzare sorgenti luminose al LED**. Considerando poi che i tempi di realizzazione fisica degli investimenti proposti sono brevi, ci si trova di fronte ad una ottima opportunità per la struttura.

Inoltre con la realizzazione totale degli interventi si avrebbe una **diminuzione delle emissioni in atmosfera di CO₂ pari a 3,87 tonnellate anno**.

1.5 Contabilizzazione dei risparmi elettrici a consuntivo

Durante lo svolgimento del Servizio Energetico, l'aggiudicatario si dovrà dotare di opportuna strumentazione volta a identificare le condizioni di funzionamento in cui gli apparati di efficienza

energetica andranno ad operare. A tal proposito si suggerisce l'installazione di opportuni sensori e data logger.

Inoltre riteniamo che un utilizzo più consapevole degli apparati elettrici sia un traguardo necessario per il raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico.

1.5.1 Strumentazione di Quadro

La strumentazione di misura e di gestione energia scelta per la verifica del funzionamento di più linee separate di distribuzione di energia elettrica è prodotta dalla società SOCOMEC Elettrotecnica srl, con sede a S. Giuliano M.se (MI), modello DIRIS A40.

La centralina di misura permette il monitoraggio della distribuzione elettrica anche a distanza grazie al software di gestione.



Figura 16: DIRIS A40

Le caratteristiche della centralina vengono riassunte nella tabella sotto riportata e dettagliate nel datasheet allegato.

Correnti	- istantanei: I1, I2, I3, In, Isistema - medio / max medio: I1, I2, I3, In
Tensioni e frequenza	- istantanei: U1, U2, U3, U12, U23, U31, F, Vsistema, Usistema - medio / max medio: U1, U2, U3, U12, U23, U31, F
Potenze	- istantanei: 3P, ΣP, 3Q, ΣQ, 3S, ΣS - max medio: ΣP, ΣQ, ΣS - previste: (ΣP), (ΣQ), (ΣS)
Fattore di potenza	- istantanei: 3PF, ΣPF - medio / max medio: ΣPF

Temperatura (1)	- interna - esterna tramite 3 sonde PT100 Conteggio
Energia attiva	+/- kWh
Energia reattiva	+/- kvarh
Energia apparente	kVAh
Distorsione armonica	- Correnti: thd I1, thd I2, thd I3, thd In - Tensioni di fase: thd U1, thd U2, thd U3 - Tensioni concatenate: thd U12, thd U23, thd U31
Delle singole componenti fino al grado 63	- Correnti: HI1, HI2, HI3, HIn - Tensioni di fase: HU1, HU2, HU3, - Tensioni concatenate: HU12, HU23, HU31
Eventi	Allarmi su tutte le grandezze elettriche
Comunicazioni	-Analogiche 0/4- 20 mA -RS485 (JBUS/MODBUS e Profibus DP) -Ethernet (modbus TCP o Jbus/ Modbus RTU su TCP e Web server) -Ethernet con gateway RS485 Jbus/ -Modbus RTU su TCP

Tabella 21:Caratteristiche DIRIS A40

Il blocco di memoria permette l'acquisizione dei parametri storici di funzionamento della rete monitorata.

In alternativa al sistema di gestione con software è opportuno proporre l'installazione del più semplice blocco Ethernet Webserver integrato: la visualizzazione delle curve di carico, la diagnosi, la supervisione e la configurazione dei parametri principali della centralina è permessa attraverso qualsiasi browser internet indicando l'indirizzo IP del DIRIS.

1.5.2 Strumentazione per la verifica a campione di punti luce

La strumentazione scelta per la verifica a campione del funzionamento effettivo dei singoli punti luce è prodotta dalla società OBSET HOBO, con sede a Cape Cod, Massachusetts, leader mondiale nel campo della strumentazione elettronica di rilevamento e acquisizione dei parametri ambientali, modello 8K - UA-002-08.



Figura 17: Particolare UA-002

I sensori (intensità luminosa e temperatura ambiente) insieme al data logger, compongono un unico dispositivo di dimensioni ridotte che può trovare collocazione sotto la sorgente luminosa o all'altezza desiderata per la verifica delle condizioni illuminotecniche.

Il data logger è dotato di una batteria con durata annuale, variabile a seconda del passo di campionamento, e risulta tra i più economici in commercio.

Il sistema completo necessita della Base ottica in cui viene inserito il HOBO Pendant Temp/Light Logger e il software dedicato per la gestione/analisi dei campionamenti effettuati.

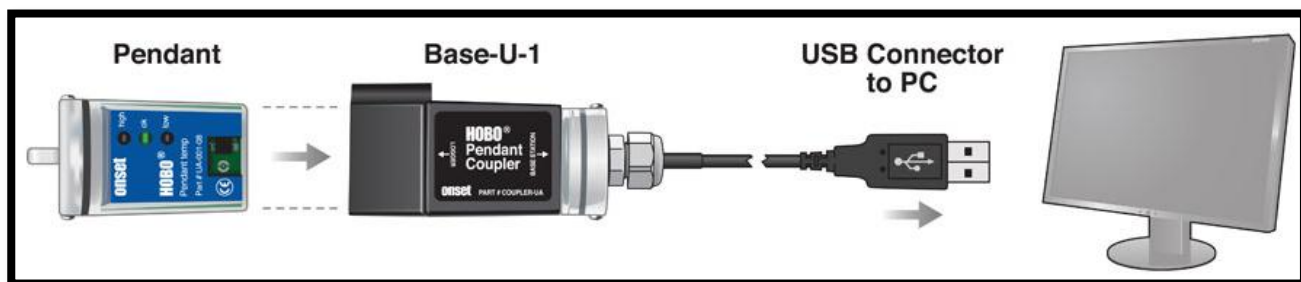


Figura 18: Particolare sistema acquisizione misura

Al momento il fornitore mette a disposizione due versioni del UA-002: 3,500 Samples (#UA-002-8K) ; 28,000 Samples (#UA-002-64K).

Le caratteristiche del sistema vengono riassunte nella tabella sotto riportata e dettagliate nel datasheet allegato.

Channels	(1) Internal Temperature Sensor (1) Light Sensor
-----------------	---

Data Storage Capacity	<u>UA-002-08</u> : 3,500 Temperature & Light Samples <u>UA-002-64</u> : 28,000 Temperature & Light Samples
Sampling Intervals	User-selectable, 1 second to 18 hours
Temperature Range	-20° to 70°C (-4° to 158°F)
Temperature Accuracy	±0.47°C (±0.85°F) at 25°C (77°F)
Temperature Resolution	0.10°C (0.18°F) at 25°C (77°F)
Temperature Response Time	<u>Airflow (1 m/s)</u> : 10 minutes, typical to 90% <u>Water</u> : 5 minutes, typical to 90%
Drift	Less than 0.1°C (0.2°F) per Year
Response Time	<u>Airflow (2 m/s)</u> : 10 Minutes, typical to 90% <u>Water</u> : 5 Minutes, typical to 90%
Light Range	0-30,000 lumens/ft ² (0 to 320,000 lux)
Light Intensity Accuracy	Designed for measurement of relative light levels,
Operating Range	<u>In Water/Ice</u> : -20°C to 50°C (-4°F to 122°F) <u>In Air</u> : -20°C to 70°C (-4°F to 158°F)
Time Accuracy	± 1 minute per month at 25°C (77°F)
Water Depth Rating	30 m from -20°C to 20°C (100 ft from -4°F to 68°F)
Battery	User Replaceable CR2032 Type Lithium Battery
Battery Life	1 Year Typical Use
Standards Compliance	CE
Weight	18 g (0.6oz)
Dimensions	58mm x 33mm x 23mm (2.3" x 1.3" x 0.9")

Tabella 22:Caratteristiche UA-002