

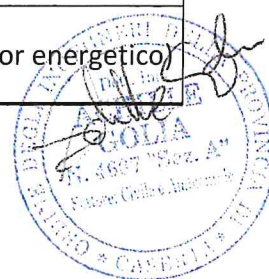
Comune di Carinaro (CE)

Scuola S. G. Bosco

DIAGNOSI ENERGETICA



Redatto	Collaborazione
Ing. Fulvio Trasacco (E.G.E.)	Ing. Achille Golia (auditor energetico)



INDICE

EXECUTIVE SUMMARY	7
DEFINIZIONI	10
ACRONIMI	11
1. INTRODUZIONE LEGISLATIVA E METODOLOGIA	12
1.1. SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	12
1.2. LEGISLAZIONE E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	13
1.3. OPPORTUNITÀ ED OBIETTIVI DELLA D.E.	14
1.4. METODOLOGIA UTILIZZATA	15
1.5. PERSONALE IMPIEGATO	16
1.6. RACCOLTA DEI DATI DISPONIBILI	16
1.7. VISITA IN SITU	17
1.8. ANALISI DEI DATI RACCOLTI E VALUTAZIONE DEI POSSIBILI INTERVENTI	18
1.9. UNITÀ DI MISURA E VALORI DI RIFERIMENTO ADOTTATI	19
1.10. ANALISI DELLE UTENZE ELETTRICHE-MODELLO ELETTRICO	21
2. INQUADRAMENTO DELL'EDIFICIO	27
2.1. CARATTERISTICHE GENERALI	27
3. CONSUMI ENERGETICI - PLESSO	29
3.1. ENERGIA ELETTRICA - PLESSO	29
3.2. GASOLIO - PLESSO	31
3.3. ENERGIA PRIMARIA - PLESSO	31
3.4. STATUS QUO - PLESSO	33
3.5. INDICE DI PRESTAZIONE GENERALE DI BASE - PLESSO	34
3.6. IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE - PLESSO	41
3.7. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE - PLESSO	46
3.7.1. IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS - PLESSO	49
3.8. SUPERFICI TRASPARENTI VERTICALI-PLESSO	51
3.9. SUPERFICI OPACHE VERTICALI – SCUOLA INFANZIA	55
3.10. SUPERFICIE OPACA ORIZZONTALE DI COPERTURA – SCUOLA INFANZIA	55
4. INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA SUGGERITI	56

4.1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO	56
4.2. ILLUMINAZIONE	58
4.3. ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA	61
4.4. ISOLAMENTO TERMICO DELLA MURATURA PERIMETRALE	63
4.5. SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI	65
5. “BUONE PRATICHE”	69
5.1. L’IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	70
5.1.1. VALVOLE TERMOSTATICHE E ISOLAMENTO PORZIONE PARETE RETRO RADIATORI	70
5.1.2. ELIMINARE LE OSTRUZIONI	71
5.2. L’IMPIANTO ELETTRICO	71
5.2.1. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	72
5.2.2. APPARECCHIATURE ELETTRICHE	72
6. ULTERIORI INTERVENTI	74
6.1. SISTEMA DI MONITORAGGIO	74
6.2. LAVAGGIO IMPIANTO RISCALDAMENTO	76
6.3. B.A.C.S.	77
6.3.1. DIMMER, SENSORI DI LUMINOSITA' E DI PRESENZA	78
6.3.2. TIMER	79
6.4. CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	79
7. CONCLUSIONI	80
ALLEGATI	83
A. ALLEGATO 2 al Dlgs. 102/14	84
B. ASSUNZIONI PER LA VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI	85
C. INCENTIVI AL RISPARMIO ENERGETICO: I TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA	87
D. PROFILI DI CARICO	a
7.1. ENERGIA ELETTRICA 2016	A
7.2. ENERGIA ELETTRICA 2017	E
7.3. CONFRONTO CONSUMI	H
E. ANALISI AMBIENTALE	a
F. ANALISI TERMOGRAFICA	a

INDICE DELLE FIGURE

Figura 0-1 Consumi totali di e.e. e di gas dell'edificio anno 2016.....	7
Figura 0-2 Incidenza dei consumi in TEP.....	8
Figura 1-1 Impianto normativo essenziale in tema di gestione energie.....	14
Figura 1-2 Anagrafiche impianti	26
Figura 1-3 Consumi carburante.....	26
Figura 3-1 Riepilogo consumi 2016 – 2017.....	29
Figura 3-2 Riepilogo consumi.....	30
Figura 3-3 Cos ϕ	31
Figura 3-4 Indici di prestazione generali - gasolio 2016	31
Figura 3-5 Incidenza dei consumi in TEP.....	32
Figura 3-6 Stemma Comune di Carinaro posto all'ingresso della scuola	33
Figura 3-7 Flusso energetico in TEP.....	40
Figura 3-8 Dettagli dell'illuminazione aule – Plafoniere con neon T8 36 W.....	43
Figura 3-9 Dettaglio illuminazione atrio scuola materna - Plafoniere con neon T8 36 W.....	44
Figura 3-10 Dettaglio plafoniera scuola elementare con neon 18 W x4	44
Figura 3-11 Valori indicativi dell'indice LENI con il metodo rapido secondo la UNI EN 15193.....	45
Figura 3-12 Fabbisogno energetico di illuminazione	45
Figura 3-13 Indici di prestazione energetica	46
Figura 3-14 Energia primaria e quote rinnovabili.....	46
Figura 3-15 Generatore di calore in centrale termica	47
Figura 3-16 Dettaglio delle pompe a servizio della scuola elementare	48
Figura 3-17 Dettaglio del riscaldamento della palestra	48
Figura 3-18 Dettaglio di un radiatore in alluminio	49
Figura 3-19 Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento.....	49
Figura 3-20 Boiler ACS	50
Figura 3-21 Dettaglio degli infissi in pvc scuola elementare.....	51
Figura 3-22 Dati geometrici e termici di un infisso in PVC tipo delle aule	52
Figura 3-23 Infissi scuola materna	53
Figura 3-24 Dati geometrici e termici di un infisso della scuola materna.....	54
Figura 3-25 Stratigrafia della muratura perimetrale.....	55
Figura 3-26 Stratigrafia e dati geometrici della superficie opaca orizzontale di un solaio tipo	55
Figura 4-1 Impianto su tetto e producibilità su base mensile	57
Figura 4-2 Indicatori economici e finanziari calcolati sull'installazione di un impianto PV.....	57
Figura 4-3 Indicatori economici e finanziari calcolati sull'installazione di un impianto PV.....	57
Figura 4-4 Indicatori economici e finanziari calcolati sull'installazione di un impianto PV.....	58
Figura 4-5 Indicatori economici e finanziari calcolati sulla sostituzione delle lampade	60
Figura 4-6 Indicatori economici e finanziari calcolati sulla sostituzione delle lampade	60
Figura 4-7 Indicatori economici e finanziari calcolati sulla sostituzione delle lampade	61
Figura 4-8 Stratigrafia dopo l'intervento suggerito.....	62

Figura 4-9 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della copertura – prezzi Regione Campania	62
Figura 4-10 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della copertura– prezzi Regione Campania	62
Figura 4-11 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della copertura– prezzi Regione Campania	63
Figura 4-12 Stratigrafia della muratura perimetrale dopo l'intervento con cappotto esterno	64
Figura 4-13 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della muratura perimetrale con cappotto esterno – prezzario Regione Campania.....	64
Figura 4-14 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della muratura perimetrale con cappotto esterno – prezzi Regione Campania.....	64
Figura 4-15 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della muratura perimetrale con cappotto esterno – prezzi Regione Campania.....	65
Figura 4-16 Caratteristiche geometriche e termiche infisso aule.....	66
Figura 4-17 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione degli infissi – prezzi Regione Campania	66
Figura 4-18 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione degli infissi – prezzi Regione Campania	67
Figura 4-19 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione degli infissi – prezzi Regione Campania	67
Figura 5-1 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione del generatore – prezzi di mercato	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 5-2 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione del generatore – prezzi di mercato	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 5-3 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione del generatore – prezzi di mercato	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 5-4 Evitare di lasciare le luci accese anche di giorno e quando non si utilizzano gli ambienti	72
Figura 5-5 Evitare di lasciare i pc accesi anche se assenti nella postazione	73
Figura 6-1 B.A.C.S.	77
Figura 6-2 B.A.C.S. per l'energia elettrica	78
Figura 6-3 B.A.C.S. per l'energia termica.....	78
Figura 6-4 Fabbisogno di energia primaria per climatizzazione estiva	79
Figura 7-1 Consumi totali di e.e. e di gas dell'edificio	80
Figura 7-2 Incidenza dei consumi in TEP.....	80
Figura D-1 Numero cliente su contatore P.O.D. dell'energia elettrica	a

INDICE DELLE EQUAZIONI

Equazione 1 Fattore di utilizzo	21
Equazione 2 Calcolo della potenza con il fattore di utilizzo	21
Equazione 3 Calcolo della potenza totale	22
Equazione 4 Fattore di contemporaneità	23
Equazione 5 Calcolo della potenza con il fattore di contemporaneità	23

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Consumi e indici di prestazione generali	8
--	---

Tabella 2 Consumi di gas e indici di prestazione generali.....	8
Tabella 3 Interventi ed indicatori	9
Tabella 4: Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici.....	19
Tabella 5 Relazione quantitative tra le unità di misura comunemente adottate	19
Tabella 6 Simbologia adottata.....	20
Tabella 7 Valori del fattore di utilizzo.....	22
Tabella 8 Valori del fattore di contemporaneità	24
Tabella 9 Tempo di funzionamento delle utilities.....	25
Tabella 10 Consumi e indici di prestazione generali	29
Tabella 11 Consumi analitici mensili divisi per fasce.....	30
Tabella 12: Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici.....	32
Tabella 13 TEP Consumati	32
Tabella 14 Fattori di normalizzazione per tener conto della forma degli edifici	34
Tabella 15 Fattori di normalizzazione per tener conto dell'orario di funzionamento	34
Tabella 16 Modello per il calcolo dello IEN_R per il riscaldamento scuola elementare	35
Tabella 17 Modello per il calcolo dello IEN_R per il riscaldamento scuola materna.....	36
Tabella 18 Modello per il calcolo dello IEN_E per consumo en. Elettrica scuola elementare	36
Tabella 19 Modello per il calcolo dello IEN_E per consumo en. Elettrica scuola materna.....	37
Tabella 20 Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento	37
Tabella 21 Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica	37
Tabella 22 Indici di Benchmark per edifici ad uso scolastico	39
Tabella 23 Consumi di gas e indici di prestazione generali.....	40
Tabella 24 Ubicazione, numero e potenza delle lampade.....	41
Tabella 25 Ubicazione, ore di funzionamento, numero, e potenza per tipologia delle lampade.....	42
Tabella 26 Consumo dell'illuminazione, incidenza e indice di prestazione specifico	42
Tabella 27 Ubicazione dei radiatori, potenza termica.....	48
Tabella 28 Fabbisogno di energia primaria di acs.....	50
Tabella 29 Consumo della sola ACSe, incidenza specifica e indice di prestazione specifico dei boiler elettrici	50
Tabella 30 Distribuzione infissi.....	51
Tabella 31 Anagrafica delle lampade oggetto di sostituzione con tecnologia LED.....	59
Tabella 32 Incidenza delle lampade sul consumo della scuola	60
Tabella 33 Interventi ed indicatori	82

EXECUTIVE SUMMARY

L' "*Audit di secondo livello*" relativo all'edificio della scuola dell'infanzia S.G. Bosco sito in via Manzoni a Carinaro (CE), è stato condotto valutando sia le prestazioni proprie del binomio strutture-impianti, sia le modalità di utilizzo e l'occupazione degli spazi interni, e considerando il plesso intero che prevede anche la scuola elementare come utilizzatrice dei vettori energetici. La presente analisi, si pone l'obiettivo di individuare e valutare le possibili riduzioni dei consumi della struttura, migliorandone all'interno la sensazione di comfort fornendo una adeguata valorizzazione energetica ed ambientale alla struttura. Oggetto della diagnosi energetica sono stati: gli impianti elettrici, gli impianti meccanici, gli impianti illuminotecnici e l'involucro.

A fronte dei dati raccolti nella fase di sopralluogo sono stati analizzati i fabbisogni energetici dell'intera struttura grazie ai quali valuteremo in seguito gli interventi volti all'efficientamento energetico dell'edificio.

È stato considerato il 2016 come anno di riferimento per la diagnosi energetica perché l'unico anno completo di cui si conoscono i consumi elettrici e termici.

Nel 2016, è risultato evidente un consumo rilevante della energia elettrica con particolare incidenza dell'illuminazione interna. Il consumo di gasolio è addotto esclusivamente alla climatizzazione invernale. Di seguito i consumi di energia elettrica e di gas, espressi anche in t.e.p..

			T E P
Energia Elettrica da rete	kWh _e	35.125	6,57
Energia Elettrica da PV	kWh _e	4.900	0,92
Gasolio	t	4,85	0,006

Figura 0-1 Consumi totali di e.e. e di gas dell'edificio anno 2016

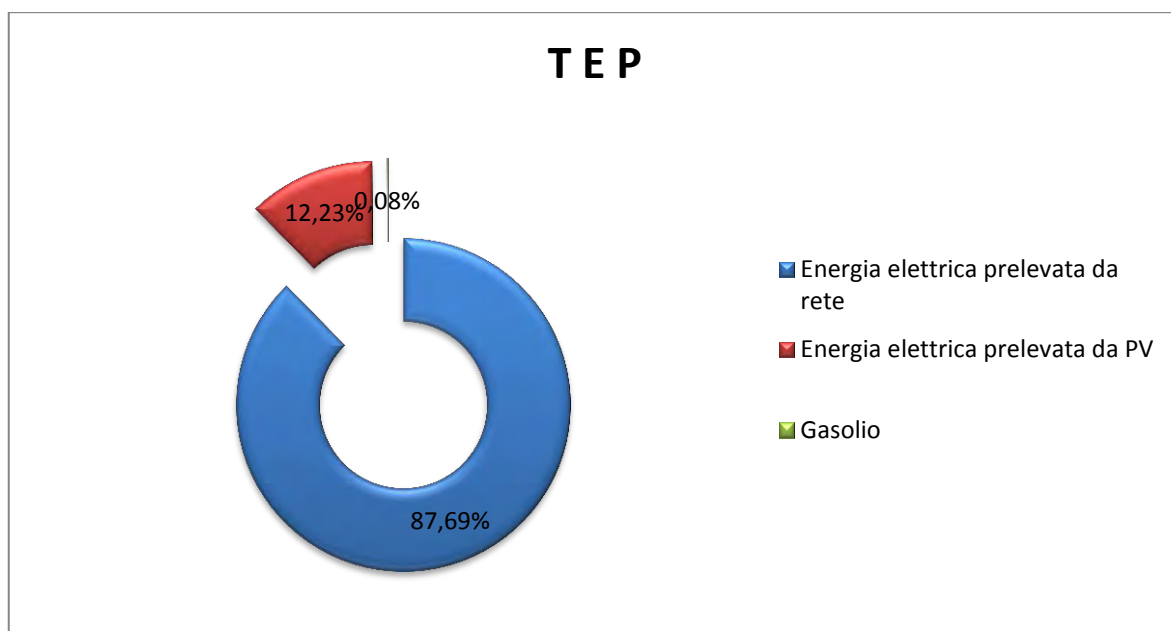


Figura 0-2 Incidenza dei consumi in TEP

ENERGIA ELETTRICA			lpg [kWh/m ²]	lpg [kWh/alunno]
	da rete	da PV (presunto)		
consumo totale anno 2016	35.125,00 kWh	4.900,00 kWh	14,163	60,560

Tabella 1 Consumi e indici di prestazione generali

GASOLIO		lpg [l/m ²]	lpg [kWh/m ²]	lpg [l/alunno]
consumo totale anno 2016	7.260,00 l	2,927	34,719	12,517

Tabella 2 Consumi di gas e indici di prestazione generali

Il presente report ha l'obiettivo di qualificare e quantificare i consumi di energia elettrica e termica afferenti all'intero edificio: sono state considerate tutte le voci di maggior peso riguardanti le utenze maggiormente energivore, tenendo conto in particolar modo dell'impatto che hanno i vettori energetici principali, quali energia elettrica ed energia termica. Inoltre, sono state identificate tutte le possibili attività di efficienza energetica e fonti rinnovabili da applicare, in maniera tale da minimizzare i consumi.

È stata effettuata una campagna di misurazioni con 3 sopralluoghi, 2 battute termografiche, delle superfici verticali opache e trasparenti. Sarebbe utilissimo avere un sistema di controllo

dei consumi che permetta un rapido check di tutti i consumi e funzionamenti, segnalando eventuali anomalie durante l'attività giornaliera.

In particolar modo, è da tener presente l'opportunità:

- di prelevare energia elettrica da una FER di taglia maggiore rispetto all'esistente;
- di efficientare l'illuminazione interna ed esterna;
- di ridurre le dispersioni termiche del solaio di copertura e delle superfici opache verticali;
- di ridurre le dispersioni termiche delle superfici verticali trasparenti;
- di ridurre i consumi elettrici e termici con sensori termostatici, ottici e fotometrici.

Come detto precedentemente, si consiglia sempre il monitoraggio dei consumi dei maggiori vettori energetici (elettrici e termici) tramite contatori dedicati e controllo da remoto per tutte le utenze, con particolare dettaglio verso i macchinari maggiormente energivori: questa attività permetterà di ricostruire le curve di carico dei vari azionamenti, diversificando i dati per mese dell'anno, con dettaglio delle condizioni operative e variabilità del regime di funzionamento di tutte le dotazioni sia elettriche che termiche.

La costruzione fattiva di un database dettagliato delle dotazioni elettriche e termiche può aiutare nella gestione sia a livello gestionale che manutentivo.

Gli interventi scelti, mirano a ridurre notevolmente i consumi elettrici oltre che fornirsi da fonte energetica alternativa; da calcoli effettuati alcuni di questi interventi sono apparentemente svantaggiosi in quanto gli indicatori economici sono alterati dalle stime dei costi di investimento che sono ovviamente frutto di calcoli dal tariffario regionale, come avviene per le PP.AA.. I calcoli sono stati effettuati sia con riferimento al prezzario regionale sia con studio del prezzo di mercato. Gli interventi si possono considerare singolarmente o globalmente; la possibilità di integrarli c'è, ovviamente, tenendo presente che la somma dei risparmi ottenibili non è aritmetica.

Si riporta di seguito uno specchietto riassuntivo degli interventi proposti con i rispettivi indicatori:

INTERVENTO	Investimento	FC	VAN	VAN/I	TIR	PBP	Risparmio annuo E.P. [MWh/a]	Risparmio annuo gasolio [ton]	Risparmio annuo T.E.P.
1 FOTOVOLTAICO	€ 45.000	€ 5.250	€ 20.702	-0,10	10	8,57	52,51	0,00	9,82
2 RELAMPING	€ 1.550	€ 110	€ 404	-0,45	1	14,09	1,04	0,00	0,08
4 COIB. COPERTURA PREZZI REGIONE CAMPANIA	€ 95.000	€ 830	€ 86.356	-0,93	-19	114,46	0,70	0,06	0,07
6 COIB. VERT. CAPPOTTO PREZZI REGIONE CAMPANIA	€ 30.150	€ 310	€ 26.922	-0,92	-18	97,26	0,26	0,02	0,03
8 SOSTITUZIONE INFISSI PREZZI REGIONE CAMPANIA	€ 25.600	€ 760	€ 17.685	-0,77	-9	33,68	0,65	0,05	0,07
10 SOSTITUZIONE CALDAIA - PREZZI MERCATO	15.000,00	€ 1.400	€ 4.164	-0,28	-1	10,71	1,30	0,11	0,13

Tabella 3 Interventi ed indicatori

DEFINIZIONI

Aspetto energetico		elemento delle attività, dei beni o dei servizi dell'organizzazione che possa influenzare l'uso o il consumo di energia;
Aspetto significativo	energetico	aspetto energetico che include una quota non trascurabile del consumo totale di energia e può incidere su uno o più degli aspetti seguenti: <ul style="list-style-type: none">• efficienza nell'uso dell'energia;• uso di energia rinnovabile disponibile in loco;• scambio con altri sistemi energetici non oggetto della DE.
Auditor		team che esegue la DE. Può essere formato da una o più persone; nel primo caso coincide con il REDE, altrimenti il REDE ne è il team leader.
Committente		persona fisica o giuridica per conto della quale viene realizzato il servizio, nella fattispecie Comune di Carinaro
Inventario Energetico		descrizione analitica della distribuzione dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico
Prestazione Energetica		risultati misurabili collegati all' efficienza energetica , all' uso dell'energia e al consumo di energia (termini in grassetto come definiti a loro volta nella norma ISO UNI EN 50001)
Referente della Diagnosi Energetica		esperto responsabile della realizzazione della diagnosi, o REDE .
Sistema Energetico		organizzazione, azienda, insieme tecnologico, organismo, cui si riferisce in quanto a generazione, gestione o controllo, la richiesta di energia oggetto della diagnosi energetica
Sistema di Gestione Energetica		set di elementi correlati o interagenti per stabilire una policy energetica e obiettivi energetici nonché processi e procedure per conseguire tali obiettivi.
Vettore Energetico		mezzo per fornire o produrre energia a livello locale.

ACRONIMI

ACS	Acqua Calda Sanitaria
BEP	Best Efficiency Point
CED	Centro Elaborazione Dati
COP	Coefficient of Performance
DE	Diagnosi Energetica
EGE	Esperto in Gestione Energetica
FE	Firma Energetica
IRR	Internal Rate of Return o Tasso Interno di Rendimento
kPIs	key Performance Indicators
LED	Light Emitting Diode
MT	Media Tensione
NPV	Net Present Value o Valore Attualizzato Netto
PDCA	Plan Do Check Act
SGE	Sistema di Gestione dell'Energia
UTA	Unità di Trattamento Aria
CTA	Centrale termica trattamento dell'aria
VSD	Variable Speed Drive
GG	Gradi Giorno
CDD	Cooling Degree Days
TEP	Tonnellata Equivalente di Petrolio
IPO	Indice Prestazionale Operativo
IPE	Indice Prestazionale Effettivo
Ipg	Indice di prestazione globale
Ipa_i	Indice di prestazione area funzionale i-sima
EnPI	Energy Performance Indicator
REDE	Referente Esperto della Diagnosi Energetica. L'Auditor può essere una sola persona, ed in tal caso coincide col REDE; se è un team, il REDE ne è il responsabile.

1. INTRODUZIONE LEGISLATIVA E METODOLOGIA

1.1. SCOPO DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

La presente diagnosi energetica ha lo scopo di effettuare uno studio degli edifici (dell'infanzia, elementare e palestra) della Scuola « San Giovanni Bosco » dal punto di vista energetico, tramite l'analisi dei flussi (o vettori) energetici impiegati e dei consumi rilevati.

La metodologia utilizzata prevede una prima fase di raccolta di dati preliminari relativi al sito oggetto di diagnosi energetica.

Dopo un inquadramento dei confini della diagnosi stessa e dei soggetti coinvolti, viene analizzato il sito, distinguendo i vari vettori energetici in riferimento alla destinazione d'uso e ai punti di raccolta energetici.

Vengono poi analizzate le infrastrutture tecnologiche che asservono le utenze energetiche del sito oggetto di diagnosi. L'analisi di ciascuna infrastruttura prevede la raccolta delle caratteristiche tecniche e operative di pertinenza, la definizione dei vettori energetici interessati e delle relative modalità di approvvigionamento. Nell'ambito di tale fase rientra l'analisi di eventuali centrali di produzione e/o trasformazione dell'energia al fine di analizzarne i rendimenti di conversione delle fonti energetiche.

Per ognuno dei flussi energetici interessati vengono quindi raccolti i dati di consumo complessivi del sito; l'analisi dei consumi si conclude con la valutazione di congruenza degli stessi.

I consumi ed eventuali produzioni delle varie aree vengono poi confrontati per individuare degli indicatori di performance energetica delle utenze principali, consentendo di individuare:

1. incidenza del consumo energetico della specifica area sul servizio fornito dal sito;
2. incidenza del consumo energetico della specifica area sul servizio fornito dalla singola area;
3. gap tecnologico rispetto alle “Best Available Techniques” (BATs).

Nella fase finale vengono analizzate le eventuali criticità individuate dal punto di vista delle prestazioni energetiche e, per ciascuna di esse, viene proposto un intervento di miglioramento. Per valutare la fattibilità tecnico-economica di ciascun intervento proposto, vengono infine quantificati e analizzati i principali parametri tecnici, economici e finanziari di interesse:

investimento richiesto, risparmi energetici ottenibili e i benefici economici conseguibili considerando eventuali incentivi.

1.2. LEGISLAZIONE E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Le principali leggi e decreti di riferimento circa la diagnosi energetica degli edifici sono di seguito riportate:

- **Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192** *“Attuazione della direttiva 2002/91/CEE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia”*;
- **Decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102-** *“Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE”*;
- **Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n. 311** *“Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CEE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia”*;
- **D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59** *“Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”*;
- **Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 115** *“Attuazione della Direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della Direttiva 93/76/CEE”*;
- **UNI CEI 11339** *“Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione”*.

Le principali norme tecniche utilizzate nei calcoli sono:

- **UNI TS 11300-1** per la *“determinazione di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale”*;
- **UNI TS 11300-2** per la *“determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”* ;
- **UNI TS 11300-4** *“utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”*;

- **UNI CEI/TR 11428:2011** "*Gestione dell'energia - Diagnosi energetiche - Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica*".
- **UNI CEI EN 15900:2010** "*Servizi di efficienza energetica - Definizioni e requisiti*".
- **UNI CEI EN 16247-1:2012** "*Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali*"
- **UNI CEI EN 16247-2:2014** "*Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici*"
- **UNI CEI EN ISO 50001:2011** "*Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso*"
- **UNI EN 15193** "*Prestazioni energetiche degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione*".

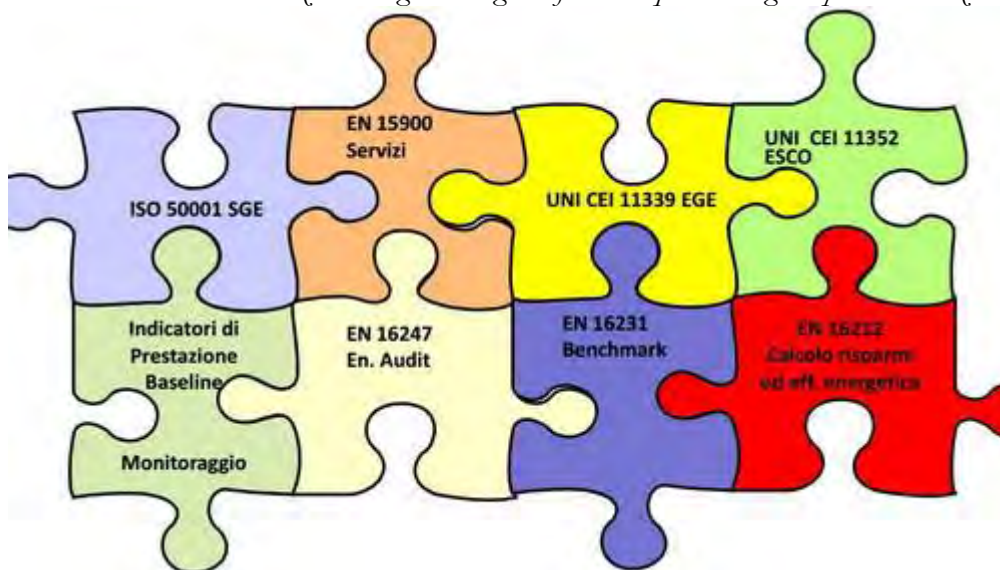


Figura 1-1 Impianto normativo essenziale in tema di gestione energie

1.3. OPPORTUNITÀ ED OBIETTIVI DELLA D.E.

Oltre a soddisfare adempimenti legislativi richiesti dal Dlgs 102/14, una diagnosi energetica consente di ottenere diversi benefici e, importante sottolinearlo, per ciascuna organizzazione possono selezionarsi le modalità più adeguate per cogliere il miglior risultato in termini di risultati in rapporto agli sforzi.

L'attività svolta si pone come scopo il raggiungimento di una conoscenza approfondita del comportamento energetico della realtà sottoposta ad esame al fine di individuare le più efficaci modifiche di tale comportamento per conseguire i seguenti obiettivi:

- miglioramento dell'efficienza energetica;
- riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici;
- miglioramento della sostenibilità ambientale;

- riqualificazione del sistema energetico.

La diagnosi energetica è stata intrapresa nell'intento di rendere disponibile una descrizione del sistema energetico, definendo i possibili interventi di miglioramento dell'efficienza e quantificandone i conseguenti risparmi.

In linea con quanto previsto dal rapporto tecnico UNI CEI/TR 11428 e dalla norma UNI CEI EN 16247-1 la procedura di Diagnosi Energetica (DE) che verrà applicata è caratterizzata dai requisiti di:

Completezza: tutti gli aspetti energetici significativi verranno presi in considerazione;

Attendibilità: i dati verranno acquisiti in numero e qualità sufficiente per lo sviluppo della DE; inoltre il team audit si è impegnato a verificarne la coerenza tramite misurazioni in sito;

Tracciabilità: i dati utilizzati per la DE verranno archiviati dal team audit in modo da tener traccia dell'origine dei dati e di eventuali elaborazioni e ipotesi di lavoro assunte;

Utilità: saranno identificati degli interventi di efficienza energetica che verranno valutati sotto il profilo costi/benefici;

Verificabilità: il team audit individuerà degli elementi che consentiranno di verificare i miglioramenti conseguiti nella sede oggetto della diagnosi energetica in seguito all'implementazione degli interventi proposti.

Il processo di diagnosi energetica inizia attraverso la messa a punto della struttura energetica organizzativa distinta per ogni vettore energetico che, attraverso un percorso strutturato a più livelli, consente poi di avere un quadro completo ed esaustivo della realtà.

1.4. METODOLOGIA UTILIZZATA

Lo studio d'efficienza energetica è stato sviluppato attraverso tre fasi principali:

- raccolta dei dati disponibili,
- esecuzione della visita in sito,
- analisi delle informazioni raccolte,
- identificazione degli interventi più significativi,
- e redazione del presente rapporto.

1.5. PERSONALE IMPIEGATO

La realizzazione della diagnosi energetica ha impegnato le seguenti risorse:

Team Audit	<ul style="list-style-type: none">▪ Referente e redattore della diagnosi energetica :<ul style="list-style-type: none">▪ Ing. Fulvio Trasacco EGE certificato UNI CEI 11339▪ Auditor : Ing. Achille Golia
Riferimenti comunali in situ	<ul style="list-style-type: none">▪ Geom: D. D'Ausilio▪ Arch: G. Petrarca

1.6. RACCOLTA DEI DATI DISPONIBILI

La raccolta dati avviene secondo due modalità:

- richiesta dei dati di consumo e dati planimetrici al dirigente ai LL.PP. del comune di Carinaro prima della visita in loco.

La finalità della check-list dei dati da raccogliere è duplice:

- da un lato consente allo Staff di avere una fotografia esaustiva e allo stesso tempo sintetica degli impianti e della struttura, molto utile ai fini di una corretta gestione energetica.
 - dall'altro lato consente al REDE di avere una panoramica completa dello stato energetico dell'organizzazione prima della visita in situ, con evidenti benefici in termini di maggiore conoscenza degli impianti e delle criticità su cui soffermare l'attenzione durante l'attività di "auditing". La check-list, inoltre, rappresenta la documentazione di input utilizzata per il calcolo delle opportunità d'efficienza energetica proposte nel seguito del rapporto.
- raccolta delle informazioni mancanti in sito.

La fase di raccolta dati ha permesso al REDE di ottenere, importanti informazioni concernenti dati storici relativi a:

- prezzi e costi correnti dei vettori energetici termici,
- altri dati economici rilevanti,

seppur complessive e riguardanti il plesso in toto, vista la presenza di un unico contatore elettrico e di un'unica caldaia per la climatizzazione invernale.

Durante lo svolgimento delle attività in situ, la fase di raccolta dei dati necessari all'elaborazione delle misure d'efficienza energetica è stata eseguita con attiva partecipazione da parte dei riferimenti del sito, che sono stati presenti durante le diverse visite nella struttura. La check-list di raccolta dati, consumi e planimetrie, è stata inviata al REDE prima della visita con un sufficiente grado di completezza.

1.7. VISITA IN SITU

Il team audit ha eseguito diverse visite presso la Scuola Statale “San Giovanni Bosco” di Carinaro.

Il Team auditor durante le visite era composto dalle seguenti persone:

- Ing. Fulvio Trasacco, Senior Energy Efficiency Expert e EGE (esperto in gestione dell'energia) secondo la norma UNI CEI EN 11339
- Ing. Achille Golia, Junior Energy Efficiency Expert

La composizione del team, la durata della visita e le attività di campo eseguite sono state pianificate al fine di raggiungere gli obiettivi sopra citati.

Il personale della scuola fin da subito ha mostrato la più ampia disponibilità, ed ha pertanto facilitato il regolare svolgimento delle attività previste.

Le riunioni tecniche e le discussioni tenute con il personale coinvolto della scuola hanno evidenziato personale poco preparato dal punto di vista tecnico e poco attento alle problematiche energetiche.

Il REDE è stato in grado di identificare:

- Principi generali di buona gestione che possono contribuire a migliorare lo standard d'efficienza energetica della scuola;
- Opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica tramite l'implementazione d'azioni a costo **d'investimento nullo o basso** fino ad azioni che richiedono un investimento rilevante, ma presentano un interessante tempo di ritorno dell'investimento;
- Azioni che come prima valutazione sembrano interessanti ma che richiedono ulteriori approfondimenti per verificarne la fattibilità tecnico-economica.

Durante le visite sono state eseguite alcune verifiche rivolte a misurazioni di interesse termico:

- battuta termografica. **ALLEGATO F**

Il REDE ha utilizzato un approccio “olistico”, valutando le prestazioni degli impianti e della struttura, analizzati nel loro insieme.

Particolare attenzione è stata dedicata all’individuazione d’azioni di miglioramento nelle seguenti aree: progettazione, tecnologie utilizzate, prestazioni e gestione operativa degli impianti.

- **Progettazione**- verifica generale dell’efficienza del sistema dal punto di vista progettuale, con particolare riguardo a possibili inefficienze legate a: interazioni tra le componenti del sistema, sfruttamento delle temperature interne nella produzione di energia termica.
- **Tecnologie**- studio dell’utilizzo di attrezzature specifiche volte a migliorare le prestazioni, quali ad esempio, materiali isolanti, sensori, termometri, flussimetri.
- **Prestazioni**- verifica qualitativa e quantitativa dell’efficienza dell’involucro
- **Gestione operativa**- verifica dell’attività di gestione supervisione e controllo dei principali sistemi, quali ad esempio: monitoraggio continuo dei parametri di efficienza degli impianti, analisi degli eventi, disponibilità delle risorse necessarie, sensibilizzazione e training del personale.

1.8. ANALISI DEI DATI RACCOLTI E VALUTAZIONE DEI POSSIBILI INTERVENTI

Le informazioni raccolte durante la visita in situ sono state attentamente analizzate dal REDE e sono state identificate azioni di miglioramento di efficienza energetica nel seguito proposte.

Per le azioni considerate più interessanti, sono state quindi sviluppate analisi tecniche ed economiche, comprensive di stime di costi riferiti al prezzario regionale e ai prezzi di mercato, al fine di effettuare una analisi comparata della fattibilità degli interventi.

Per ognuna di queste azioni sono chiarite le ragioni per cui il sistema potrebbe essere più efficiente, quali sono le azioni raccomandate per migliorare la situazione esistente e le soluzioni tecniche per implementarle.

E’ stata infine preparata una graduatoria della priorità di ciascun intervento sulla base del loro periodo di ritorno, del VAN e del TIR.

Sulla base dei parametri economico finanziari, il « Client » potrà applicare i propri criteri decisionali nella definizione delle misure da implementare e nella pianificazione del budget.

Il team, così come il REDE, sono da considerarsi esenti da responsabilità in merito alla correttezza e veridicità di tutti i dati e delle informazioni fornite dall'organizzazione ed incluse nel presente rapporto. Sono altresì da ritenersi esenti da eventuali sanzioni in caso di mancanza di dati necessari richiesti ma non forniti dall'organizzazione.

1.9. UNITÀ DI MISURA E VALORI DI RIFERIMENTO ADOTTATI

Nel presente documento tutti i vettori energetici considerati verranno riportati seguendo le unità di misura riportate nella Tabella 4. Ogni vettore è inoltre correlato con il fattore di conversione in tonnellate di petrolio equivalente (circolare Mise del 18 Dicembre 2014).

Vettore energetico	Unità di misura	Fattore di conversione in tep
Energia Elettrica	kWh	$0,187 \times 10^{-3}$
Gas naturale	Sm ³	PCI (kcal/kg) x 10^{-7}
Gasolio	Kg	PCI (kcal/kg) x 10^{-4}
GPL	Kg	PCI (kcal/kg) x 10^{-4}
Calore	kWht	$860/0,9 \times 10^{-7}$
Freddo	kWhf	$(1/EER) \times 0,187 \times 10^{-3}$

Tabella 4: Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

Sono state utilizzate unità di misura appartenenti al Sistema Internazionale:

- Unità di misura dell'**Energia**: **kWh** (utenze elettriche) e **kWht** (utenze termiche) o (in alternativa) **GJ**;
- Unità di misura della **Potenza**: **kW** (utenze elettriche) ed i **kWt** (utenze termiche).

Si riportano, di seguito, le relazioni quantitative tra le varie unità di misura più comunemente adottate:

Relazioni quantitative tra le varie unità di misura comunemente adottate
1 kcal = 4,187 kJ
1 tep = 41,9 GJ (10.000.000 kcal)
1 kWh = 3.600 kJ (860 kcal)
P.c.i. Metano = 9.420 kcal/Sm ³
P.c.i. Gasolio = 10.200 kcal/kg

Tabella 5 Relazione quantitative tra le unità di misura comunemente adottate

Le conversioni di unità di misura riguarderanno essenzialmente le grandezze ENERGIA e POTENZA: esse saranno espresse nelle seguenti unità precedentemente introdotte e definite:

- Energia elettrica: kWh, MWh e kJ
- Energia termica/frigorifera: kWh_t, MWh_t e kJ / kWh_f, MWh_f e kJ
- Potenza elettrica: kW e MW
- Potenza termica/frigorifera: kW_t e MW_t / kW_f e MW_f

Simbologia adottata
t = tonnellata
Nm ³ = normal ¹ metro cubo
Sm ³ = standard ² metro cubo
h = ora
d = giorno
sn = settimana
a = anno
tn = turno

Tabella 6 Simbologia adottata

Altri simboli utilizzati:

I_ePG = Indice **effettivo** di prestazione energetica generale: rapporto tra l'energia impiegata per fornire un servizio (scolastico) e la superficie utile o il numero di alunni presenti nella struttura. È calcolato sulla base dei consumi energetici dei diversi vettori (energia elettrica, gas naturale, ecc.) quantificati nelle fatture d'acquisto.

I_oPS = Indice **operativo** di prestazione energetica specifica: rapporto tra l'energia impiegata per fornire un servizio (scolastico) e la superficie utile ripartita per piano. È calcolato sulla base dei consumi energetici dei diversi vettori (energia elettrica, gas naturale, ecc.) ricostruiti sulla base dei dati di consumo raccolti opportunamente argomentati.

I_{ob}PS = Indice **obiettivo** di prestazione energetica specifica: indicatore della prestazione energetica che si vuole ottenere. In funzione del mandato del REDE può essere: media di settore, un riferimento di legge, un benchmark o il consumo precedente ridotto di una certa percentuale. Il dato può essere reperito dalla letteratura, da studi di mercato, da studi delle associazioni di categoria, da istituti di ricerca, da stazioni sperimentali, da atti di congressi, oppure può essere un riferimento normativo.

Il calcolo dei fabbisogni energetici di seguito riportati è stato fatto mediante l'ausilio di un software validato dal Comitato Termotecnico Italiano, secondo la normativa UNI EN ISO 13790-2008 e viene effettuato sulla base dei dati relativi all'edificio e all'impianto reale, come costruito; per le modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e dell'impianto si assumono valori convenzionali di riferimento. Questa valutazione è eseguita in regime di funzionamento continuo. Per la Diagnosi Energetica il calcolo viene effettuato sulla base di dati relativi all'edificio e all'impianto reale, come costruito; per le modalità di occupazione e di utilizzo

¹ Condizioni normali: temperatura = 0°C (273K); pressione = 1 atm (101,3 kPa)

² Condizioni standard: temperatura = 25°C (298K); pressione = 1 atm (101,3 kPa)

dell'edificio e dell'impianto si assumono valori effettivi di funzionamento. Questa valutazione è eseguita nelle condizioni effettive di intermittenza dell'impianto.

1.10. ANALISI DELLE UTENZE ELETTRICHE-MODELLO ELETTRICO

Per il calcolo degli assorbimenti delle varie utilities, si è tenuto conto delle potenze impegnate e dei tempi di occupazione della struttura, scalati per opportuni fattori correttivi in base al regime di funzionamento descritto dal personale di riferimento

Fattore di utilizzo

Si definisce il fattore di utilizzo il rapporto tra la potenza attiva assorbita nominale P_{an} che l'apparecchio richiede alla rete di alimentazione quando funziona secondo i dati di targa e la potenza P attiva assorbita durante il regime di funzionamento considerato:

$$fu = \frac{P}{P_{an}}$$

Equazione 1 Fattore di utilizzo

La conoscenza del fattore di utilizzazione relativo a un determinato regime di funzionamento consente di calcolare la potenza mediamente assorbita dall'utilizzatore in funzione di quella nominale:

$$P = fu \cdot P_{an}$$

Equazione 2 Calcolo della potenza con il fattore di utilizzo

A seconda del valore assunto da fu si possono avere le tre condizioni di carico seguenti:

- $fu < 1$ ($P < P_{an}$) quando il funzionamento avviene con carico ridotto
- $fu = 1$ ($P = P_{an}$) quando il funzionamento avviene con carico nominale

- $f_u > 1$ ($P > P_{an}$) quando il funzionamento avviene con carico superiore a quello nominale (sovraccarico)

I valori del fattore di utilizzazione da assumere nei calcoli possono essere determinati analiticamente oppure mediante apposite tabelle.

Nel primo caso deve essere noto il diagramma di carico dell'utilizzatore; in assenza di indicazioni precise sul regime di funzionamento del carico alimentato si ricorre a valori empirici dettati dall'esperienza, come quelli riportati in tabella

Tipo di utilizzatore	f.u.
Lampade	1
Motori da 0,5 a 2 kW	0,7
Motori da 2 a 10 kW	0,75
Motori oltre i 10 kW	0,8
Macchine utensili, trasportatori	0,6 - 0,8
Montacarichi e impianti di sollevamento	0,8 - 1
Pompe e ventilatori	1

Tabella 7 Valori del fattore di utilizzo

- **Fattore di contemporaneità**

Quando un circuito alimenta più utilizzatori occorre considerare che non sempre funzioneranno tutti contemporaneamente. La valutazione esatta della potenza totale assorbita richiede la conoscenza di tutte le combinazioni di carico possibili ed è alquanto difficoltosa, specialmente nel caso di molti utilizzatori con caratteristiche diverse.

La potenza media totale assorbita sarà in ogni caso minore (al limite uguale) della somma delle potenze dei singoli utilizzatori:

$$P_t = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) = \sum_{i=1}^n P_i$$

Equazione 3 Calcolo della potenza totale

Si tiene conto della riduzione della potenza introducendo un apposito coefficiente che lega la somma delle varie potenze a quella totale convenzionale.

Si definisce un fattore di contemporaneità f_c , pari al rapporto tra:

$$f_c = \frac{P_t}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Equazione 4 Fattore di contemporaneità

Stabilito il valore di f_c , si determina la potenza totale convenzionale con la relazione:

$$P_t = f_c \cdot \sum_{i=1}^n P_i$$

Equazione 5 Calcolo della potenza con il fattore di contemporaneità

I valori del fattore di contemporaneità da assumere nei calcoli possono essere dedotti nei seguenti modi:

- se è noto il regime di funzionamento dell'impianto e le combinazioni possibili dei vari carichi si possono attribuire a f_c i valori effettivi per i diversi gruppi di utilizzatori
- in mancanza di indicazioni precise si fa ricorso a valori empirici dettati dall'esperienza, come quelli riportati in tabella

Tipo di utilizzatore	Numero	f.c.
Motori da 0,5 a 2 kW	fino a 10	0,6
	fino a 20	0,5
	fino a 5	0,4
Motori da 2 a 10 kW	fino a 10	0,7
	fino a 50	0,45
Motori da 10 a 30 kW	fino a 5	0,8
	fino a 10	0,65
	fino a 50	0,5
Motori oltre i 30 kW	fino a 2	0,9
	fino a 5	0,7
	fino a 10	0,6
Raddrizzatori	fino a 10	0,8
Saldatrici elettriche	fino a 10	0,4
Montacarichi	fino a 4	0,75
	fino a 10	0,6
Illuminazione		0,8

Tabella 8 Valori del fattore di contemporaneità

Attraverso l'esperienza e le informazioni ricevute dalle interviste effettuate al personale che lavora nell'edificio, è stato considerato l'utilizzo:

UTILIZZO	ORE	GIORNI	SETTIMANE
Plafoniere	6-8	5	42
Boiler ACS	3	7	50
Accessori	1-3	5	42

Tabella 9 Tempo di funzionamento delle utilities

Nel caso della scuola San Giovanni Bosco, di seguito sono riportate con profondità di livello D le varie utenze, con i rispettivi carichi lavorativi e i consumi, con una copertura pari a circa il 98 %.

ANAGRAFICA ILLUMINAZIONE						
	punti luce	lampade	potenza[W]	consumo kWh/anno	INCIDENZA	lps [kWh/m ²]
esterno	19	26	2.304	6.822,00	46,30%	
materna	32	44	1.512	790,56	5,37%	1,93
elementare	142	519	10.439	6.723,54	45,63%	3,58
palestra	6	6	2.400	397,80	2,70%	2,09
P1 materna					0,00%	0,00

ANAGRAFICA ACCESSORI						
(PC, TV, STAMPANTI, ASCIUGAMANI, FRIGO)						
	n	potenza unitaria [W]	consumo kWh/anno	INCIDENZA	lps [kWh/m ²]	
materna	7	2	123	1,33%	0,30	
	1	10	88	0,95%	0,21	
	1	300	540	5,84%	1,32	
	1	400	144	1,56%	0,35	
elementare piano terra	10	300	1.350	14,61%	1,44	
	8	200	2.400	25,97%	2,55	
	6	200	324	3,51%	0,34	
	1	200	1.752	18,96%	1,86	
elementare piano primo	12	300	1.620	17,53%	1,72	
	1	70	10	0,11%	0,01	
	20	200	800	8,66%	0,85	
ascensore	1	9000	90	0,97%		

ANAGRAFICA BOILER ACS						
	n	capacità	potenza unitaria	consumo kWh/anno	INCIDENZA	lps [kWh/m ²]
materna	3	3 x 10l	1,2	3.780	42,86%	9,22
				0	0,00%	0,00
elementare PT	2	2 x 30l	1,2	2.520	28,57%	2,68
elementare P !	2	2 x 30l	1,2	2.520	28,57%	2,68

Figura 1-2 Anagrafiche impianti

CONSUMO CARBURANTE RISCALDAMENTO							
		quantità [l]	quantità [kg]	importo	quantità [l]	quantità [kg]	importo
2015	23-gen-15	1504	1253	1.467,70 €	8013	5876	8.185,93 €
	09-feb-15	2007	1688	2.117,71 €			
	23-feb-15	1002	845	1.098,84 €			
	12-mar-15	1001	830	1.097,74 €			
	26-nov-15	999		970,01 €			
	09-dic-15	1500	1260	1.433,93 €			
2016	11-gen-16	1500	1265	1.323,47 €	7262	4853	6.226,62 €
	26-gen-16	1258	1056	1.014,22 €			
	02-feb-16	1500	1266	1.290,46 €			
	18-feb-16	1500	1266	1.261,04 €			
	08-mar-16	1504		1.337,43 €			
	20-gen-17	1006	833	1.050,08 €			
2017	18-feb-17	1504	1233	1.579,08 €	5508	4540	5.760,41 €
	01-mar-17	1502	1244	1.580,64 €			
	20-mar-17	1496	1230	1.550,61 €			

Figura 1-3 Consumi carburante

2. INQUADRAMENTO DELL'EDIFICIO

2.1. CARATTERISTICHE GENERALI

Localizzazione geografica:

- ◆ Località: Carinaro;
- ◆ Zona climatica: C;
- ◆ Gradi giorno: 1099;
- ◆ Temperatura esterna di progetto: 0,3 °C.

Dati dell'immobile:

- ◆ Destinazione d'uso – plesso scolastico distribuito su diversi edifici così suddiviso:
 - Edificio scuola elementare e servizi di segreteria :
 - piano terra, aule, uffici di segreteria (940 mq circa di superficie utile riscaldata),
 - piano primo, aule (940 mq circa di superficie utile riscaldata),
 - Edificio scuola dell'infanzia
 - piano terra, aule e grande atrio (410 mq circa di superficie utile riscaldata),
 - piano primo, grande salone-ludoteca-sala proiezioni (non arredata e non dotata di impianti di riscaldamento) (75 mq circa di superficie utile),
 - Edificio Palestra (190 mq circa di superficie utile riscaldata),
 - Edificio sala riunioni
- ◆ Tipologia edilizia: edificio costituito da n. 1-2 piani fuori terra.
- ◆ Tipologia costruttiva: struttura in c.a., con compagnature in blocchi di lapillo e blocchi di laterizio forato oppure compagnature in blocchi squadrate di tufo.
- ◆ Presenza di locali non riscaldati facenti parte dell'edificio: sala riunioni e primo piano della scuola dell'infanzia.

Informazioni generali dell'impianto di climatizzazione e di produzione acs:

- ◆ Tipo di vettore energetico: **elettrico**
 - ◆ 7 scaldabagno ubicati nei vari bagni dei piani per la produzione di ACS e a servizio del solo bagno in cui è installato
- ◆ **e gasolio**
 - ◆ 1 generatore di calore ad acqua calda per riscaldamento del tipo a basamento ad aria soffiata ECOFLAM modello ECOMAX GASOLIO 21F della potenzialità termica nominale di 220,0 kW accoppiato ad un bruciatore di gasolio marca ECOFLAM modello MAIOR P25 AB
- ◆ Tipo di generatore: n. 1 del tipo a basamento ad aria soffiata accoppiato a bruciatore di gasolio.
- ◆ Tipo di impianto: centralizzato con divisione in settori (edifici e piani) nella centrale termica;
- ◆ Tipo di regolazione: climatica di centrale con interruttori on/off.
- ◆ Tipo di terminali di erogazione per la climatizzazione: radiatori in ghisa e radiatori in alluminio collegati al generatore situato nella centrale termica.

I radiatori sono così distribuiti:

 - ◆ piano terra edificio materna, elementi in ghisa di diverse dimensioni che forniscono una potenza di circa 33,9 kWt (con $\Delta T=50^{\circ}\text{C}$);
 - ◆ piano terra edificio scuola elementare, elementi in alluminio di diverse dimensioni che forniscono una potenza di circa 82,0 kWt (con $\Delta T=50^{\circ}\text{C}$);
 - ◆ I piano edificio scuola elementare, elementi in alluminio di diverse dimensioni che forniscono una potenza di circa 828,0 kWt (con $\Delta T=50^{\circ}\text{C}$);
 - ◆ palestra, 4 aerotermini marca Galletti che forniscono una potenza di circa 11,0 kWt (con $\Delta T=50^{\circ}\text{C}$);

3. CONSUMI ENERGETICI - PLESSO

I consumi e i costi energetici dell'edificio sono costituiti da:

- Energia elettrica in BT (380 V)
- Gasolio

Non sono presenti ulteriori consumi dovuti ad altri vettori energetici (combustibili, ecc.) attribuibili all'edificio oggetto di diagnosi energetica.

Di seguito è riportata una sintesi dei profili di carico dei vettori energetici.

In allegato D, i profili di carico completo del POD elettrico, con le analisi di tutti i parametri (kW, kWh, cos ϕ , kVarh) in tutte le fasce orarie.

3.1. ENERGIA ELETTRICA - PLESSO

Per l'energia elettrica, si farà riferimento ai consumi energetici fatturati nell'anno 2016.

ENERGIA ELETTRICA			lpg [kWh/m ²]	lpg [kWh/alunno]
	da rete	da PV (presunto)		
consumo totale anno 2016	35.125,00 kWh	4.900,00 kWh	14,163	60,560

Tabella 10 Consumi e indici di prestazione generali

Di seguito sono tabellati e raffigurati i profili dei consumi degli anni 2016, 2017 del POD presente.

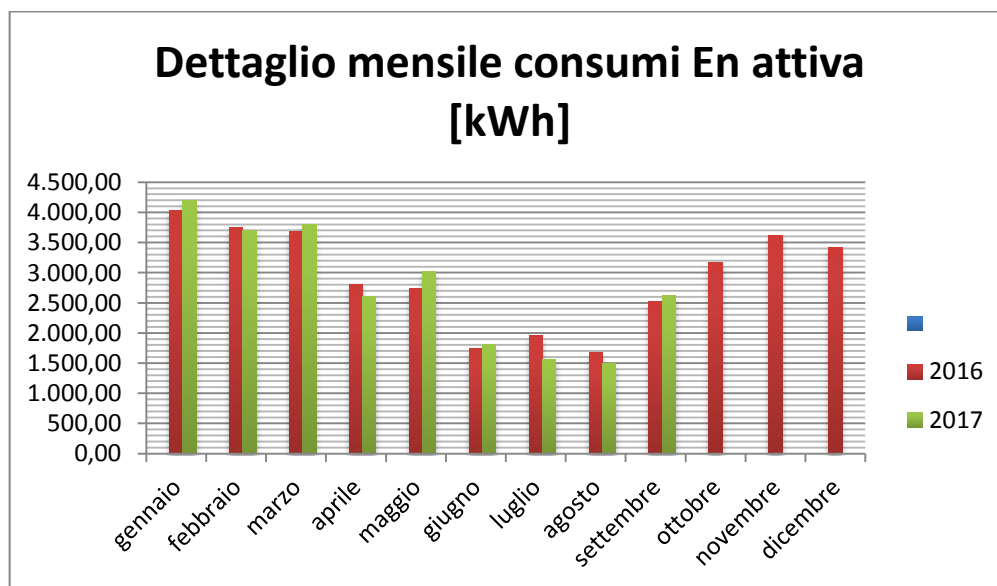


Figura 3-1 Riepilogo consumi 2016 – 2017

Nell'allegato D sono inoltre analizzati più approfonditamente anche i consumi relativi agli anni 2016 e 2017. Il costo medio dell'energia elettrica è di 0.242 €/kWh. I consumi sono costanti durante tutto l'anno fatta eccezione per i mesi di giugno, luglio ed agosto durante i quali le attività scolastiche sono sospese. È contrattualizzata una fornitura elettrica divisa per fasce, in cui prevale un consumo nella fascia F1, diurna, utilizzata in prevalenza dall'illuminazione (purtroppo anche di giorno soprattutto nella scuola elementare); per quanto riguarda invece le fasce F2 ed F3, si nota un consumo pressoché costante durante tutto l'anno 2016 e 2017. Per il POD della scuola, dalle bollette energetiche è stato analizzato anche il consumo della reattiva (quando disponibile) e il $\cos\phi$ rimane sempre maggiore del limite inferiore di 0,95 fissato per legge, e non comporta pagamenti di penali e/o problemi alle componenti elettriche ed elettroniche.

pod IT001E83769332 - BT - 380 V

periodo	Energia attiva kWh				Energia reattiva kWh				Cosφ parziali			
	F1	F2	F3	Totale	F1	F2	F3	Totale	F1	F2	F3	Cosφ
gen-16	2.477,00	683,00	878,000	4.038,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
feb-16	2.526,00	593,00	637,000	3.756,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
mar-16	2.416,00	568,00	693,000	3.677,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
apr-16	1.593,00	471,00	734,000	2.798,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
mag-16	1.658,00	410,00	669,000	2.737,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
giu-16	707,00	363,00	675,000	1.745,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
lug-16	849,00	371,00	741,000	1.961,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
ago-16	619,00	335,00	726,000	1.680,000	71,00	0,00	0,000	71,000	0,99	1,00	1,000	0,998
set-16	1.244,00	501,00	771,000	2.516,000	242,00	36,00	7,000	285,000	0,98	1,00	1,000	0,993
ott-16	1.953,00	515,00	698,000	3.166,000	191,00	37,00	9,000	237,000	1,00	1,00	1,000	0,998
nov-16	2.414,00	514,00	697,000	3.625,000	560,00	36,00	2,000	598,000	0,97	1,00	1,000	0,991
dic-16	2.033,00	568,00	825,000	3.426,000	497,00	50,00	12,000	559,000	0,97	1,00	1,000	0,989

Tabella 11 Consumi analitici mensili divisi per fasce.

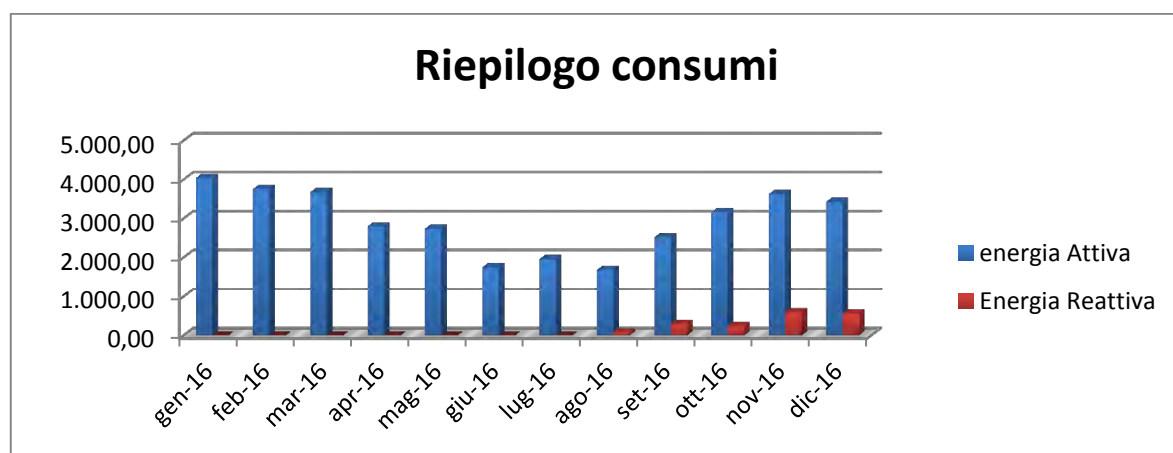


Figura 3-2 Riepilogo consumi

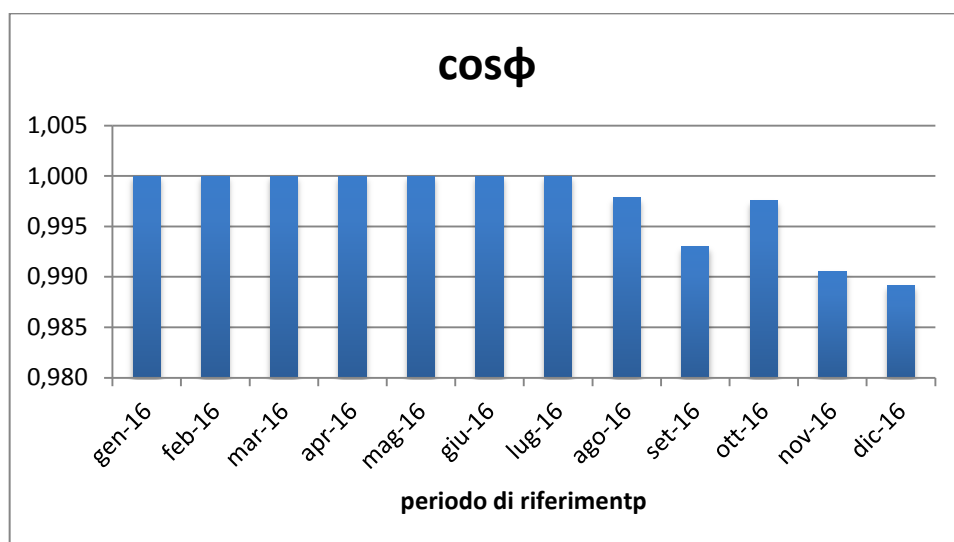


Figura 3-3 Cos φ

3.2. GASOLIO - PLESSO

Il consumo del gasolio è adducibile esclusivamente all'impianto di riscaldamento posto nel locale tecnico; il costo del gasolio è stato per l'anno 2016 mediamente di 1,17 € /l.

GASOLIO		lpg [l/m ²]	lpg [kWh/m ²]	lpg [l/alunno]
consumo totale anno 2016	7.260,00 l	2,927	34,719	12,517

Figura 3-4 Indici di prestazione generali - gasolio 2016

3.3. ENERGIA PRIMARIA - PLESSO

Per avere un quadro generale e una visione unitaria, considerando la stessa unità di misura, è opportuno convertire in TEP (tonnellata equivalente petrolio) utilizzando la sottoindicata tabella. La tabella seguente fotografa ad oggi i TEP che la struttura consuma per la sua attività.

Vettore energetico	Unità di misura	Fattore di conversione in tep
Energia Elettrica	kWh	$0,187 \times 10^{-3}$
Gas naturale	Sm ³	PCI (kcal/kg) x 10 ⁻⁷
Gasolio	Kg	PCI (kcal/kg) x 10 ⁻⁴
GPL	Kg	PCI (kcal/kg) x 10 ⁻⁴
Calore	kWh _t	$860/0,9 \times 10^{-7}$
Freddo	kWh _f	$(1/EER) \times 0,187 \times 10^{-3}$

Tabella 12: Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

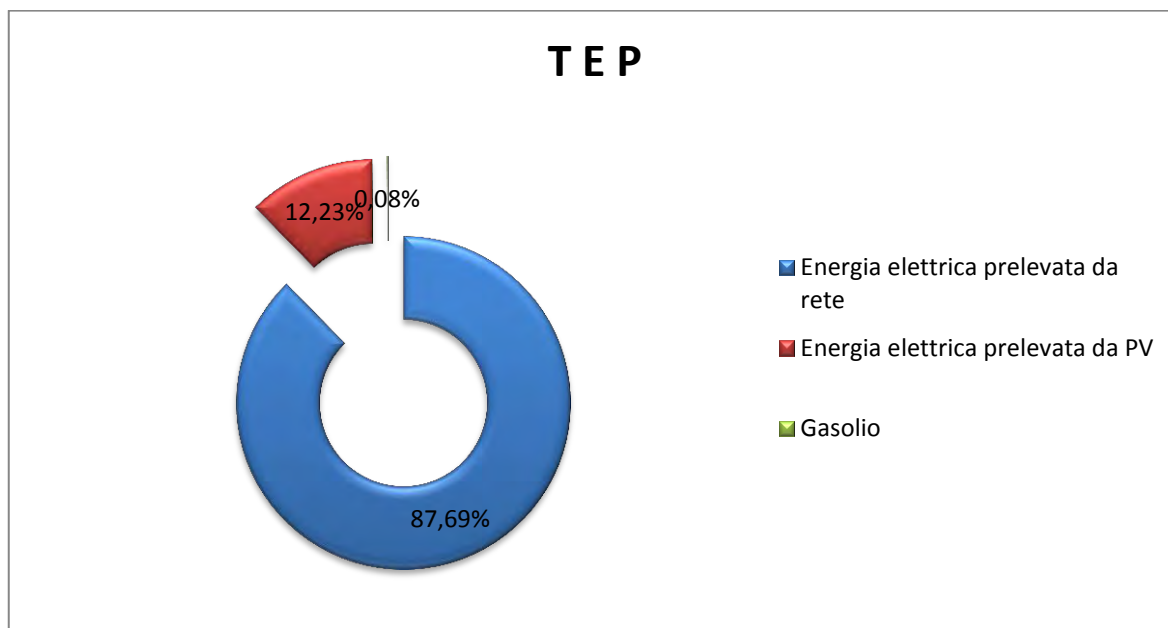


Figura 3-5 Incidenza dei consumi in TEP

			T E P
Energia Elettrica da rete	kWh _e	35.125	6,57
Energia Elettrica da PV	kWh _e	4.900	0,92
Gasolio	t	4,85	0,006

Tabella 13 TEP Consumati

3.4. STATUS QUO - PLESSO

Il sito ha un consumo totale di 35.125 kWh di energia elettrica prelevati dalla rete oltre ai circa 4.900 kWh di energia elettrica prodotti dall'impianto PV installato sulla copertura dell'edificio della scuola elementare e di 7.260 litri di gasolio (circa 4,85 ton) per uso esclusivo nell'ambito del riscaldamento. L'edificio scolastico ospita circa 580 alunni e circa 85 tra docenti e personale ausiliario. Nell'anno di riferimento, 2016, è unico il POD in tutto l'edificio ed è per l'energia elettrica. In seguito sono evidenziati gli indicatori di prestazione generali e specifici in funzione della superficie utile (m²) e del POD di riferimento.

INDICE DI PRESTAZIONE GENERALE (ipg) DEL PLESSO

$$Ipg = \text{gasolio acquisto}[\text{TEP}] + E.E.\text{acquisto}[\text{TEP}] / \text{superficie utile } [\text{m}^2] = [\text{TEP}] / [\text{m}^2]$$

$$7,49 / 2480 = 0.0030 \text{ TEP/m}^2$$



Figura 3-6 Stemma Comune di Carinara posto all'ingresso della scuola

3.5. INDICE DI PRESTAZIONE GENERALE DI BASE - PLESSO

Per verificare se l'edificio in esame, avesse necessità della diagnosi e quindi dello studio degli interventi atti al risparmio energetico, è stato fatto anche un raffronto con l'indice IEN, indice energetico normalizzato in modo separato per l'edificio che ospita la scuola materna e l'edificio che ospita la scuola elementare.

Individuare il fattore di normalizzazione del consumo per riscaldamento per tener conto della forma degli edifici

Fattori di normalizzazione F_e

S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,40	1,2
da 0,41 a 0,50	1,1
da 0,51 a 0,60	1,0
oltre 0,60	0,9

S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,30	1,2
da 0,31 a 0,35	1,1
da 0,36 a 0,40	1,0
da 0,41 a 0,45	0,9
oltre 0,45	0,8

$V = 1910 \text{ m}^3$

$S = 1449 \text{ m}^2$

$S/V = 0,759 \text{ m}^2/\text{m}^3$

$F_e = 0,9$

$V = 8550 \text{ m}^3$

$S = 3783 \text{ m}^2$

$S/V = 0,443 \text{ m}^2/\text{m}^3$

$F_e = 0,9$

Il fattore F_e sarà moltiplicato successivamente per il consumo specifico per riscaldamento.

Tabella 14 Fattori di normalizzazione per tener conto della forma degli edifici

Il fattore F_e sarà moltiplicato successivamente per il consumo specifico per il riscaldamento.

Il fattore F_h trovato per la scuola in esame sarà moltiplicato per il consumo specifico per riscaldamento e per il consumo specifico di energia elettrica della stessa scuola.

Fattori di normalizzazione F_h

Elementari – Medie
Secondarie Superiori

h/g	F_h
sino a 6	1,2
7	1,1
8 - 9	1,0
10 - 11	0,9
oltre 11	0,8

$F_h = 1,2$

Tabella 15 Fattori di normalizzazione per tener conto dell'orario di funzionamento

MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN _R PER RISCALDAMENTO									
NOME SCUOLA.....		S.G.Bosco		TIPO SCUOLA.....		Elementare			
LOCALITA'.....		Carinaro		DATA.....					
FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI COMBUSTIBILE PER RISCALDAMENTO									
Gas Metano	mc	x	9,59	=	.....	kWh _t			
Gasolio	l	x	11,86	=	55.303,3	kWh _t			
Olio Fluido	l	x	11,40	=	.....	kWh _t			
G P L	l	x	12,79	=	.....	kWh _t			
Legna	kg	x	4,77	=	.....	kWh _t			
Carbone fossile	kg	x	8,15	=	.....	kWh _t			
Calore di rete	Mcal	x	1,55 ¹¹	=	.....	kWh _t			
Totale consumo annuo scuola					=	55.303,3	kWh _t	[A]	
FASE 2 VOLUMETRIA LORDA RISCALDATA									
Volumetria lorda riscaldata V					=	8.550	m ³	[B]	
FASE 3 GRADI-GIORNO CONVENZIONALI DELLA LOCALITA' IN CUI È SITUATA LA SCUOLA									
GG					=	1099		[C]	
FASE 4 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE DEL CONSUMO F _e DOVUTO ALLA FORMA DELL'EDIFICIO (S / V)									
Fattore di normalizzazione F _e					=	0,9		[D]	
FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F _h RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DEL RISCALDAMENTO									
Fattore di normalizzazione F _h					=	1,2		[E]	
CALCOLARE L'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN _R PER RISCALDAMENTO									
IEN _R					=	$\frac{[A] \times [D] \times [E] \times 1.000}{[B] \times [C]}$		=	6,356
									Wh _t / m ³ x GG x anno

Tabella 16 Modello per il calcolo dello IEN_R per il riscaldamento scuola elementare

MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN _R PER RISCALDAMENTO									
NOME SCUOLA.....		S.G.Bosco		TIPO SCUOLA.....		Materna			
LOCALITA'.....		Carinaro		DATA.....					
FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI COMBUSTIBILE PER RISCALDAMENTO									
Gas Metano	mc	x	9,59	=	.....	kWh _t			
Gasolio	1.068	l	x	11,86	=	12.688,3	kWh _t		
Olio Fluidi	l	x	11,40	=	.....	kWh _t			
G P L	l	x	12,79	=	.....	kWh _t			
Legna	kg	x	4,77	=	.....	kWh _t			
Carbone fossile	kg	x	8,15	=	.....	kWh _t			
Calore di rete	Mcal	x	1,55 ¹¹	=	.....	kWh _t			
Totale consumo annuo scuola =						12.688,3	kWh _t	[A]	
FASE 2 VOLUMETRIA LORDA RISCALDATA									
Volumetria lorda riscaldata V =						1.910	m ³	[B]	
FASE 3 GRADI-GIORNO CONVENZIONALI DELLA LOCALITA' IN CUI È SITUATA LA SCUOLA									
GG =						1099		[C]	
FASE 4 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE DEL CONSUMO F _e DOVUTO ALLA FORMA DELL'EDIFICIO (S/V)									
Fattore di normalizzazione F _e =						0,9		[D]	
FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F _h RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DEL RISCALDAMENTO									
Fattore di normalizzazione F _h =						1,2		[E]	
CALCOLARE L'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN _R PER RISCALDAMENTO									
IEN _R =						$\frac{[A] \times [D] \times [E] \times 1.000}{[B] \times [C]} = 6,528 \text{ Wh}_t / \text{m}^3 \times \text{GG} \times \text{anno}$			

Tabella 17 Modello per il calcolo dello IEN_R per il riscaldamento scuola materna

MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN _E PER CONSUMO EN.ELETTRICA									
NOME SCUOLA.....		S.G.Bosco		TIPO SCUOLA.....		Elementare			
LOCALITA'.....		Carinaro		DATA.....					
FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI ENERGIA ELETTRICA									
Contratto (Contatore) n°	IT001E83769332	=	26.034,00	kWh _e					
Contratto (Contatore) n° .....		=	.....	kWh _e					
Contratto (Contatore) n° .....		=	.....	kWh _e					
Contratto (Contatore) n° .....		=	.....	kWh _e					
Contratto (Contatore) n° .....		=	.....	kWh _e					
Totale consumo annuo scuola =						26.034,00	kWh _e	[A]	
FASE 2 SUPERFICIE LORDA AI PIANI DELL'EDIFICIO									
A _p =						2.200	m ²	[B]	
FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F _h RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA									
F _h =						1,2		[C]	
CALCOLO DELL'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN _E PER IL CONSUMO ENERGIA ELETTRICA									
IEN _E =						$\frac{[A] \times [C]}{[B]} = 14,20 \text{ kWh}_e / \text{m}^2 \times \text{anno}$			

Tabella 18 Modello per il calcolo dello IEN_E per consumo en. Elettrica scuola elementare

MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN _E PER CONSUMO EN. ELETTRICA			
NOME SCUOLA.....S.G.Bosco		TIPO SCUOLA.....Materna	
LOCALITÀ.....Carinaro		DATA.....	
FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI ENERGIA ELETTRICA			
Contratto (Contatore) n°.....IT001E83769332	=	5.915,00	kWh _e
Contratto (Contatore) n°.....	=	.....	kWh _e
Contratto (Contatore) n°.....	=	.....	kWh _e
Contratto (Contatore) n°.....	=	.....	kWh _e
Contratto (Contatore) n°.....	=	.....	kWh _e
Totale consumo annuo scuola		=	5.915,00 kWh _e [A]
FASE 2 SUPERFICIE LORDA AI PIANI DELL'EDIFICIO			
A _p = 475		=	m ² [B]
FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F _h RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA			
F _h = 1,2		=	[C]
CALCOLO DELL'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN _E PER IL CONSUMO ENERGIA ELETTRICA			
IEN _E = $\frac{[A] \times [C]}{[B]}$		=	14,94 kWh _e / m ² x anno

Tabella 19 Modello per il calcolo dello IEN_E per consumo en. Elettrica scuola materna

La classe di merito della scuola in esame si individua in base alla collocazione nelle tabelle di riferimento dello IEN calcolato.

	Wh _t / m ³ x GG x anno		
	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 18,5	da 18,5 a 23,5	maggiore di 23,5
Elementari	minore di 11,0	da 11,0 a 17,5	maggiore di 17,5
Medie, Secondarie Sup.	minore di 11,5	da 11,5 a 15,5	maggiore di 15,5

Tabella 20 Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento

	kWh _e / m ² x anno		
	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 11,0	da 11,0 a 16,5	maggiore di 16,5
Elementari, Medie, Secondarie Sup. tranne Ist.Tecn.Ind. e Ist.Prof.Ind.	minore di 9,0	da 9,0 a 12,0	maggiore di 12,0
Ist.Tecn. Ind., Ist. Prof. Ind.	minore di 12,5	da 12,5 a 15,5	maggiore di 15,5

Tabella 21 Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica

Se i valori di IEN, indice energetico normalizzato, sono compresi nelle classi di merito considerate “Sufficiente”, la scuola in esame rientra nella media e non dovrebbe presentare “sprechi energetici” considerevoli. Questo non esclude, soprattutto se gli IEN sono situati in prossimità dei valori più alti degli intervalli, che sia possibile migliorare l’efficienza energetica.

Se gli IEN sono collocabili nella classe “Buono” l’edificio dovrebbe presentare impianti efficienti e una buona gestione. Anche in questo caso non si possono escludere miglioramenti utilizzando soprattutto tecnologie e metodi di gestione innovativi.

Se gli IEN sono collocabili nella classe “Insufficiente”, occorre decisamente approfondire la diagnosi per individuare gli interventi sia di tipo gestionale che tecnologico più adeguati alla situazione specifica degli edifici.

Questi indicatori non sono oggetto di normativa tecnica consolidata; si tratta di consumi opportunamente sviluppati affinché siano confrontabili con quelli del campione significativo della realtà nazionale, rappresentato dagli indici sopra tabellati. In questo caso, l’indice classifica a livello di consumi energetici l’edificio scolastico San Giovanni Bosco, **buono** per il riscaldamento e **buono** per il consumo del vettore energetico elettrico dell’edificio materna. **sufficiente** per il consumo del vettore energetico elettrico in riferimento all’edificio occupato dalla scuola elementare.

Una volta valutata la necessità della diagnosi energetica, si è proceduto ad individuare gli indici di prestazione energetica della scuola in oggetto e a cercare informazioni letterarie o studi scientifici che potessero dare un riferimento rappresentativo. In letteratura non sono stati effettuati degli studi approfonditi sull’edilizia scolastica primaria dal punto di vista dei consumi energetici; per questo motivo, si è ritenuto opportuno prendere come esempio lo studio effettuato sugli edifici ad uso scolastico per istituti superiore per avere un ordine di grandezza di riferimento.

In termini di richiesta di energia utile per il riscaldamento e il raffrescamento dell’edificio base, benchmark, rispettivamente nelle tre condizioni climatiche (Milano zona E, Roma zona D, Palermo zona B), si richiamano gli studi fatti dall’ENEA.

I risultati sono stati normalizzati in funzione della superficie climatizzata. Per questo i risultati relativi al raffrescamento sono divisi per la superficie totale con l’esclusione della superficie relative alla zona della palestra, la quale come si è detto non è raffrescata, ma solo riscaldata.

		MILANO		ROMA		PALERMO	
		Q _H	Q _C	Q _H	Q _C	Q _H	Q _C
		[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]
Caso Base	-	78.4	3.2	37.0	4.6	13.4	6.4

Tabella 22 Indici di Benchmark per edifici ad uso scolastico

Si noti, come la richiesta di energia utile per il riscaldamento sia piuttosto elevata e in linea con l'ordine di grandezza relativo allo stock edilizio esistente in Italia. Allo stesso tempo la richiesta di energia utile per il raffrescamento risulta contenuta nei tre climi considerati. Questo è da ricercare nel fatto che l'edificio presenta una forma caratterizzata da uno sviluppo prevalentemente in orizzontale, con una considerevole esposizione al terreno: questo consente alla maggior parte delle zone termiche e a quelle più estese di scambiare calore in maniera agevole col terreno, sfruttando la sua temperatura più bassa, nel periodo di raffrescamento, per scaricare in esso il calore indesiderato.

Un altro aspetto che influisce sui risultati in termini di energia utile per il raffrescamento è il regime di utilizzo dell'edificio considerato, tipico delle strutture scolastiche: nel periodo dal 15 Giugno al 15 Settembre gran parte delle zone termiche dell'edificio non è utilizzata dagli occupanti e non c'è richiesta di raffrescamento all'impianto di climatizzazione, per la chiusura estiva della scuola. Pertanto, in corrispondenza del periodo più caldo dell'anno nei climi italiani, non si ha richiesta di raffrescamento.

Lo stesso ragionamento può essere fatto anche in riferimento all'orario giornaliero, per il quale gran parte dell'edificio è utilizzato dalle ore 7 alle ore 14, evitando alcune delle ore del pomeriggio. È da considerare come regimi di utilizzo diversi da quelli tipici per un edificio scolastico che si è cercato di rappresentare possono portare a risultati differenti anche per la richiesta di energia utile per il raffrescamento: ad esempio l'utilizzo più frequente di spazi scolastici quali aule e auditorium in orari non scolastici per attività non attribuibili alla scuola stessa, ma per servizi e spazi richiesti dalla collettività, potrebbero portare ad aumentare le ore di funzionamento dell'impianto di climatizzazione in regime estivo, con un conseguente aumento della richiesta di energia utile per il raffrescamento. Considerando che l'edificio scolastico oggetto di diagnosi si trova in zona C con 1099 gradi giorno e i calcoli dell'ENEA sono effettuati per la zona di Roma (zona D con 1415 gradi giorno) e Palermo (zona B con 751 gradi giorno), non possiamo fare un confronto diretto con questi valori. Prendendo come riferimento il solo consumo di gasolio per la climatizzazione invernale del nostro edificio scolastico, abbiamo un indice di prestazione energetica generale vicino a quello di riferimento per la zona di Roma e di molto maggiore rispetto a quello di riferimento per Palermo; questo

conferma la necessità di considerare interventi di efficientamento energetico ed approvvigionamento da fonti rinnovabili.

GASOLIO		lpg [l/m ²]	lpg [kWh/m ²]	lpg [l/alunno]
consumo totale anno 2016	7.260,00	2,927	34,719	12,517

Tabella 23 Consumi di gas e indici di prestazione generali

Inoltre, per uniformare i consumi, ed avere un indice di prestazione generale che possa essere utile per effettuare un confronto nel tempo su se stessi, si è convertito in TEP ogni consumo energetico.

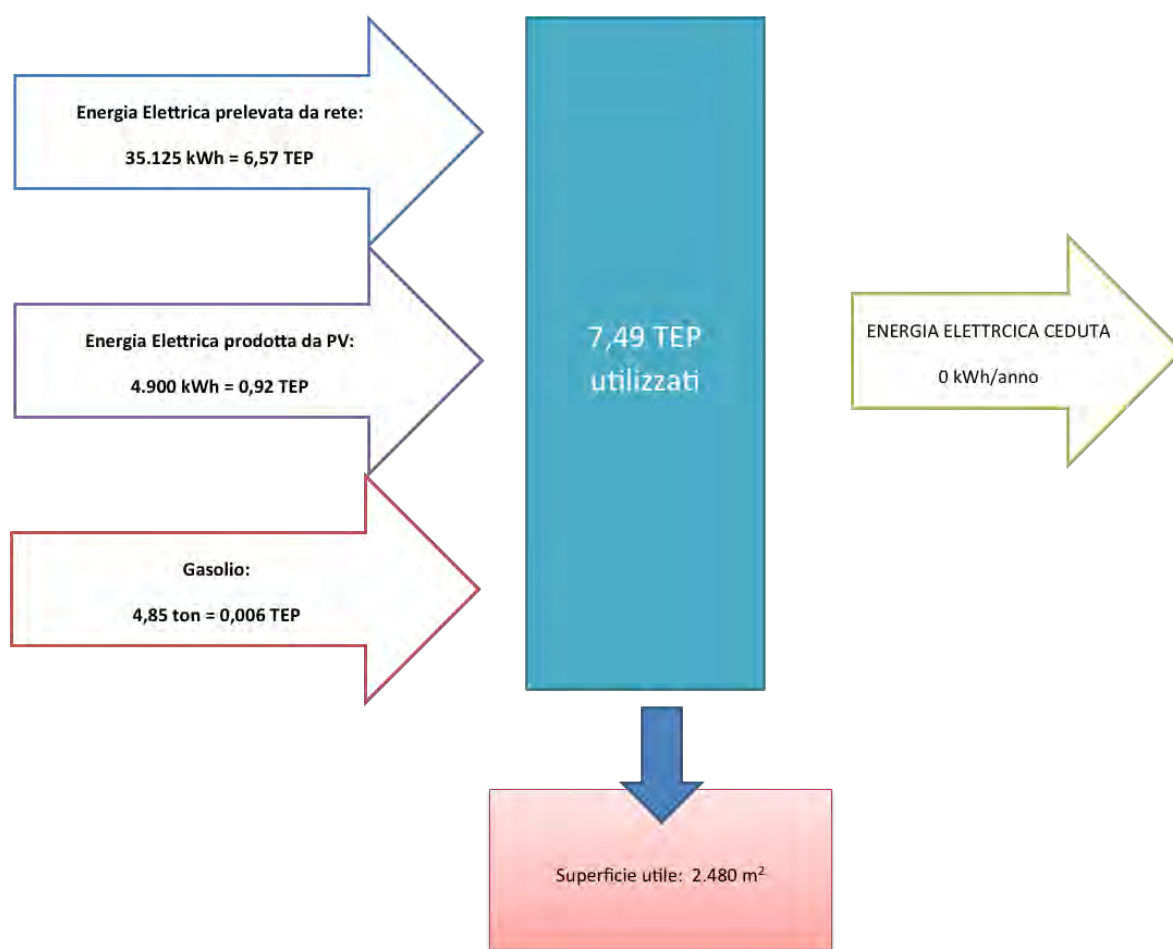


Figura 3-7 Flusso energetico in TEP

3.6. IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE - PLESSO

L'impianto di illuminazione presenta criticità. Esso è composto da circa 604 lampade, suddivise per piani come riportato in tabella. Le tipologie delle lampade sono tubolari da 18 W, 36 W, 58 W, fari esterni da 150 W, lampade S.A.P. da 400 W

	Numero lampade	Watt
Esterno	26	2.300
Edificio Materna	44	1.500
Edificio Elementare	519	10.440
Palestra	6	2.400

Tabella 24 Ubicazione, numero e potenza delle lampade

ubicazione	numero di lampade	ore/anno funzionamen	tipologia di lampada	potenza [W]
ingresso materna		3650		
atrio materna	10	900	tubi neon T 8	36
aule materna	24	240	tubi neon T 8	36
servizi materna	6	900	tubi neon T 8	36
scala materna	4	900	tubi neon T 8	18
palestra	6	150	S.A.P.	400
palestra WC	5	150	tubi neon T 8	36
palestra WC	4	150	tubi neon T 8	18
esterno palestra	8	500	tubi neon T 8	36
esterno riunioni	6	500	tubi neon T 8	36
esterno elementare	12	3650	SON - T	150
corridoio ele. PT	48	900	tubi neon T 8	18
corridoio ele. PT	6	30	alogeni	150
servizi ele. PT	34	900	lampad. A.E.	11
scale elem.	3	900	lampad. A.E.	11
aule ele. PT	152	700	tubi neon T 8	18
aule ele. PT	24	700	tubi neon T 8	36
corridoio ele. P1	48	900	tubi neon T 8	18
aule ele. P1	144	700	tubi neon T 8	18
aule ele. P1	12	700	tubi neon T 8	36
sala pc	24	30	tubi neon T 8	18
sala riunioni	12	30	tubi neon T 8	18
servizi ele. P1	12	900	lampad. A.E.	11

Tabella 25 Ubicazione, ore di funzionamento, numero, e potenza per tipologia delle lampade

ANAGRAFICA ILLUMINAZIONE						
	punti luce	lampade	potenza[W]	consumo kWh/anno	INCIDENZA	Ips [kWh/m ²]
esterno	19	26	2.304	6.822,00	46,30%	
materna	32	44	1.512	790,56	5,37%	1,93
elementare	142	519	10.439	6.723,54	45,63%	3,58
palestra	6	6	2.400	397,80	2,70%	2,09
P1 materna					0,00%	0,00

Tabella 26 Consumo dell'illuminazione, incidenza e indice di prestazione specifico

Come si può notare dalle foto che seguono, le lampade, la cui incidenza è di oltre il 35% sul consumo elettrico dell'intero edificio, sono accese, spesso anche di giorno e in tutti i locali oggetto del sopralluogo; sono lampade esterne che rimangono accese mediamente anche 12 ore al giorno, e quelle interne almeno 8 ore (vista anche la poca luminosità di numerosi ambienti), per 5 gg alla settimana, di un anno scolastico.



Figura 3-8 Dettagli dell'illuminazione aule – Plafoniere con neon T8 36 W



Figura 3-9 Dettaglio illuminazione atrio scuola materna - Plafoniere con neon T8 36 W



Figura 3-10 Dettaglio plafoniera scuola elementare con neon 18 W x4

Con l'elaborazione dei dati attraverso la norma UNI TS 11300-1 "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali", si è determinato anche il fabbisogno di energia primaria per il servizio di illuminazione, per edifici non residenziali, in accordo con la UNI EN 15193.

Nella UNI EN 15193 il calcolo dell'indice è descritto compiutamente per varie destinazione d'uso degli edifici, in particolare: scuole, uffici, ospedali, alberghi, ristoranti, impianti sportivi, edifici commerciali, edifici artigianali e industriali; nel seguito si farà riferimento all'uso ufficio, tenendo presente che la certificazione energetica non calcola l'EP_{in} per l'edilizia residenziale. È utile osservare che nella definizione dei vari parametri utilizzati per il calcolo dell'indice sono considerati i seguenti aspetti: modalità di utilizzo e gestione dei sistemi di illuminazione artificiale; disponibilità di luce naturale all'interno degli ambienti; consumi dovuti ai sistemi di illuminazione di emergenza. Sono inoltre considerati, almeno in parte, aspetti relativi alla qualità del progetto illuminotecnico inerenti i requisiti minimi indicati nella UNI EN 12464-1 sull'illuminazione artificiale degli ambienti interni di lavoro; ovviamente per un lavoro più approfondito si consiglia di effettuare una analisi illuminotecnica più approfondita.

Destinazione d'uso	P (W/m²)	Classe di qualità	Indice LENI (kWh/m²·anno)			
			Assenza di sistemi CTE		Presenza di sistemi CTE	
			Accensione/spegnimento			
			Manuale	Automatica	Manuale	Automatica
Scuole	15	*	34.9	27.0	31.9	24.8
	20	**	44.9	34.4	40.9	31.4
	25	***	54.9	41.8	49.9	38.1
Uffici	15	*	42.1	35.3	38.3	32.2
	20	**	54.6	45.5	49.6	41.4
	25	***	67.1	55.8	60.8	50.6
Ospedali	15	*	70.6	55.9	63.9	50.7
	25	**	115.6	91.1	104.4	82.3
	35	***	160.6	126.3	144.9	114

(*) Soddisfacimento dei requisiti minimi

(**) Buon soddisfacimento dei requisiti

(***) Soddisfacimento di tutti i requisiti

Figura 3-11 Valori indicativi dell'indice LENI con il metodo rapido secondo la UNI EN 15193

Fabbisogno energetico di illuminazione artificiale Q_a [kWh]

Fabbisogno energetico di illuminazione parassita Q_p [kWh]

Totale Q_a	1.942,0	1.707,4	1.833,1	1.742,6	1.789,2	1.736,9	1.787,7	1.798,8	1.778,7	1.871,5	1.860,4	1.955,2	21.803,4
Totale Q_p	1.145,2	1.034,4	1.145,2	1.108,3	1.145,2	1.108,3	1.145,2	1.145,2	1.108,3	1.145,2	1.108,3	1.145,2	13.484,1
Totale	3.087,2	2.741,8	2.978,3	2.850,9	2.934,4	2.845,1	2.932,9	2.944,0	2.887,0	3.016,8	2.968,6	3.100,4	35.287,5

Figura 3-12 Fabbisogno energetico di illuminazione

EP rinnovabile [kWh/m²]													
Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04
C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,13
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L	0,64	0,57	0,62	0,59	0,61	0,59	0,61	0,61	0,60	0,63	0,62	0,64	7,32
T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,66	0,59	0,64	0,60	0,62	0,60	0,62	0,62	0,61	0,64	0,63	0,66	7,49

EP non rinnovabile [kWh/m²]													
Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	26,78	25,37	16,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,33	27,56	107,51
C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,55
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L	2,66	2,36	2,56	2,45	2,52	2,45	2,52	2,53	2,48	2,59	2,55	2,67	30,35
T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	29,48	27,77	19,09	2,50	2,57	2,49	2,57	2,58	2,53	2,64	13,92	30,27	138,41

EP totale [kWh/m²]													
Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	26,79	25,38	16,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,33	27,57	107,55
C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,68
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L	3,30	2,93	3,18	3,04	3,13	3,04	3,13	3,14	3,08	3,22	3,17	3,31	37,67
T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	30,14	28,36	19,72	3,10	3,19	3,09	3,19	3,20	3,14	3,28	14,56	30,93	145,90

Figura 3-13 Indici di prestazione energetica

Ep rinnovabile [kWh]													
Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	26	23	19	0	0	0	0	0	0	0	12	26	105
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	27	25	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	323
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	1.571	1.395	1.516	1.451	1.494	1.448	1.493	1.499	1.470	1.535	1.511	1.578	17.961
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.624	1.443	1.562	1.478	1.521	1.475	1.520	1.526	1.496	1.563	1.549	1.631	18.389

Ep non rinnovabile [kWh]													
Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	65.741	62.293	40.453	0	0	0	0	0	0	0	27.806	67.653	263.947
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	114	103	114	110	114	110	114	114	110	114	110	114	1.341
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	6.518	5.790	6.290	6.021	6.197	6.009	6.194	6.218	6.097	6.371	6.268	6.546	74.519
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	72.373	68.186	46.857	6.131	6.311	6.119	6.308	6.332	6.207	6.484	34.185	74.313	339.807

Ep totale [kWh]													
Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	65.768	62.316	40.472	0	0	0	0	0	0	0	27.818	67.679	264.052
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	141	128	141	137	141	137	141	141	137	141	137	141	1.665
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	8.089	7.185	7.806	7.472	7.691	7.457	7.687	7.716	7.566	7.906	7.779	8.124	92.480
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	73.997	69.629	48.419	7.609	7.833	7.594	7.829	7.858	7.703	8.047	35.734	75.944	358.196

Quota rinnovabile													
Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	0 %	0 %	0 %	---	---	---	---	---	---	---	0 %	0 %	0 %
C	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
W	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %
V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
L	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %
T	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2 %	2 %	3 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	19 %	4 %	2 %	5 %

Figura 3-14 Energia primaria e quote rinnovabili

3.7. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE - PLESSO

L'intero plesso scolastico è riscaldato con un generatore di calore ad acqua calda del tipo a basamento ad aria soffiata ECOFLAM modello ECOMAX GASOLIO 21F della potenzialità termica nominale di 220,0 kW accoppiato ad un bruciatore di gasolio marca ECOFLAM modello MAIOR P25 AB e elettropompe per la distribuzione dell'acqua calda nei diversi settori della scuola. L'anno di riferimento (baseline) della diagnosi energetica è il 2016. I

terminali dell'impianto sono quasi tutti radiatori in ghisa con interasse 80 cm nella scuola materna, radiatori in alluminio interasse 80 cm nella scuola elementare e aerotermi marca Galletti per la climatizzazione della palestra. Le due battute termografiche attive e passive (allegato F), hanno evidenziato qualitativamente alcune dispersioni delle condotte dell'impianto termico ; quando sarà un sistema chiuso, quindi coibentata a cappotto l'intera superficie opaca e trasparente, si apporterà pur sempre calore negli spazi da riscaldare e quindi le isoterme produrranno un confort omogeneo.



Figura 3-15 Generatore di calore in centrale termica



Figura 3-16 Dettaglio delle pompe a servizio della scuola elementare

Ubicazione	Potenza termica [kWt]
Materna	33,85
Elementare	82,30
Palestra	44,0

Tabella 27 Ubicazione dei radiatori, potenza termica



Figura 3-17 Dettaglio del riscaldamento della palestra



Figura 3-18 Dettaglio di un radiatore in alluminio

Mese	$Q_{H,nd}$ [kWh]	Q'_{H} [kWh]	η_e [%]	η_r [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{D,vent,H}$ [kWh]	$Q_{D,vent,H}$ [kWh]	$Q_{D,sol,H}$ [kWh]
Gennaio	41.792,8	41.791,2	90,2	93,4	93,7	87,4	64,4	64.901,7	25,5	64.927,3
Febbraio	39.689,1	39.687,7	90,1	93,5	93,7	87,5	64,5	61.534,4	23,1	61.557,5
Marzo	25.550,4	25.548,8	90,2	93,4	93,7	86,9	64,0	39.950,4	18,6	39.969,0
Novembre	17.571,5	17.570,7	90,2	93,4	93,7	87,0	64,1	27.425,2	11,9	27.437,1
Dicembre	43.043,8	43.042,1	90,2	93,4	93,7	87,5	64,5	66.780,2	25,5	66.805,7
Totale	167.647,6	167.640,5	90,2	93,4	93,7	87,3	64,3	260.591,9	104,6	260.696,5

Legenda

$Q_{H,nd}$: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento
 Q'_{H} : fabbisogno energetico utile per il riscaldamento al netto dei recuperi
 $Q_{C,nd}$: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento
 η_e : rendimento di emissione
 η_r : rendimento di regolazione
 η_d : rendimento di distribuzione
 η_{gn} : rendimento di generazione
 η_g : rendimento globale
 Q_p : fabbisogno di energia primaria

Figura 3-19 Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento

Non è presente un impianto centralizzato di climatizzazione estiva. Nella scuola dell'infanzia non sono presenti pompe di calore con unità di ventilazione canalizzate per la climatizzazione estiva ed invernale.

3.7.1. IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS - PLESSO

La produzione di ACS, è effettuata da scaldacqua elettrici della potenza di 1,2 kW con grandezze di 10 e 30 litri. Il consumo dei boiler elettrici incide per circa il 22 % sul consumo

totale della scuola; il maggior consumo elettrico è adducibile alla costante accensione delle resistenze per tenere l'acqua alla temperatura programmata tutti i giorni dell'anno.

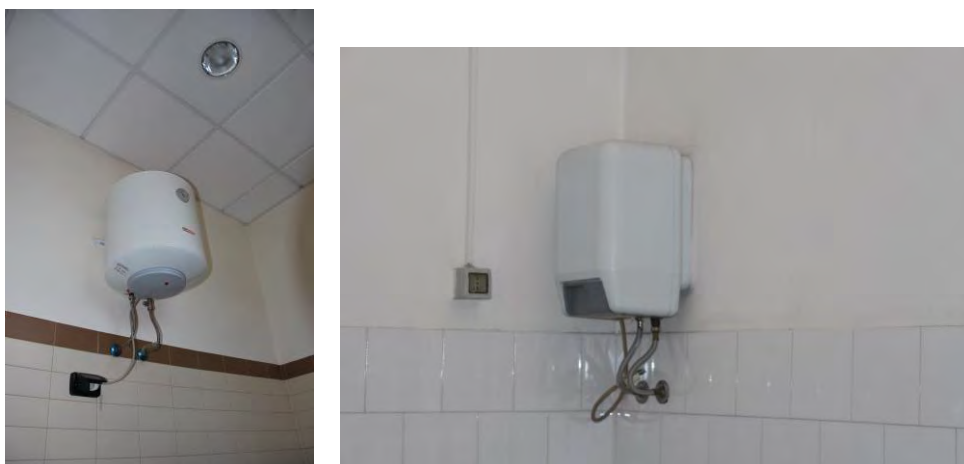


Figura 3-20 Boiler ACS

Mese	$Q_{W,nd}$ [kWh]	η_{er} [%]	η_a [%]	η_{gn} [%]	η_p [%]	$Q_{p,ren,W}$ [kWh]	$Q_{p,ren,W}$ [kWh]	$Q_{p,tot,W}$ [kWh]
Gennaio	40,6	100,0	92,6	75,0	35,6	113,9	27,5	141,4
Febbraio	36,6	100,0	92,6	75,0	35,6	102,9	24,8	127,7
Marzo	40,6	100,0	92,6	75,0	35,6	113,9	27,5	141,4
Aprile	39,3	100,0	92,6	75,0	35,6	110,3	26,6	136,8
Maggio	40,6	100,0	92,6	75,0	35,6	113,9	27,5	141,4
Giugno	39,3	100,0	92,6	75,0	35,6	110,3	26,6	136,8
Luglio	40,6	100,0	92,6	75,0	35,6	113,9	27,5	141,4
Agosto	40,6	100,0	92,6	75,0	35,6	113,9	27,5	141,4
Settembre	39,3	100,0	92,6	75,0	35,6	110,3	26,6	136,8
Ottobre	40,6	100,0	92,6	75,0	35,6	113,9	27,5	141,4
Novembre	39,3	100,0	92,6	75,0	35,6	110,3	26,6	136,8
Dicembre	40,6	100,0	92,6	75,0	35,6	113,9	27,5	141,4
Totale	477,7	100,0	92,6	75,0	35,6	1.341,5	323,3	1.664,8

Tabella 28 Fabbisogno di energia primaria di acs

ANAGRAFICA BOILER ACS						
	n	capacità	potenza unitaria	consumo kWh/anno	INCIDENZA	lps [kWh/m ²]
materna	3	3 x 10l	1,2	3.780	42,86%	9,22
				0	0,00%	0,00
elementare PT	2	2 x 30l	1,2	2.520	28,57%	2,68
elementare P !	2	2 x 30l	1,2	2.520	28,57%	2,68

Tabella 29 Consumo della sola ACSe, incidenza specifica e indice di prestazione specifico dei boiler elettrici

3.8. SUPERFICI TRASPARENTI VERTICALI-PLESSO

La superficie trasparente verticale è di circa 370 m² e sono presenti infissi di diversi materiali e con diverse tipologie di vetro. L'edificio che ospita gli uffici di direzione e la scuola elementare hanno infissi in PVC con doppio vetro 4-16-4 sostituiti in una recente ristrutturazione oppure infissi in alluminio con doppio vetro 4-6-4 nelle aule esposte a nord. Nell'edificio che ospita le aule della scuola materna invece, ci sono infissi in alluminio senza taglio termico con doppio vetro 4-6-4 come nella palestra. Le superfici verticali trasparenti dell'edificio presentano valori di trasmittanza totale ovviamente variabili dai 4,753 W/m²K fino ai 1,509 W/m²K.

Ubicazione	Superficie trasparente [m ²]
Materna	88
Elementare	250
Palestra	32

Tabella 30 Distribuzione infissi

Le due battute termografiche attive e passive (allegato F), hanno evidenziato qualitativamente alcune anomalie termiche, in particolar modo sugli infissi e tra gli stessi e la muratura, sia orizzontale che verticale.



Figura 3-21 Dettaglio degli infissi in pvc scuola elementare

Aule elementare PVC

Forma geometrica: **Rettagonolare** ☐ Inserisci trasmittanze ☐ Pannello opaco

Larghezza: 1,200 m

Altezza: 2,200 m

Numero ante: 2

Numero divisioni orizzontali: 1

Spessore telaio elementi orizzontali: 0,080 m

Spessore telai laterali: 0,080 m

Spessore telai centrali: 0,080 m

Spessore telaio superiore: 0,080 m

Spessore telaio inferiore: 0,080 m

Altezza soprafinestra: 0,000 m

Spessore telai laterali soprafinestra: 0,080 m

Spessore telaio superiore soprafinestra: 0,000 m

Spessore telaio inferiore soprafinestra: 0,000 m

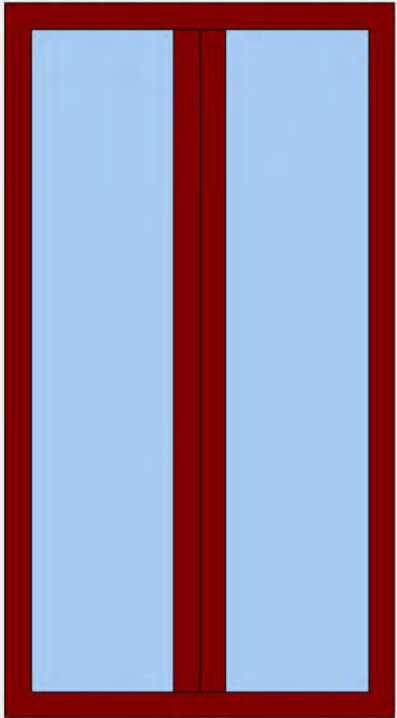
Area: 2,640 m²

Perimetro: 6,800 m

Area vetrata: 1,795 m²

Perimetro vetrata: 9,920 m

Area telaio: 0,845 m²



Aule elementare PVC

A_g	1,80	m ²
A_f	0,85	m ²
l_g	9,92	m

U_g	1,70	W/m ² K
U_f	1,00	W/m ² K
ψ	0,02	W/mK

U	1,55	W/m ² K
U_{wa}	1,55	W/m ² K
$g_{gl,n}$	0,67	W/mK

Legenda

- A_g Area del vetro
- A_f Area del telaio
- l_g Perimetro della superficie vetrata
- U_g Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
- U_f Trasmittanza termica del telaio
- ψ Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
- U_{wa} Trasmittanza termica totale del serramento
- U_{wa} Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache
- $g_{gl,n}$ Fattore di trasmissione solare normale del vetro

Figura 3-22 Dati geometrici e termici di un infisso in PVC tipo delle aule



Figura 3-23 Infissi scuola materna

ATRIO materna

Forma geometrica: ☐ Inserisci trasmittanze ☐ Pannello opaco

Larghezza: 1,900 m

Altezza: 1,800 m

Numero ante: 2

Numero divisioni orizzontali: 1

Spessore telaio elementi orizzontali: 0,080 m

Spessore telai laterali: 0,050 m

Spessore telai centrali: 0,050 m

Spessore telaio superiore: 0,050 m

Spessore telaio inferiore: 0,050 m

Altezza soprafinestra: 0,600 m

Spessore telai laterali soprafinestra: 0,050 m

Spessore telaio superiore soprafinestra: 0,050 m

Spessore telaio inferiore soprafinestra: 0,000 m

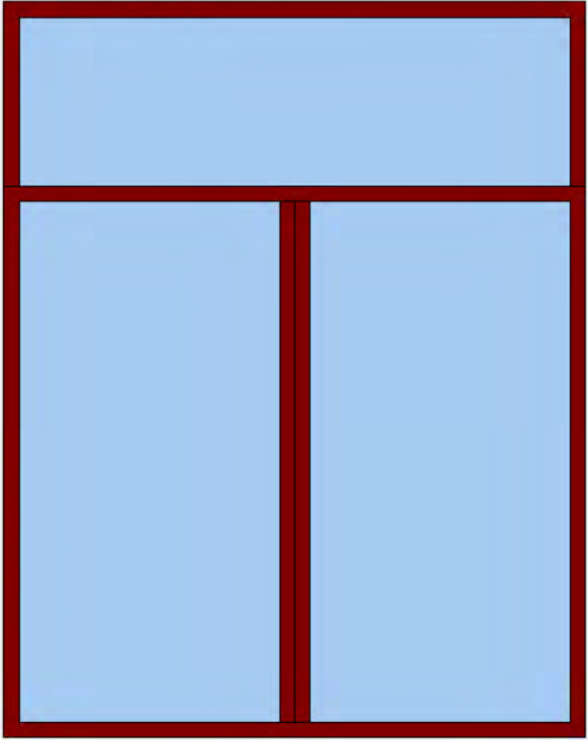
Area: 4,560 m²

Perimetro: 8,600 m

Area vetrata: 3,880 m²

Perimetro vetrata: 14,900 m

Area telaio: 0,680 m²



ATRIO materna

A_g	5,62	m ²
A_r	0,84	m ²
l_g	18,10	m

U_g	3,30	W/m ² K
U_r	7,00	W/m ² K
ψ	0,02	W/mK

U	3,84	W/m ² K
U_{wa}	3,84	W/m ² K
g_{glaz}	0,75	W/mK

Legenda

- A_g Area del vetro
- A_r Area del telaio
- l_g Perimetro della superficie vetrata
- U_g Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
- U_r Trasmittanza termica del telaio
- ψ Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
- U_{wa} Trasmittanza termica totale del serramento
- U_{wa} Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache
- g_{glaz} Fattore di trasmissione solare normale del vetro

Figura 3-24 Dati geometrici e termici di un infisso della scuola materna

3.9. SUPERFICI OPACHE VERTICALI – SCUOLA INFANZIA

La superficie opaca verticale dell'intero edificio è formata da una muratura in blocchi squadrati di tufo intonacati. Il suo spessore totale è di circa 55 cm, composta all'esterno da intonaco calce e cemento di 2.5 cm, blocchi di tufo di 50 cm e intonaco di calce e gesso di 2,5 cm.

Le diverse battute termografiche attive e passive (allegato F), hanno evidenziato qualitativamente diversi ponti termici sulla facciata sia interna che esterna dell'edificio.

La trasmittanza calcolata della parete perimetrale è di circa 0,875 W/m²K.

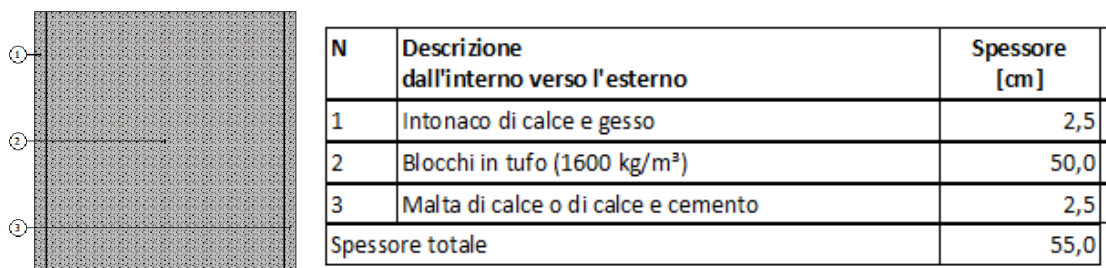


Figura 3-25 Stratigrafia della muratura perimetrale

3.10. SUPERFICIE OPACA ORIZZONTALE DI COPERTURA – SCUOLA INFANZIA

La superficie della copertura totale delle strutture è di circa 880 mq, il solaio è in latero-cemento dello spessore totale di circa 47 cm. La trasmittanza del solaio di copertura della scuola è stata calcolata pari a 1,087 W/m²K.

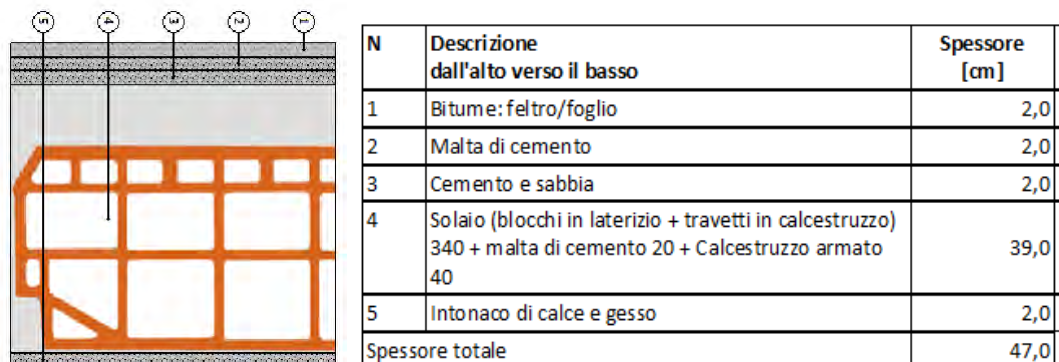


Figura 3-26 Stratigrafia e dati geometrici della superficie opaca orizzontale di un solaio tipo

4. INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA SUGGERITI

La diagnosi energetica sull'edificio della scuola dell'infanzia ha dovuto necessariamente interessare il plesso in tutta la sua struttura e i suoi impianti, considerando la scuola elementare, la palestra e alcune sale utilizzate poco per le riunioni. La presenza di un unico POD, e di un'unica caldaia, obbliga a condurre l'analisi sul binomio impianto - struttura sull'intero plesso. Gli interventi suggeriti sulla scuola dell'infanzia saranno proposti considerando che sulla scuola elementare sono stati effettuati lavori di isolamento a cappotto termico e installazione di un impianto FV.

4.1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

La diagnosi energetica ha visto un consumo elettrico nella fascia F1 di circa 20.500 kWh relativamente all'anno 2016. Ovviamente per ovviare a tutto ciò si è considerata la possibilità di installare un impianto PV.

Previa verifica dei carichi, è sufficiente la superficie a disposizione sul solaio di copertura.

Converrebbe, in un'ottica di efficienza energetica globale intervenire sul tetto, così da risolvere con una operazione sola due problematiche: l'alta trasmittanza del solaio di copertura e ricorrere alla fonte di energia rinnovabile data dal PV.

Intanto consideriamo un impianto PV, di piccola taglia, 15.0 kWp, che possa cominciare a ridurre i consumi annuali nella fascia diurna. Con l'impianto proposto, si produrranno circa 21.700 kWh all'anno.

Il costo dell'impianto chiavi in mano, compreso di manutenzione per 20 anni e assicurazione è di 45.000 €.

Si considera anche la possibilità di accedere a fondi a tasso agevolato o perduto per le PP.AA. così come previsto dalla vecchia programmazione POI-CSE del settennio precedente e di sicuro previsto dal settennio che, seppur in ritardo sta partendo, oggetto dei fondi europei diretti e indiretti sul capitolo della efficienza energetica e delle fonti rinnovabili ; tutto ciò sarà possibile previa verifica della possibilità di incremento dell'impianto già esistente, e delle condizioni contrattuali con il GSE in funzione dell'unico POD elettrico esistente.



Fixed system: inclination=35°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	38.20	1190	3.21	99.5
Feb	49.30	1380	4.18	117
Mar	60.20	1870	5.26	163
Apr	66.60	2000	5.93	178
May	71.40	2210	6.46	200
Jun	74.10	2220	6.86	206
Jul	78.40	2430	7.30	226
Aug	76.50	2370	7.18	223
Sep	65.70	1970	6.03	181
Oct	55.90	1730	4.99	155
Nov	40.10	1200	3.47	104
Dec	37.10	1150	3.13	96.9
Yearly average	59.5	1810	5.34	162
Total for year		21700		1950

Figura 4-1 Impianto su tetto e producibilità su base mensile

Scuola S.G.Bosco - edificio scuola dell'infanzia				
Intervento: installazione impianto fotovoltaico - prezzi Regione Campania				
	VAN/I	-0,1		
Investimento	I	45.000,00	euro	FLUSSO DI CASSA (costante): 5.250,00 euro
Tasso di interesse di calcolo (reale)	i	0,05	% (x100)	
Vita dell'intervento	n	20	anni (considerando il periodo minimo di contratto)	
Importo complessivo detrazioni	Det	0,00	euro	Numero di anni per le detrazioni: 0
Fattore di annuità	FA	12,51	anni $((1+i)^n - 1) / ((1+i)^n - 1)$	
Flusso di cassa	FC	5.250,00	in EURO (risparmio annuo)	
Intervento straordinario	IS	0,00	euro	Anno dell'intervento straordinario:
Valore attuale (flussi di cassa costanti)	VA	20.702,1		
Valore attuale netto (flussi di cassa variabili)	VAN	20.702,1	investimento vantaggioso quanto più è grande (+) [EURO]	20.702,1
Tempo di ritorno	PBP	8,57	anni	Formula sempl. = FC*FA-I.
Tempo di ritorno attualizzato	PBPI	11,43	anni	
Profitto attualizzato	PA	1.654,2	di euro/anno	
Tasso di redditività immediato (Rate of return)	ROR	11,67	%	
Tasso di ritorno interno (TIR o ROI)	IRR	9,90	% (x100)	
Inflazione	y	0,01	% (x100)	
Tasso di interesse nominale	i'	0,06	% (x100)	
Indice di valutazione dell'investimento	I.V.I. 1	23.339,6	GJ/EURO Ind=R*n/I	
Indice "costi benefici" (BCR)	BCR	146,0%	% (x100): (FA*FC)/I	
Indice di profitto	IP	46,0%	% (x100): VAN/I	
Minori emissioni di CO ₂	CO₂	23.526,3	kg non emessi in un anno (en.el.)	
Minori emissioni di CO ₂	CO₂	470.525,4	kg non emessi per il periodo di vita dell'intervento (en.el.)	
Risparmio annuo di energia primaria	R	52,51	MWh/a	

Figura 4-2 Indicatori economici e finanziari calcolati sull'installazione di un impianto PV

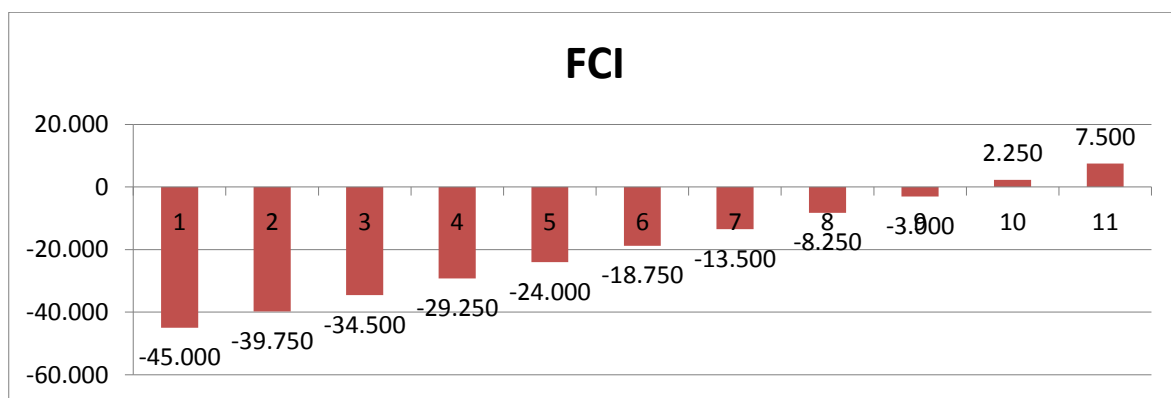


Figura 4-3 Indicatori economici e finanziari calcolati sull'installazione di un impianto PV

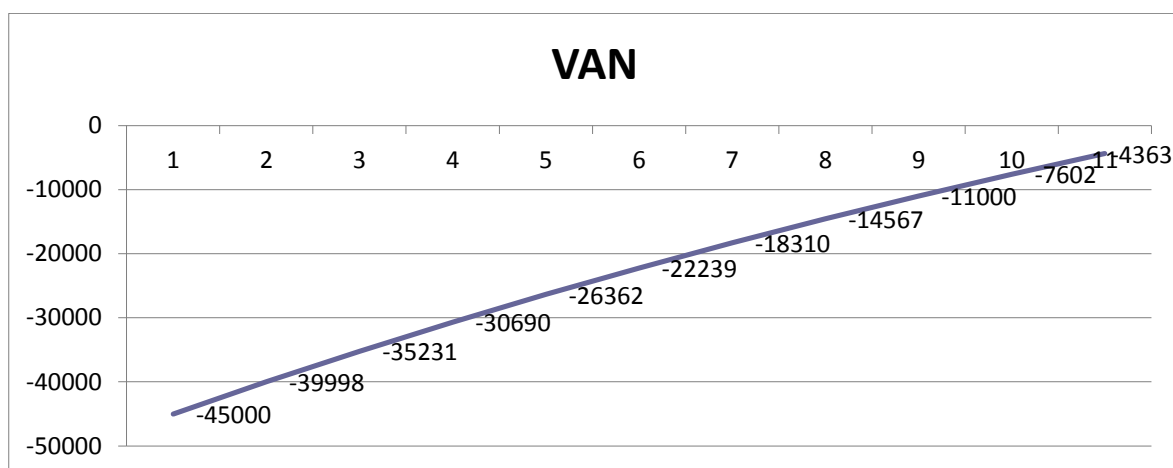


Figura 4-4 Indicatori economici e finanziari calcolati sull'installazione di un impianto PV

4.2. ILLUMINAZIONE

La diagnosi energetica ha tenuto in conto dei consumi dell'illuminazione interna in relazione ai consumi totali dell'edificio. Le considerazioni ed i dati emersi sono stati utilizzati per la valutazione degli interventi di ottimizzazione; il risparmio annuo viene valutato come somma di tre componenti:

- miglior efficienza luminosa;
- costo di investimento iniziale;
- lunghezza della vita tecnica.

In particolare abbiamo ipotizzato la sostituzione delle lampade di diversa potenza presenti in tutto l'edificio; con questo semplice relamping si può ridurre il consumo elettrico sulle utilities dell'illuminazione di circa il 50%. Ovviamente, è d'uopo, effettuare un'analisi illuminotecnica che renda a norma gli effetti ottici e luminosi, al fine di poter rendere più confortevole l'utilizzo delle luci e considerare anche la possibilità di sostituzione dell'intera plafoniera ove si verifichi l'obsolescenza.

ubicazione	numero di lampade	ore/anno funzionamen	tipologia di lampada	potenza [W]	attuale			tipologia di lampada	potenza [W]	nuovo			risparmio annuo
					potenza totale [kW]	consumo annuo	costo annuo			potenza totale [kW]	consumo annuo	costo annuo	
ingresso materna		3650			0,00	0,00	0,00 €	lampione led	72	0	0	0,00 €	0,00 €
atrio materna	10	900	tubi neon T 8	36	0,36	324,00	78,47 €	tubi LED T 8	16	0,16	144	34,88 €	43,60 €
aule materna	24	240	tubi neon T 8	36	0,86	207,36	50,22 €	tubi LED T 8	16	0,384	92,16	22,32 €	27,90 €
servizi materna	6	900	tubi neon T 8	36	0,22	194,40	47,08 €	tubi LED T 8	16	0,096	86,4	20,93 €	26,16 €
scala materna	4	900	tubi neon T 8	18	0,07	64,80	15,69 €	tubi LED T 8	10	0,04	36	8,72 €	6,98 €
palestra	6	150	S.A.P.	400	2,40	360,00	87,19 €	tubi LED T 8	16	0,096	14,4	3,49 €	83,70 €
palestra WC	5	150	tubi neon T 8	36	0,18	27,00	6,54 €	tubi LED T 8	10	0,05	7,5	1,82 €	4,72 €
palestra WC	4	150	tubi neon T 8	18	0,07	10,80	2,62 €	tubi LED T 8	16	0,064	9,6	2,33 €	0,29 €
esterno palestra	8	500	tubi neon T 8	36	0,29	144,00	34,88 €	tubi LED T 8	16	0,128	64	15,50 €	19,38 €
esterno riunioni	6	500	tubi neon T 8	36	0,22	108,00	26,16 €	tubi LED T 8	10	0,06	30	7,27 €	18,89 €
esterno elementare	12	3650	SQN T	150	1,80	6.570,00	1.591,25 €	tubi LED T 8	16	0,192	700,8	169,73 €	1.421,52 €
corridoio ele. PT	48	900	tubi neon T 8	18	0,86	777,60	188,33 €	tubi LED T 8	10	0,48	432	104,63 €	83,70 €
corridoio ele. PT	6	30	alogenia	150	0,90	27,00	6,54 €	tubi LED T 8	16	0,096	2,88	0,70 €	5,84 €
servizi ele. PT	34	900	lampad. A.E.	11	0,37	336,60	81,52 €		11	0,374	336,6	81,52 €	0,00 €
scale elem.	3	900	lampad. A.E.	11	0,03	29,70	7,19 €	tubi LED T 8	10	0,03	27	6,54 €	0,65 €
aule ele. PT	152	700	tubi neon T 8	18	2,74	1.915,20	463,86 €	tubi LED T 8	16	2,432	1702,4	412,32 €	51,54 €
aule ele. PT	24	700	tubi neon T 8	36	0,86	604,80	146,48 €		36	0,864	604,8	146,48 €	0,00 €
corridoio ele. P1	48	900	tubi neon T 8	18	0,86	777,60	188,33 €	tubi LED T 8	16	0,768	691,2	167,41 €	20,93 €
aule ele. P1	144	700	tubi neon T 8	18	2,59	1.814,40	439,45 €	tubi LED T 8	16	2,304	1612,8	390,62 €	48,83 €
aule ele. P1	12	700	tubi neon T 8	36	0,43	302,40	73,24 €		36	0,432	302,4	73,24 €	0,00 €
sala pc	24	30	tubi neon T 8	18	0,43	12,96	3,14 €		18	0,432	12,96	3,14 €	0,00 €
sala riunioni	12	30	tubi neon T 8	18	0,22	6,48	1,57 €		18	0,216	6,48	1,57 €	0,00 €
servizi ele. P1	12	900	lampad. A.E.	11	0,13	118,80	28,77 €	campana led	100	1,2	1080	261,58 €	-232,80 €
totale	604				16,91	14.733,90	3.568,55 €			10,898	7996,38	1.936,72 €	1.631,83 €

Tabella 31 Anagrafica delle lampade oggetto di sostituzione con tecnologia LED

Sono presenti, così come descritto in anagrafica diverse tipologie di lampade classificate

- per forma del tubo:
 - lampade fluorescenti lineari, che hanno un tubo a forma lineare; la lunghezza varia da modello a modello, in modo da ottenere una diversa luminosità, e diametro 26 mm, sigla T8 (ove il numero che segue T identifica il diametro, espresso in ottavi di pollice);
 - lampade agli ioduri metallici (per illuminazione stradale, non afferenti ai consumi della scuola);
 - lampade fluorescenti compatte, concepite per concentrare la luminosità in un piccolo volume con lo scopo di ridurre l'ingombro, specialmente quando si vuole sostituire una lampada a incandescenza (inefficiente dal punto di vista energetico) contenuta in un piccolo alloggiamento con una lampada a risparmio

Le lampade fluorescenti hanno una vita media che può essere fortemente influenzata dal numero di accensioni e spegnimenti, a meno che non si usi un pilotaggio elettronico: ognuna di queste operazioni, infatti, riduce la vita della lampada, a causa dell'usura subita dagli elettrodi per il maggior numero di preriscaldamenti richiesti. Il valore fornito dalle aziende produttrici è generalmente calcolato con cicli di accensione di 8 ore e va dalle 12-15000 ore delle lampade tubolari alle 5-6000 ore delle lampade compatte. Nel caso nostro, in cui le ore di utilizzo giornaliere sono elevate, il consumo dell'illuminazione incide molto sul consumo elettrico

totale. Inoltre, è stata considerata l'incidenza del consumo dell'illuminazione della scuola sul consumo totale.

INCIDENZA	Ips [kWh/m ²]		
24,46%	7,60	scuola	(escl. Esterno
37,62%		totale	

Tabella 32 Incidenza delle lampade sul consumo della scuola

La gestione dell'illuminazione con sensori di presenza, sensori di luce, e dimmer potranno ridurre ancor più il consumo, circa il 7 %, oltre a sensibilizzare il personale all'utilizzo razionale dell'energia. C'è infatti da dire, che durante i sopralluoghi, è stato notato che la luce sia nelle aule che nei corridoi, nonché all'esterno, è accesa di giorno, e in condizioni meteorologiche serene.

Scuola S.G.Bosco - edificio scuola dell'infanzia				
Intervento: relamping prezzi di MERCATO				
	VAN/I	-0,5		
Investimento	I	1.550,00	euro	FLUSSO DI CASSA (costante): -110,00 euro
Tasso di interesse di calcolo (reale)	i	0,05	% (x100)	
Vita dell'intervento	n	15	anni (considerando il periodo minimo di contratto)	
Importo complessivo detrazioni	Det	0,00	euro	Numero di anni per le detrazioni 0
Fattore di annualità	FA	10,41	anni $((1+i)^n - 1) / ((1+i) - 1)$	
Flusso di cassa	FC	110,00	in EURO (risparmio annuo)	
Intervento straordinario	IS	0,00	euro	Anno dell'intervento straordinario
Valore attuale (flussi di cassa costanti)	VA	-404,4		
Valore attuale netto (flussi di cassa variabili)	VAN	-404,4	investimento vantaggioso quanto più è grande (+) [EURO]	-404,4
Tempo di ritorno	PBP	14,09	anni	Formula sempl. = FC*FA-I.
Tempo di ritorno attualizzato	PBPi	24,75	anni	
Profitto attualizzato	PA	-38,8	di euro/anno	
Tasso di redditività immediato (Rate of return)	ROR	7,10	%	
Tasso di ritorno interno (TIR o ROI)	IRR	0,79	% (x100)	
Inflazione	y	0,01	% (x100)	
Tasso di interesse nominale	i'	0,06	% (x100)	
Indice di valutazione dell'investimento	I.V.I. 1	10.064,5	GJ/EURO Ind=R*n/I	
Indice "costi benefici" (BCR)	BCR	73,9%	% (x100): (FAxFC)/I	
Indice di profitto	IP	-26,1%	% (x100): VAN/I	
Minori emissioni di CO ₂	CO ₂	485,9	kg non emessi in un anno (en.el.)	
Minori emissioni di CO ₂	CO ₂	6.988,8	kg non emessi per il periodo di vita dell'intervento (en.el.)	
Risparmio annuo di energia primaria	R	1,04	MWh/a	

Figura 4-5 Indicatori economici e finanziari calcolati sulla sostituzione delle lampade

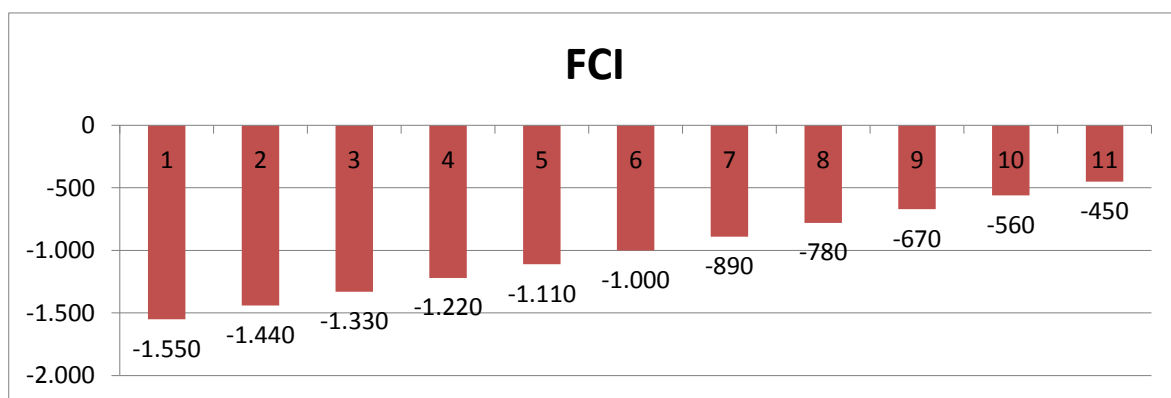


Figura 4-6 Indicatori economici e finanziari calcolati sulla sostituzione delle lampade

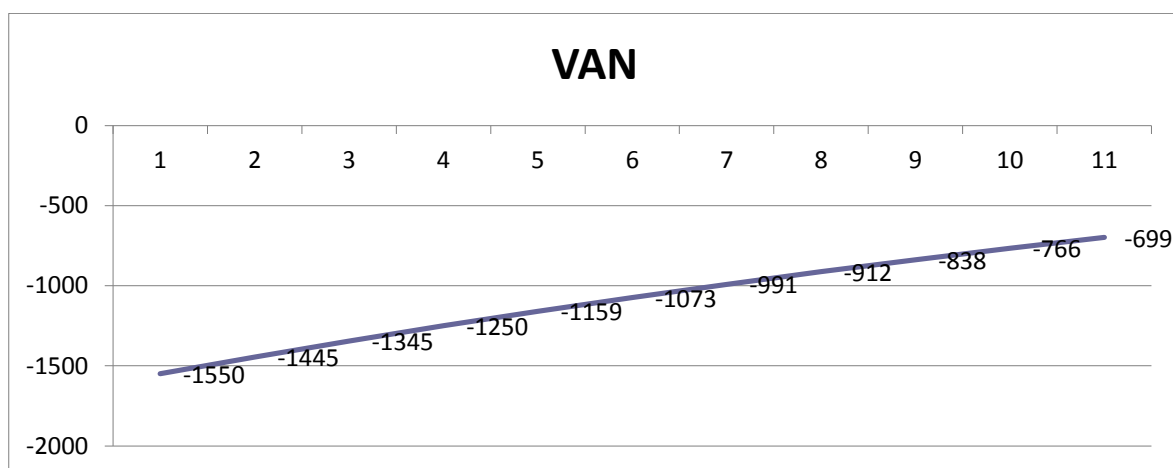


Figura 4-7 Indicatori economici e finanziari calcolati sulla sostituzione delle lampade

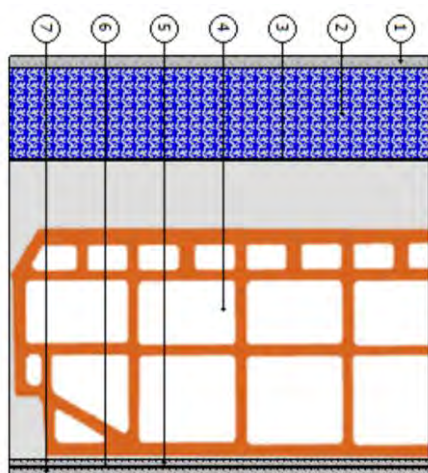
4.3. ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA

La diagnosi energetica ha considerato anche interventi sull'involucro dell'edificio. Il solaio di copertura, data la considerevole trasmittanza calcolata $1,087 \text{ W/m}^2\text{K}$ ha necessità di essere coibentato. L'intervento proposto vede la stratigrafia cambiare come raffigurata

1. barriera al vapore,
2. lana Roccia 12 cm,
3. membrana impermeabile a base di bitume con resine elastomeriche 1,5 cm,
4. pittura bianca all'acqua ad alte riflettività,

e raggiungere così la trasmittanza di $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$, inferiore sia al limite di legge per gli interventi di riqualificazione energetica, che ai limiti delle schede tecniche del conto termico 2.0, con un investimento iniziale di circa 95.000 € (se valutato a partire dal prezziario Regionale della Campania).

La differenza del fabbisogno di energia primaria prima e dopo l'intervento è di circa 8.000 kWh con un risparmio economico di circa 850 € all'anno. Considerando la durevolezza di un solaio di copertura e la possibilità di effettuare oltre agli interventi per l'efficienza energetica, anche degli interventi di adeguamento sismico, quello del cappotto orizzontale potrebbe essere un intervento da effettuare nonostante il tempo di rientro lungo, tenendo sempre presente, che si parte dal prezziario regionale.



N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]
1	Bitume: feltro/foglio	1,5
2	Fibre minerali ottenute da rocce feldspatiche: pannelli semirigidi (40 kg/m³)	12,0
3	Polietilene espanso estruso in continuo, non reticolato (30 kg/m³)	0,3
4	Solaio (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 340 + malta di cemento 20 + Calcestruzzo armato 40	39,0
5	Malta di calce o di calce e cemento	1,0
6	Fibre di vetro: feltri resinati (14 kg/m³)	0,3
7	Malta di calce o di calce e cemento	1,0
Spessore totale		55,1

Figura 4-8 Stratigrafia dopo l'intervento suggerito

Scuola S.G.Bosco - edificio scuola dell'infanzia				
Intervento: Coibentazione Solaio Copertura - prezzi Regione Campania				
	VAN/I	-0,9		
Investimento	I	95.000,00	euro	FLUSSO DI CASSA (costante): 830,00 euro
Tasso di interesse di calcolo (reale)	i	0,05	% (x100)	
Vita dell'intervento	n	15	anni (considerando il periodo minimo di contratto)	
Importo complessivo detrazioni	Det	0,00	euro	Numero di anni per le detrazioni: 0
Fattore di annualità	FA	10,41	anni	$((1+i)^n - 1) / ((1+i) * n)$
Flusso di cassa	FC	830,00	in EURO (risparmio annuo)	
Intervento straordinario	IS	0,00	euro	Anno dell'intervento straordinario
Valore attuale (flussi di cassa costanti)	VA	-86.356,0		
Valore attuale netto (flussi di cassa variabili)	VAN	-86.356,0	investimento vantaggioso quanto più è grande (+) [EURO]	-86.356,0
Tempo di ritorno	PBP	114,46	anni	Formula sempl. = FC * FA - I.
Tempo di ritorno attualizzato	PBPi	#NUM!	anni	Formula corretta solo per flussi di cassa costanti
Profitto attualizzato	PA	-8.291,9	di euro/anno	
Tasso di redditività immediato (Rate of return)	ROR	0,87	%	
Tasso di ritorno interno (TIR o ROI)	IRR	-18,73	% (x100)	
Inflazione	y	0,01	% (x100)	
Tasso di interesse nominale	i'	0,06	% (x100)	
Indice di valutazione dell'investimento	I.V.I. 1	110,5	GJ/EURO Ind=R*n/I	
Indice "costi benefici" (BCR)	BCR	9,1%	% (x100): (FA*FC)/I	
Indice di profitto	IP	-90,9%	% (x100): VAN/I	
Minori emissioni di CO ₂	CO ₂	313,6	kg non emessi in un anno (en.el.)	
Minori emissioni di CO ₂	CO ₂	4.704,0	kg non emessi per il periodo di vita dell'intervento (en.el.)	
Risparmio annuo di energia primaria	R	0,70	MWh/a	

Figura 4-9 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della copertura – prezzi Regione Campania

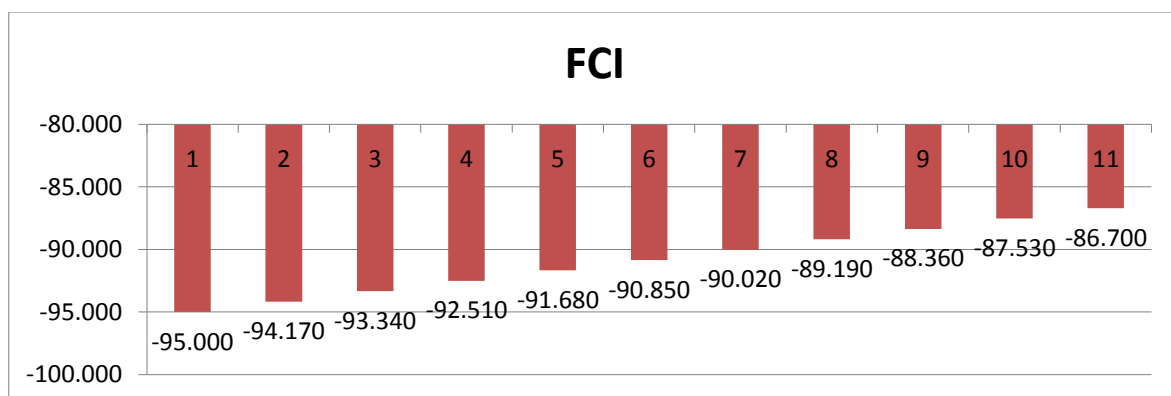


Figura 4-10 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della copertura– prezzi Regione Campania

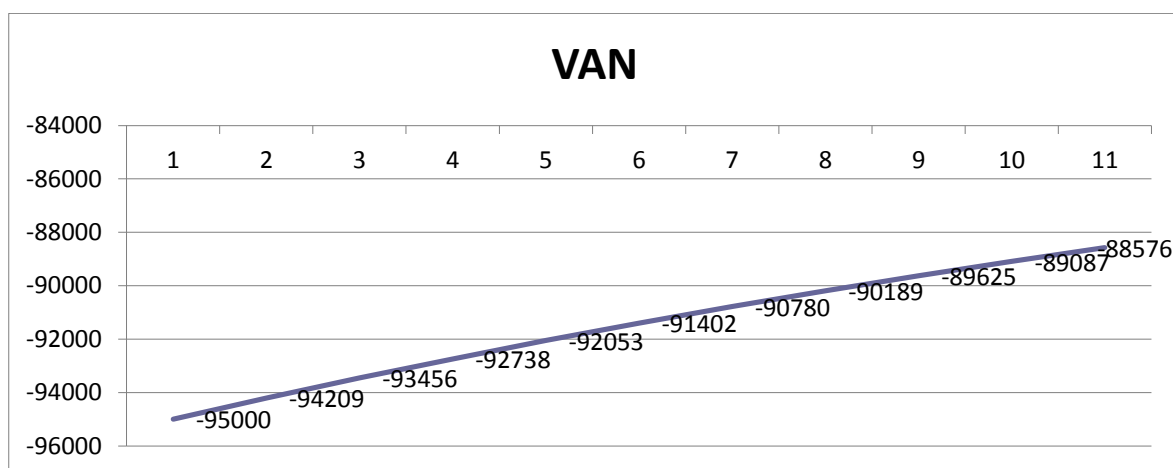


Figura 4-11 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della copertura– prezzi Regione Campania

4.4. ISOLAMENTO TERMICO DELLA MURATURA PERIMETRALE

La diagnosi energetica ha considerato anche interventi sull'involucro dell'edificio. La muratura di tamponamento perimetrale, data la trasmittanza misurata $1,227 \text{ W/m}^2\text{K}$ ha necessità di essere coibentata.

Di seguito viene proposto l'intervento tradizionale, con cappotto e intonaco esterno.

Per ottenere gli incentivi del Conto Termico 2.0 bisogna raggiungere determinati valori della trasmittanza.

L'intervento "classico" di coibentazione con "cappotto termico" prevede l'aggiunta di uno strato di isolamento con:

1. Lana Roccia in pannelli rigidi con spessore 10 cm;
2. Intonaco con premiscelato pronto dello spessore minimo di 1 cm;
3. Rete portaintonaco;
4. Intonaco per rasatura pronto dello spessore non inferiore a 5mm;
5. Tinteggiatura

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,0
2	Fibre di vetro: feltri resinati (14 kg/m³)	0,3
3	Malta di calce o di calce e cemento	1,0
4	Blocchi in tufo (1600 kg/m³)	50,0
5	Malta di calce o di calce e cemento	1,0
6	Fibre di vetro: feltri resinati (14 kg/m³)	0,3
7	Malta di calce o di calce e cemento	1,0
8	Fibre minerali ottenute da rocce feldspatiche: pannelli rigidi (100 kg/m³)	8,0
9	Malta di calce o di calce e cemento	1,0
Spessore totale		63,6

Figura 4-12 Stratigrafia della muratura perimetrale dopo l'intervento con cappotto esterno

Il valore di trasmittanza raggiunto è $0,257 \text{ W/m}^2\text{K}$, inferiore sia al limite di legge per gli interventi di riqualificazione energetica, che ai limiti delle schede tecniche del conto termico 2.0. La differenza del fabbisogno di energia primaria prima e dopo l'intervento è di circa 2.800 kWh con un risparmio economico di circa 300 € all'anno.

Scuola S.G.Bosco - edificio scuola dell'infanzia				
Intervento: Coibentazione muratura perimetrale con lana roccia - prezzi Regione Campania				
	VAN/I	-0,9		
Investimento	I	30.150,00	euro	FLUSSO DI CASSA (costante): 310,00 euro
Tasso di interesse di calcolo (reale)	i	0,05	% (x100)	
Vita dell'intervento	n	15	anni (considerando il periodo minimo di contratto)	
Importo complessivo detrazioni	Det	0,00	euro	Numero di anni per le detrazioni 0
Fattore di annualità	FA	10,41	anni $((1+i)^n - 1) / ((1+i) \cdot n \cdot i)$	
Flusso di cassa	FC	310,00	in EURO (risparmio annuo)	
Intervento straordinario	IS	0,00	euro	Anno dell'intervento straordinario
Valore attuale (flussi di cassa costanti)	VA	-26.921,5		
Valore attuale netto (flussi di cassa variabili)	VAN	-26.921,5	investimento vantaggioso quanto più è grande (+) [EURO]	-26.921,5
Tempo di ritorno	PBP	97,26	anni	Formula sempl. = FC*FA-I.
Tempo di ritorno attualizzato	PBPI	#NUM!	anni	
Profitto attualizzato	PA	-2.585,0	di euro/anno	
Tasso di redditività immediato (Rate of return)	ROR	1,03	%	
Tasso di ritorno interno (TIR o ROI)	IRR	-17,55	% (x100)	
Inflazione	y	0,01	% (x100)	
Tasso di interesse nominale	i'	0,06	% (x100)	
Indice di valutazione dell'investimento	I.V.I. 1	129,4	GJ/EURO $\text{Ind} = R \cdot n / I$	
Indice "costi benefici" (BCR)	BCR	10,7%	% (x100): $(FA \cdot FC) / I$	
Indice di profitto	IP	-89,3%	% (x100): VAN / I	
Minori emissioni di CO ₂	CO ₂	116,5	kg non emessi in un anno (en.el.)	
Minori emissioni di CO ₂	CO ₂	1.747,2	kg non emessi per il periodo di vita dell'intervento (en.el.)	
Risparmio annuo di energia primaria	R	0,26	MWh/a	

Figura 4-13 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della muratura perimetrale con cappotto esterno – prezziario Regione Campania

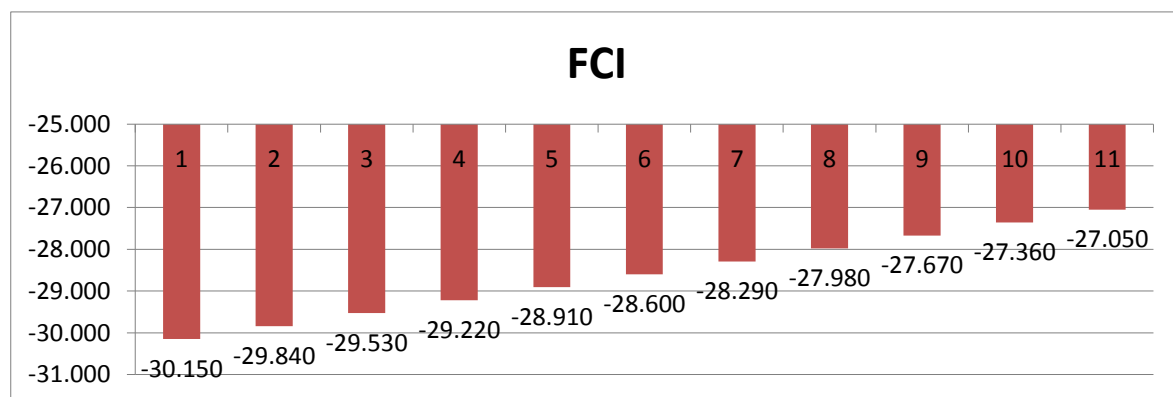


Figura 4-14 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della muratura perimetrale con cappotto esterno – prezzi Regione Campania

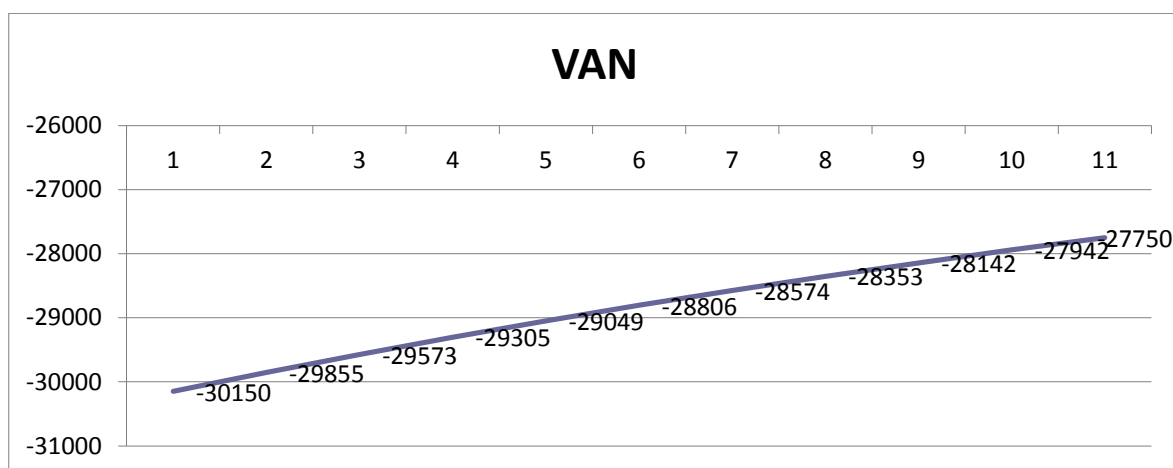
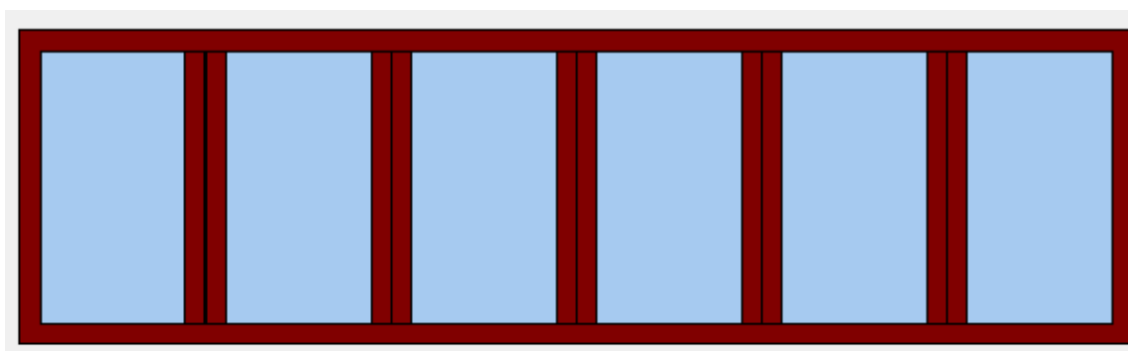


Figura 4-15 Indicatori economici calcolati sull'isolamento della muratura perimetrale con cappotto esterno – prezzi Regione Campania

4.5. SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI

Oltre alle superfici opache, è stato effettuato anche uno studio sulle superfici verticali trasparenti, per verificare la fattibilità di interventi. Tutti gli infissi hanno una trasmittanza molto elevata (fino a $4,75 \text{ W/m}^2\text{K}$). È stata effettuata una simulazione per calcolare il fabbisogno di energia primaria dopo l'intervento di sostituzione degli infissi presenti, con infissi in pvc, 6 camere, doppio vetro basso emissivo 0,15, argon 90%, spessore 4-12-4 con trasmittanza minore $1,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ per poter accedere anche ai contributi offerti dal nuovo conto termico 2.0; risulta un costo totale per l'intervento di 25.600 €, secondo il prezzario della Regione Campania.

La differenza del fabbisogno di energia primaria prima e dopo l'intervento è di circa 7.000 kWh con un risparmio economico di circa 760 € all'anno.



aula finestra materna

A_v	3,72	m ²
A_r	1,74	m ²
l_v	19,84	m

U_v	1,60	W/m ² K
U_r	1,30	W/m ² K
Ψ	0,08	W/mK

U	1,80	W/m ² K
U_{wa}	1,80	W/m ² K
g_{glaz}	0,67	W/mK

Legenda

A_v	Area del vetro
A_r	Area del telaio
l_v	Perimetro della superficie vetrata
U_v	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
U_r	Trasmittanza termica del telaio
Ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
U_{wa}	Trasmittanza termica totale del serramento
U_{glaz}	Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache
g_{glaz}	Fattore di trasmissione solare normale del vetro

Figura 4-16 Caratteristiche geometriche e termiche infisso aule

Scuola S.G.Bosco - edificio scuola dell'infanzia				
Intervento: Sostituzione infissi - prezzi Regione Campania				
Investimento	VAN/I	-0,8	euro	FLUSSO DI CASSA (costante): 750,00 euro
Tasso di interesse di calcolo (reale)	i	0,05	% (x100)	
Vita dell'intervento	n	15	anni (considerando il periodo minimo di contratto)	
Importo complessivo detrazioni	Det	0,00	euro	Numero di anni per le detrazioni 0
Fattore di annuità	FA	10,41	anni	$((1+i)^n - 1) / ((1+i) \cdot n)$
Flusso di cassa	FC	760,00	in EURO (risparmio annuo)	
Intervento straordinario	IS	0,00	euro	Anno dell'intervento straordinario
Valore attuale (flussi di cassa costanti)	VA	-17.685,0		
Valore attuale netto (flussi di cassa variabili)	VAN	-17.685,0	investimento vantaggioso quanto più è grande (+) [EURO]	-17.685,0
Tempo di ritorno	PBP	33,68	anni	Formula sempl.
Tempo di ritorno attualizzato	PBPi	#NUM!		= FC * FA - I.
Profitto attualizzato	PA	-1.698,1	di euro/anno	
Tasso di redditività immediato (Rate of return)	ROR	2,97	%	
Tasso di ritorno interno (TIR o ROI)	IRR	-8,74	% (x100)	
Inflazione	y	0,01	% (x100)	
Tasso di interesse nominale	i'	0,06	% (x100)	
Indice di valutazione dell'investimento	I.V.I. 1	380,9	GJ/EURO Ind=R*n/I	
Indice "costi benefici" (BCR)	BCR	30,9%	% (x100): (FAxFC)/I	
Indice di profitto	IP	-69,1%	% (x100): VAN/I	
Minori emissioni di CO ₂	CO₂	291,2	kg non emessi in un anno (en.el.)	
Minori emissioni di CO ₂	CO₂	4.368,0	kg non emessi per il periodo di vita dell'intervento (en.el.)	
Risparmio annuo di energia primaria	R	0,65	MWh/a	

Figura 4-17 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione degli infissi – prezzi Regione Campania

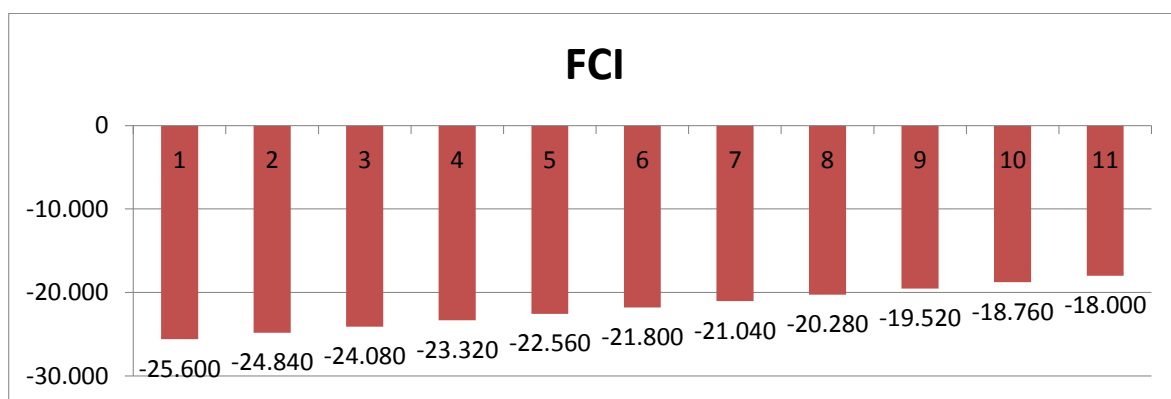


Figura 4-18 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione degli infissi – prezzi Regione Campania

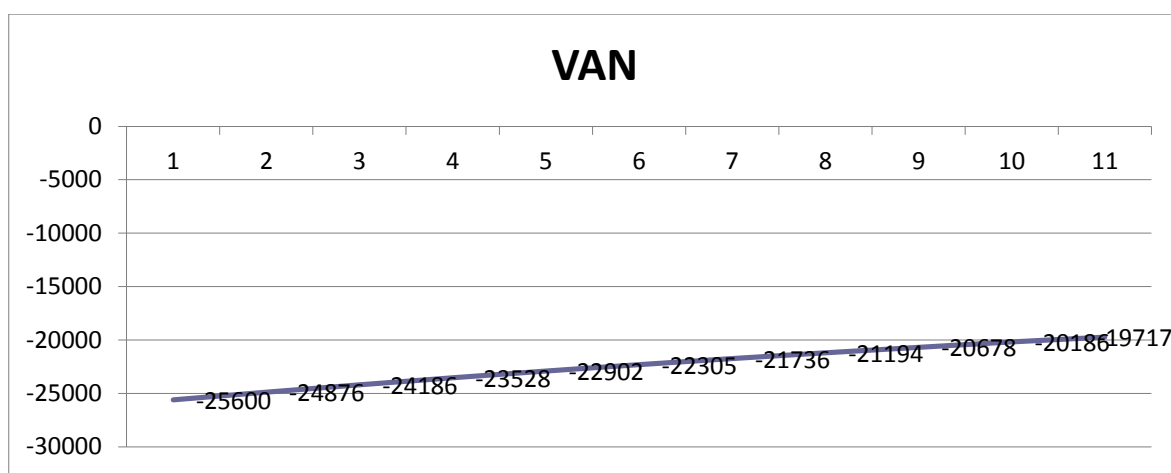


Figura 4-19 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione degli infissi – prezzi Regione Campania

4.6. L'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

La caldaia in opera serve il completo plesso. Essendo unica per le due scuole, le ipotesi di efficientamento energetico che si possono proporre sono innumerevoli. Si potrebbe ipotizzare di sostituire la caldaia con una ad alta efficienza energetica, lasciando l'impianto attuale, con una spesa di circa 15.000 € ed un risparmio annuale di circa 1.500 € di gasolio. Altresì, considerare di riqualificare l'impianto di riscaldamento con sistemi più moderni, effettuando una gestione a monte degli orari di accensione e spegnimento del riscaldamento, ripartendo la richiesta delle singole scuole, che hanno attività in giorni e ore diverse. In fase di una eventuale progettazione più spinta si potranno valutare le varie opportunità.

Scuola S.G.Bosco - edificio scuola dell'infanzia				
Intervento: sostituzione impianto termico - prezzi di mercato				
	VAN/I	-0,3		
Investimento	I	15.000,00	euro	FLUSSO DI CASSA (costante): 1.400,00 euro
Tasso di interesse di calcolo (reale)	i	0,05	% (x100)	
Vita dell'intervento	n	10	anni (considerando il periodo minimo di contratto)	
Importo complessivo detrazioni	Det	0,00	euro	Numero di anni per le detrazioni 0
Fattore di annuità	FA	7,74	anni $((1+i)^n - 1) / ((1+i)^n \cdot i)$	
Flusso di cassa	FC	1.400,00	in EURO (risparmio annuo)	
Intervento straordinario	IS	0,00	euro	Anno dell'intervento straordinario
Valore attuale (flussi di cassa costanti)	VA	-4.163,5		
Valore attuale netto (flussi di cassa variabili)	VAN	-4.163,5	investimento vantaggioso quanto più è grande (+) [EURO]	-4.163,5
Tempo di ritorno	PBP	10,71	anni	Formula sempl. $= FC \cdot FA - I$
Tempo di ritorno attualizzato	PBPi	15,64	anni	
Profitto attualizzato	PA	-537,9	di euro/anno	
Tasso di redditività immediato (Rate of return)	ROR	9,33	%	
Tasso di ritorno interno (TIR o ROI)	IRR	-1,24	% (x100)	
Inflazione	y	0,01	% (x100)	
Tasso di interesse nominale	i'	0,06	% (x100)	
Indice di valutazione dell'investimento	I.V.I. 1	866,7	GJ/EURO $Ind = R \cdot n / I$	
Indice "costi benefici" (BCR)	BCR	72,2%	% (x100): $(FA \cdot FC) / I$	
Indice di profitto	IP	-27,8%	% (x100): VAN / I	
Minori emissioni di CO ₂	CO₂	582,4	kg non emessi in un anno (en.el.)	
Minori emissioni di CO ₂	CO₂	5.824,0	kg non emessi per il periodo di vita dell'intervento (en.el.)	
Risparmio annuo di energia primaria	R	1,30	MWh/a	

Figura 4-20 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione del generatore – prezzi di mercato

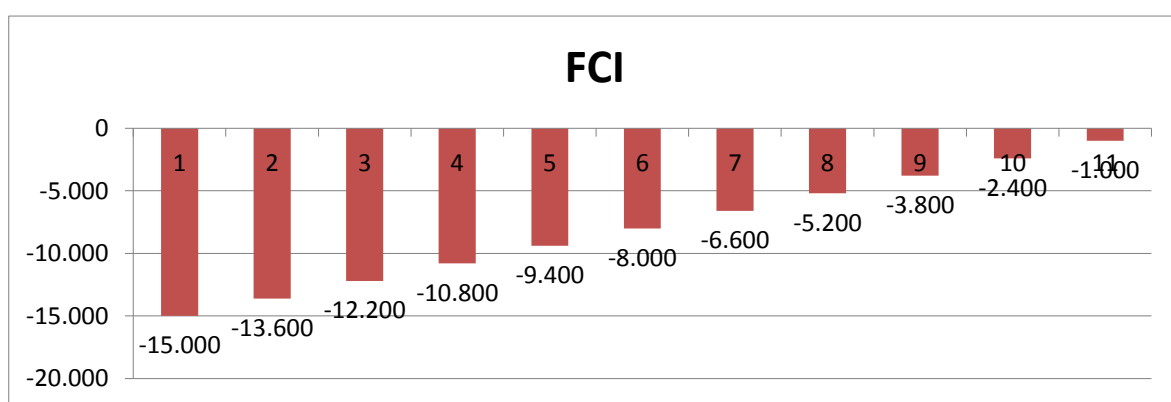


Figura 4-21 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione del generatore – prezzi di mercato

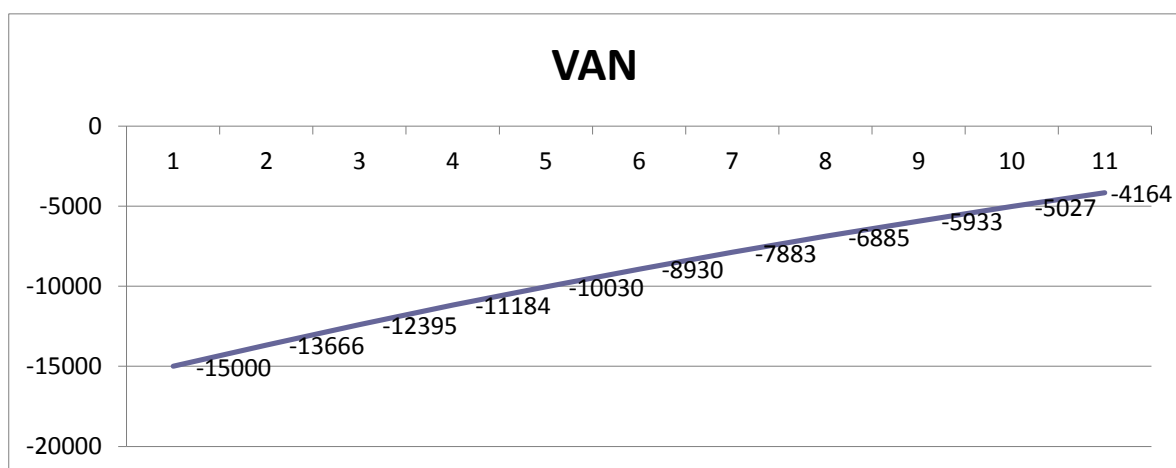


Figura 4-22 Indicatori economici calcolati sulla sostituzione del generatore – prezzi di mercato

5. “BUONE PRATICHE”

Gli interventi proposti nel capitolo precedente sono oggetto di investimento economico e di risorse umane; studi fatti dall'ENEA, sul risparmio energetico dimostrano che tra le azioni che portano nel tempo ad una notevole riduzione dei costi energetici nelle scuole ci sono quelle adottate tutti i giorni da coloro che occupano il sito (studenti, docenti, dipendenti, operatori del settore), che indirizzati attraverso l'informazione e la formazione, aiutano con i loro comportamenti virtuosi a raggiungere l'obiettivo di ridurre le emissioni in atmosfera. Innanzitutto, la consapevolezza dei consumi della scuola, permette di riconoscere il “peso energetico” del sistema pubblico. Far sapere a tutti quanto emette in termini di CO₂ la scuola in cui si “vive” la maggior parte della giornata per diversi anni della propria vita, è il punto di partenza per sensibilizzare la comunità.

Questa consapevolezza non può comunque esimere da cercare di contrastare comportamenti che rappresentano uno spreco di energia non procurando alcun valore aggiunto.

“Spegnerne lo spreco” può consentire di destinare ad un migliore utilizzo le risorse energetiche che a volte vengono consumate inutilmente e può portare a significativi ridimensionamenti delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera.

Contribuire ad un uso corretto dell'energia vuol dire anche difendere l'ambiente e consegnarlo migliore alle generazioni future, e partire dalle scuole con il coinvolgimento degli studenti nella gestione delle risorse energetiche dell'istituto (es. procedura di apertura ogni ora delle finestre e chiusura dei termosifoni se l'ambiente è surriscaldato), è di fondamentale importanza e rappresenta un impegno nell'ambito dell'educazione alla cittadinanza. Azioni di sensibilizzazione, informazione, e formazione sono una base profonda per acquisire una matura consapevolezza che risparmiare in termini di consumi energetici contribuisce non solo al benessere del luogo di lavoro e dell'ambiente in cui viviamo il nostro maggior tempo ma è l'anima di una cultura volta alla spirale del miglioramento continuo, così come previsto anche dalla norma ISO 50001.

5.1. VALVOLE TERMOSTATICHE E ISOLAMENTO PORZIONE PARETE RETRO RADIATORI

Una volta che si è provveduto a mettere l'impianto nelle migliori condizioni operative (finestre chiuse, assenza di ostruzioni, assenza di oggetti appoggiati sui corpi scaldanti, et cetera) è importante regolarlo in modo da far sì che esso mantenga nell'ambiente condizioni ottimali senza sprechi, questo ovviamente considerando di aver installato le valvole che permettano di regolare la temperatura dei radiatori. Poiché, infatti, non sempre è rispettato il corretto rapporto tra cubatura e numero di studenti, le condizioni qualitative dell'aria degenerano con il passare delle ore e i locali si surriscaldano, determinando spesso l'abitudine di aprire le finestre durante l'intervallo (causando drastici sbalzi di temperatura).

Come stabilito dal D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii, per i mesi estivi la temperatura dell'aria consigliata va da 24 a 27 °C e per i mesi invernali la temperatura varia da 18 a 22 °C (con lo scarto di 1 °C in entrambi i casi).

L'umidità relativa può attestarsi tra il 45 e il 70%. Per evitare sbalzi termici eccessivi e dannosi alla salute degli studenti e del personale scolastico, la differenza tra la temperatura interna e quella esterna, non dovrebbe essere maggiore di 7 °C. Ogni ulteriore aumento invernale o calo estivo della temperatura può essere considerato un uso non razionale dell'energia. E' meglio dunque, per quanto possibile, utilizzare abiti più adatti, nel caso in cui queste temperature non soddisfino i propri desideri.

La diagnosi energetica ha considerato anche interventi sull'impianto di riscaldamento; in particolare si è valutata l'opportunità di modificare l'attuale sistema di regolazione con funzionamento ON/OFF su ogni radiatore, con un sistema di regolazione termica di un grado e sonda climatica esterna. La valvola termostatica è un apparecchio che consente di regolare la potenza emessa da un radiatore: la si imposta molto facilmente, per tentativi, tramite una ghiera numerata (da 0, più freddo, a 5, più caldo), dopodiché essa lascia passare più o meno acqua entro il radiatore a seconda del calore desiderato. Inoltre si ritiene opportuna l'installazione di particolari elementi termoriflettenti nella zona retrostante i termosifoni nelle singole aule. Considerando il costo per singola valvola e pannello di circa 110 € (prezzo di mercato), con un investimento iniziale di circa 1.700 €.

5.1.1. ELIMINARE LE OSTRUZIONI

Lo scambio termico dei radiatori e degli altri corpi scaldanti avviene fondamentalmente in base a due fenomeni fisici:

- l'irraggiamento: il radiatore, essendo più caldo dell'ambiente, irradia energia sotto forma di radiazione infrarossa;
- la convezione: il radiatore riscalda l'aria a contatto con gli elementi scaldanti; questo fenomeno genera una corrente di aria calda che si propaga nell'ambiente.

Entrambi questi meccanismi richiedono, per funzionare al meglio, che il corpo scaldante sia libero da ostruzioni, per poter irradiare e scaldare tutta la stanza.

Gli spazi davanti ai radiatori o ai ventilconvettori devono pertanto essere mantenuti liberi, ovvero sgombrati da mobili, tendaggi, scatoloni e/o altri oggetti di varia natura che contribuiscono ad isolare gli elementi scaldanti e conseguentemente a ridurre l'efficienza dell'impianto. Spesso, cattivi comportamenti portano ad utilizzare i radiatori o i ventilconvettori come piani di appoggio di materiale o come elementi per asciugare panni bagnati.

Ciò, oltre a comportare maggiori consumi energetici, si ripercuote anche sul comfort, in quanto il calore prodotto dai corpi scaldanti non riesce a raggiungere l'ambiente.

5.2. L'IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico è senza dubbio l'impianto più diffuso all'interno degli edifici scolastici. L'energia elettrica viene generalmente utilizzata per l'illuminazione dei locali e delle aree comuni, per il funzionamento delle apparecchiature elettriche (es. personal computer, fotocopiatrici, et cetera), nonché per il funzionamento delle apparecchiature elettriche di altri impianti (es. gruppi frigo, pompe di circolazione dell'acqua calda sanitaria, et cetera).

I consumi di energia elettrica nelle scuole sono molto elevati; per tale ragione è quanto mai importante utilizzare in maniera efficace ed efficiente gli impianti elettrici.

5.2.1. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

L'illuminazione artificiale è presente allo scopo di integrare/sostituire la luce solare quando questa viene a mancare.

L'illuminazione artificiale va pertanto utilizzata solo quando strettamente necessario, evitando comportamenti scorretti quali:

- lasciare accese le lampade per tutto l'orario di occupazione indipendentemente dall'apporto solare esterno;
- abbandonare le aule, gli uffici, la palestra, per periodi prolungati lasciando le luci accese.



Figura 5-1 Evitare di lasciare le luci accese anche di giorno e quando non si utilizzano gli ambienti

5.2.2. APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Nell'attività quotidiana molto spesso si ha a che fare con apparecchiature elettriche. Tra queste, le più utilizzate sono i personal computer, ormai presenti in quasi tutte le postazioni di lavoro.

Nonostante oggi i sistemi operativi siano dotati di meccanismi che consentono lo stand-by e lo spegnimento del monitor quando il computer non è utilizzato per un certo tempo, la quota di potenza assorbita è comunque rilevante, e in ogni caso è uno spreco.

E' quindi molto importante applicare la buona pratica di spegnere questi apparecchi alla fine del proprio turno o quando ci si allontana dalla postazione: i sistemi operativi dei computer più recenti offrono a questo scopo il meccanismo della sospensione, che in pratica “congela” la memoria del computer in modo tale che alla riaccensione ci si trova davanti le stesse applicazioni e gli stessi documenti che si erano lasciati aperti. Questa tecnica consente anche risparmi di tempo, perché la ripresa dalla sospensione dura pochi secondi, ed è quindi molto più rapida dell'avvio normale del pc.

Purtroppo, capita spesso che taluni operatori abbandonino le postazioni di lavoro dimenticandosi di spegnere il computer. Si tratta di uno spreco che, se ripetuto costantemente, può costare fino a circa 100-120 euro all'anno per ogni personal computer.

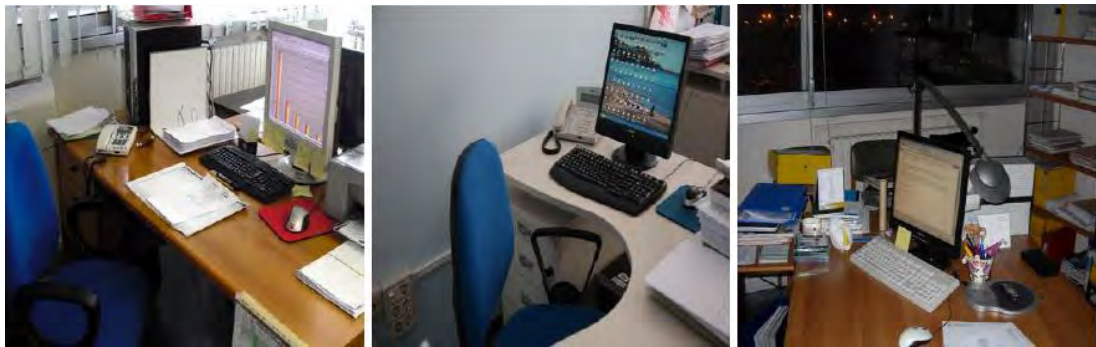


Figura 5-2 Evitare di lasciare i pc accesi anche se assenti nella postazione

Bisogna, pertanto, ricordarsi sempre di spegnere le apparecchiature elettriche non utilizzate.

6. ULTERIORI INTERVENTI

Dopo aver indicato gli interventi da realizzare sia sull'involucro che sull'impianto della scuola, e aver sottolineato quanto sia importante anche la sensibilizzazione degli occupanti, per raggiungere obiettivi virtuosi, rivolti alla riduzione delle emissioni in atmosfera, si ritiene opportuno tenere presente anche altri tipi di interventi di impatto minore, ma pur sempre importanti.

6.1. SISTEMA DI MONITORAGGIO

Si riscontra la necessità di un sistema di monitoraggio delle utenze elettriche; tale sistema permetterà un riscontro immediato tra consumi e fattori di utilizzo dell'energia elettrica e rappresenta uno strumento innovativo e tecnologicamente avanzato che permette la gestione integrata dei consumi dei vari piani dell'edificio. Per esempio, considerando che il plesso ha infatti il costo medio dell'energia elettrica di 0,242 €/kWh, molto al di sopra del costo medio, si consiglia di verificare altre offerte sul mercato, con un risparmio fino a 1500 €/anno.

In particolare il sistema permetterebbe:

- Identificazione e classificazione delle utenze elettriche per tipologie predefinite e determinazione consumi energetici per singola utenza
- Determinazione costi per singola utenza con consumi energetici per gruppi di utenze selezionate o dello stesso tipo
- Determinazione costi per gruppi di utenze selezionate o dello stesso tipo
- Generazione di serie storiche dei dati (consumi, costi, tariffe, perdite etc) da utilizzare come campione per analisi tecnico-economiche
- Censimento dei dispositivi utilizzatori (corpi illuminanti, prese di alimentazione, etc)
- Proiezioni virtuali dei costi (per utenze singole, selezionate o pre-raggruppate) sulla scorta di piani tariffari diversi
- Possibilità di confronto tra proiezioni diverse e con lo storico

- Possibilità di stampa fatture (se introitate elettronicamente tramite XML del fornitore)
- Inserimento manuale fatture (con relativi dati sia tecnici che economici) per singola utenza elettrica (mensili/bimestrali)
- Inserimento automatico fatture (con relativi dati sia tecnici che economici) in formato elettronico per singola utenza elettrica (mensili/bimestrali)
- Inserimento profili tariffari contrattualizzati
- Archiviazione contratti
- Archiviazione/generazione automatica fatture in formato .pdf o immagine
- Inserimento separato dati tecnici reali (consumi, perdite, etc) in previsione di down-load diretto da contatore elettronico
- Generazione automatica di report pre-impostati per generazione documentazione (vulture, spostamenti contratti, dismissioni etc)
- Generazione di tabelle excel di esportazione dei dati e verifica di corretta applicazione delle tariffe in vigore
- Predisposizione lettura dei consumi direttamente da contatore (da valutare e quantificare successivamente)
- Individuazione manuale di utenze con consumi minimi (prossimi a zero)
- Individuazione automatica (tramite flag di avvertimento) di utenze con consumi minimi (prossimi a zero)
- Individuazione manuale di utenze con perdite considerevoli
- Individuazione automatica (tramite flag di avvertimento) di utenze con perdite considerevoli
- Individuazione manuale di utenze con superamenti considerevoli della potenza contrattuale
- Individuazione automatica (tramite flag di avvertimento) di utenze con superamenti considerevoli della potenza contrattuale
- Generazioni di grafici reali e/o di inferenza statistica dalle serie storiche memorizzate.

6.2. LAVAGGIO IMPIANTO RISCALDAMENTO

Mantenere in buona salute un impianto di riscaldamento richiede varie attività; il trattamento dell'acqua che circola in un'impianto di riscaldamento è una di queste. L'acqua presente nell'impianto, di solito, si carica quando l'impianto viene posato, e poi non viene più tolta (a meno di interventi straordinari). Il fatto che l'acqua rimanga parecchi anni nei tubi e nei termosifoni, a volte innesca processi di deterioramento dell'impianto stesso, come:

- Corrosione;
- Formazione di alghe;
- Depositi di calcare;
- Scaglie e fanghi.

La normativa italiana prevede di riempire gli impianti di riscaldamento con acqua a 15 °F (15 gradi francesi indicano una durezza dell'acqua ridotta, cioè poco contenuto di calcare) ma nella realtà, purtroppo, la maggior parte degli impianti vengono riempiti con acqua di acquedotto non trattata. Nel caso di impianti di riscaldamento piccoli (5-6 termosifoni) non si creano grossi problemi, ma quando il contenuto di acqua aumenta è molto più probabile il formarsi di scaglie e di sporco all'interno dell'impianto.

La presenza di calcare, alghe o altri detriti dovuti alla corrosione, comportano una serie di problemi:

- Guasti alla caldaia;
- Aumento dei consumi;
- Scarso confort per chi usa l'impianto.

Per ovviare a questi problemi, sarebbe opportuno un lavaggio completo dell'impianto e la sostituzione dell'acqua sporca con acqua trattata. Questo processo di lavaggio si svolge generalmente in due fasi : la prima in cui si aggiunge all'acqua dell'impianto un liquido pulente che svolge la sua azione non aggressiva per i tubi ; e la seconda fase di lavaggio vero e proprio con delle pompe e una grande portata d'acqua che rimuove gli ultimi depositi di sporco.

Pulire un impianto sporco, può migliorarne l'efficienza e le prestazioni fino al 15%.

6.3. B.A.C.S.

La norma EN15232 definisce quattro diverse classi “B.A.C.S.”(Building Automation and Control system) di efficienza energetica per classificare i sistemi di automazione degli edifici, sia in ambito residenziale che non residenziale. Per raggiungere l’alta efficienza della classe A è necessario unire le prestazioni delle BACS con il sistema TBM (Technical Building Management System).

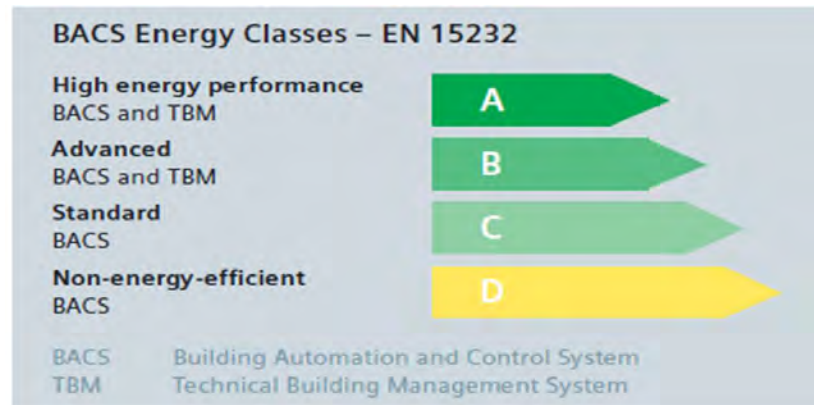


Figura 6-1 B.A.C.S.

La classe C è considerata dal normatore la classe di riferimento perchè considerata lo standard tecnologico di partenza. Tuttavia occorre notare che per gli edifici esistenti, nei quali tipicamente non tutte le funzioni di automazione tradizionale sono implementate, il livello medio del parco tecnologico installato è per la maggior parte corrispondente alla classe D, come nella scuola oggetto di diagnosi.

I fattori di Efficienza B.A.C.S. risultano determinati in funzione dei differenti profili di utilizzo così come definiti dalla EN 15217.

L'impiantistica moderna, sebbene efficace, non considera quasi mai una integrazione sistemica dei suoi diversi componenti.

I sistemi di controllo automatico, che tendono alla classe A, permettono di realizzare tale integrazione in termini di:

- Illuminazione;
- Impianto rilevazione emergenze;
- Riscaldamento e condizionamento;
- Video sorveglianza e sistemi antintrusione;
- Utenze elettriche suddivise secondo un protocollo di priorità, etc

Edifici non residenziali	Energia ELETTRICA				Risparmio		
	D	C	B	A	C/D	B/D	A/D
Uffici	1,10	1	0,93	0,87	9%	15%	21%
Sala conferenze	1,06	1	0,94	0,89	6%	11%	16%
Edifici scolastici	1,07	1	0,93	0,86	7%	13%	20%
Ospedali	1,05	1	0,98	0,96	5%	7%	9%
Hotels	1,07	1	0,95	0,90	7%	11%	16%
Ristoranti	1,04	1	0,96	0,92	4%	8%	12%
Edifici commerciali	1,08	1	0,95	0,91	7%	12%	16%

Edifici residenziali	Energia ELETTRICA				Risparmio		
	D	C	B	A	C/D	B/D	A/D
Appartamenti, ville, ecc.	1,08	1	0,93	0,92	7%	14%	15%

Figura 6-2 B.A.C.S. per l'energia elettrica

Edifici non residenziali	Energia TERMICA				Risparmio		
	D	C	B	A	C/D	B/D	A/D
Uffici	1,51	1	0,80	0,70	34%	47%	54%
Sala conferenze	1,24	1	0,75	0,50	19%	40%	60%
Edifici scolastici	1,20	1	0,88	0,80	17%	27%	33%
Ospedali	1,31	1	0,91	0,86	24%	31%	34%
Hotels	1,31	1	0,85	0,68	24%	35%	48%
Ristoranti	1,23	1	0,77	0,68	19%	37%	45%
Edifici commerciali	1,56	1	0,73	0,60	36%	53%	62%

Edifici residenziali	Energia TERMICA				Risparmio		
	D	C	B	A	C/D	B/D	A/D
Appartamenti, ville, ecc.	1,10	1	0,88	0,81	9%	20%	26%

Figura 6-3 B.A.C.S. per l'energia termica

6.3.1. DIMMER, SENSORI DI LUMINOSITA' E DI PRESENZA

La semplice installazione di un sensore di luminosità e di presenza nelle aule, nei bagni, nei corridoi, sulle scale di emergenza e nei locali interrati adibiti a parcheggio consentirebbe un notevole risparmio di energia, che secondo le tabelle della norma per le B.A.C.S. può anche raggiungere il 10 % di risparmio sul consumo elettrico. Inoltre, per raggiungere risparmi ancor

più considerevoli, si potrebbe consentire l'impiego di variatori di tensione elettronici, cosiddetti dimmer, costituiti da una manopola regolabile che permettono di variare con continuità l'intensità luminosa di tutte le lampade accese e quindi lavorare in funzione dell'apporto solare.

6.3.2. TIMER

L'installazione di temporizzatori per l'accensione/spegnimento dei diversi scaldacqua elettrici presenti all'interno della scuola consentirebbe di spegnere queste utilities nelle ore notturne e nei giorni di chiusura della scuola, evitando così inutili sprechi di energia. Anche in questo caso, considerando le tabelle della norma, si apporterebbe un ulteriore risparmio del 2-3 % del consumo elettrico.

6.4. CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Per quanto concerne la climatizzazione estiva, da come si evince attraverso la figura qui sotto riportata, il fabbisogno di energia primaria è significativo nei mesi di giugno, considerando la seconda parte, luglio ed agosto. Visto che sono i periodi in cui le scuole sono chiuse all'attività didattica, si ritiene poco funzionale prevedere un impianto di climatizzazione estiva, oneroso in termini economici e strutturali e sicuramente con tempi di ammortamento dell'investimento molto lunghi rispetto alla vita tecnica delle stesse macchine; c'è da dire che nei locali adibiti ad uffici di segreteria sono presenti dei climatizzatori con pompe di calore utilizzati sia in riscaldamento (supplementare) sia in raffrescamento.

Mese	$Q_{c,ref}$ [kWh]	η_g [%]	η_e [%]	η_{tr} [%]	η_{m} [%]	η_g [%]	$Q_{c,ref,C}$ [kWh]	$Q_{c,ref,C}$ [kWh]	$Q_{c,ref,C}$ [kWh]
Maggio	1.778,4	100,0	-----	-----	-----	-----	0,0	0,0	0,0
Giugno	18.424,3	100,0	-----	-----	-----	-----	0,0	0,0	0,0
Luglio	32.197,1	100,0	-----	-----	-----	-----	0,0	0,0	0,0
Agosto	33.836,4	100,0	-----	-----	-----	-----	0,0	0,0	0,0
Settembre	6.971,2	100,0	-----	-----	-----	-----	0,0	0,0	0,0
Ottobre	42,7	100,0	-----	-----	-----	-----	0,0	0,0	0,0
Totale	93.250,2	100,0	-----	-----	-----	-----	0,0	0,0	0,0

Figura 6-4 Fabbisogno di energia primaria per climatizzazione estiva

7. CONCLUSIONI

Il presente report ha l'obiettivo di qualificare e quantificare i consumi di energia elettrica e termica della Scuola Statale S.G. Bosco del Comune di Carinara (CE). Sono state considerate tutte le voci di maggior peso riguardanti le utenze maggiormente energivore, considerando soprattutto l'impatto che hanno i vettori energetici principali quali energia elettrica ed energia termica. Inoltre, sono state identificate tutte le possibili attività di efficienza energetica e fonti rinnovabili da applicare, in maniera tale da minimizzare i consumi.

			TEP
Energia Elettrica da rete	kWh _e	35.125	6,57
Energia Elettrica da PV	kWh _e	4.900	0,92
Gasolio	t	4,85	0,006

Figura 7-1 Consumi totali di e.e. e di gas dell'edificio

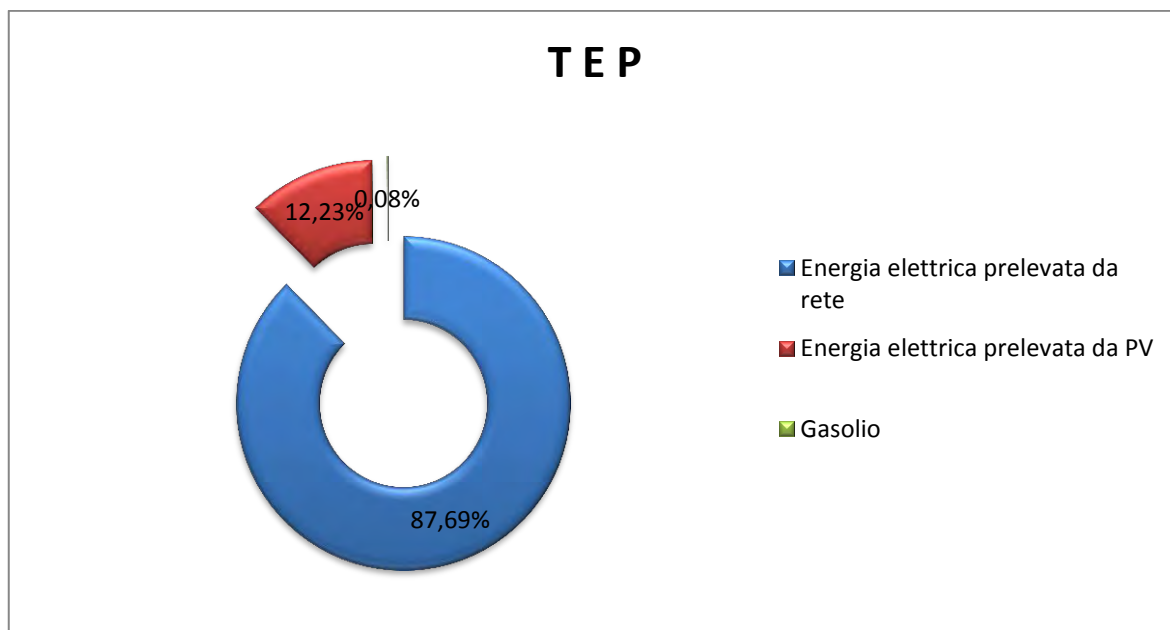


Figura 7-2 Incidenza dei consumi in TEP

È stata effettuata una campagna di misurazioni con 3 sopralluoghi, 2 battute termografiche; non è stato possibile analizzare la rete con un power logger perché essendo edifici sensibili, occupati da minorenni la direzione ha chiesto di effettuare i rilievi in assenza degli alunni. Sarebbe utilissimo avere un sistema di controllo dei consumi che permetta un rapido check di

tutti i consumi e funzionamenti, segnalando eventuali anomalie durante l'attività giornaliera, e quindi con la struttura e gli impianti in azione.

In particolar modo, è da tener presente l'opportunità:

- di prelevare energia elettrica da una FER;
- di efficientare l'illuminazione interna ed esterna;
- di ridurre le dispersioni termiche del solaio di copertura e delle superfici opache verticali;
- di ridurre le dispersioni termiche delle superfici verticali trasparenti;
- di ridurre i consumi elettrici e termici con sostituzione della caldaia e integrazioni di sensori termostatici, ottici e fotometrici.

La diagnosi evidenzia la possibilità di intervenire in vari campi; la prima necessità è quella di considerare di installare un impianto fotovoltaico che riduca i prelievi dalla rete e di conseguenza i notevoli consumi elettrici nella fascia diurna. Inoltre sarebbe opportuno, nell'ottica di un maggior comfort visivo, effettuare un relamping, considerando uno studio illuminotecnico.

Lo studio diagnostico è andato oltre, verificando qualitativamente con la termocamera, le condizioni termiche e di dispersione delle superfici verticali ed orizzontali, sia opache che trasparenti. Da qui l'esigenza di valutare l'isolamento del solaio di copertura, delle superfici opache verticali con un cappotto e la sostituzione delle superfici trasparenti verticali. L'esiguo fabbisogno termico per la produzione di ACS non ha ritenuto funzionale considerare un sistema di integrazione con un solare termico a circolazione forzata.

Gli interventi scelti, mirano a ridurre notevolmente la bolletta elettrica e i consumi termici da gasolio, oltre che fornirsi da fonte energetica alternativa, anche se da calcoli effettuati alcuni di questi interventi sono apparentemente svantaggiosi in quanto gli indicatori economici sono alterati dalle stime dei costi di investimento che sono ovviamente frutto di calcoli dal tariffario regionale, come per le PP.AA.. Inoltre, non avendo a disposizione le schede tecniche e i libretti degli impianti, è stato considerato, un rendimento della macchina termica pari a 1, non potendo definire un numero esatto. Pertanto, si terrà presente che la stima dei risparmi e quindi dei tep calcolati negli interventi suggeriti, è superiore a quanto realmente sarebbe, vista la vetustà del generatore. In virtù della succitata obsolescenza, è possibile considerare un rendimento delle macchine più basso, che porterebbe alla riduzione dei suddetti risparmi del 20 % circa e di conseguenza all'aumento dei tempi di ritorno.

Si riporta nel seguito uno specchio riassuntivo degli interventi proposti sulla scuola dell'infanzia con i rispettivi indicatori:

INTERVENTO	Investimento	FC	VAN	VAN/I	TIR	PBP	Risparmio annuo E.P. [MWh/a]	Risparmio annuo gasolio [ton]	Risparmio annuo T.E.P.
1 FOTVOLTAICO	€ 45.000	€ 5.250	€ 20.702	-0,10	10	8,57	52,51	0,00	9,82
2 RELAMPING	€ 1.550	€ 110	€ 404	-0,45	1	14,09	1,04	0,00	0,08
4 COIB. COPERTURA PREZZI REGIONE CAMPANIA	€ 95.000	€ 830	€ 86.356	-0,93	-19	114,46	0,70	0,06	0,07
6 COIB. VERT. CAPPOTTO PREZZI REGIONE CAMPANIA	€ 30.150	€ 310	€ 26.922	-0,92	-18	97,26	0,26	0,02	0,03
8 SOSTITUZIONE INFISSI PREZZI REGIONE CAMPANIA	€ 25.600	€ 760	€ 17.685	-0,77	-9	33,68	0,65	0,05	0,07
10 SOSTITUZIONE CALDAIA - PREZZI MERCATO	15.000,00	€ 1.400	€ 4.164	-0,28	-1	10,71	1,30	0,11	0,13

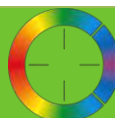
Tabella 33 Interventi ed indicatori

Inoltre c'è da aggiungere che questi interventi, sono incentivati con l'utilizzo di fondi europei, nazionali e/o regionali, a tasso molto agevolato o addirittura a fondo perduto, così come già avvenuto in questi ultimi anni. Gli interventi suggeriti sono indirizzati a ridurre i consumi, consentendo di attingere dai fondi del conto termico, rispettando i valori tecnici delle schede del GSE.

Per concludere, si consiglia sempre il monitoraggio dei consumi dei maggiori vettori energetici (elettrici e termici) tramite contatori dedicati e controllo da remoto per tutte le utenze, con particolare dettaglio verso le utilities maggiormente energivore: questa attività permetterà di ricostruire le curve di carico dei vari impianti, diversificando i dati per mese dell'anno, con dettaglio delle condizioni operative e variabilità del regime di funzionamento di tutte le dotazioni sia elettriche che termiche.

La costruzione fattiva di un database dettagliato delle dotazioni elettriche e termiche può aiutare nella gestione sia a livello manutentivo che nel caso di contenimento dei costi di approvvigionamento di parti (luci, motori) e/o apparecchiature elettriche.

ALLEGATI



A. ALLEGATO 2 al Dlgs. 102/14

Il Dlgs 102/14 introduce la materia delle DE all'art.8, individuando l'Allegato 2 al documento stesso come il riferimento per l'esecuzione di "audit di qualità". L'allegato 2 è riportato integralmente nel riquadro sottostante:

Criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia

I criteri minimi che devono possedere gli audit di qualità sono di seguito riportati:

- sono basati su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e (per l'energia elettrica) sui profili di carico;
- comprendono un esame dettagliato del profilo di consumo energetico di edifici o di gruppi di edifici, di attività o impianti industriali, ivi compreso il trasporto;
- ove possibile, si basano sull'analisi del costo del ciclo di vita, invece che su semplici periodi di ammortamento, in modo da tener conto dei risparmi a lungo termine, dei valori residuali degli investimenti a lungo termine e dei tassi di sconto;
- sono proporzionati e sufficientemente rappresentativi per consentire di tracciare un quadro fedele della prestazione energetica globale e di individuare in modo affidabile le opportunità di miglioramento più significative;

Gli audit energetici consentono calcoli dettagliati e convalidati per le misure proposte in modo da fornire informazioni chiare sui potenziali risparmi. I dati utilizzati per gli audit energetici possono essere conservati per le analisi storiche e per il monitoraggio della prestazione.

B. ASSUNZIONI PER LA VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

Le principali assunzioni alla base delle valutazioni economiche condotte sugli interventi sono elencate di seguito.

- Per le valutazioni economiche si è presa a riferimento una classica terna di indici:
 - TIR, Tasso di Rendimento Interno, %: quel tasso di sconto dei flussi di cassa che, all'orizzonte temporale di riferimento, consegna un valore dell'investimento nullo;
 - VAN, Valore Attualizzato Netto, €: all'orizzonte temporale di riferimento, la somma di tutti i flussi di cassa in entrata ed uscita, ciascuno con attualizzazione corrispondente alla sua collocazione temporale ed al tasso di attualizzazione di riferimento
 - PB, payback semplice, anni. Si è scelto di non ricorrere alla versione attualizzata di questo parametro, che comunque resta in ogni caso un primo metro di valutazione grossolana, da approfondire meglio con l'aiuto di altri indici.
- **Tasso di attualizzazione** di riferimento: 5% al netto dell'inflazione
- Tutte le valutazioni sono eseguite al netto dell'inflazione, cioè a valore di moneta costante (euro del 2016).
- **Impiego di capitale proprio (Equity 100%) e nessuna fiscalità:** si lascia al Committente di riprendere le valutazioni economiche introducendo le proprie caratteristiche finanziarie e fiscali
- **Costi LCA:** gli smaltimenti e le manutenzioni sono in genere tenuti in conto, eventualmente con assunzioni conservative e/o “annegandone” il valore nelle stime di investimento o di manutenzione.
- **Orizzonte temporale:** si è optato per la scelta di un orizzonte temporale unico per tutti gli interventi e pari a 10 anni, in modo da permettere maggior confrontabilità. D'altra parte, è vero che per interventi più piccoli o più soggetti ad obsolescenza, l'orizzonte più significativo è più ravvicinato che per altri più “stabili”. Inoltre, per interventi con costi di smaltimento concentrati ad un tempo molto lungo, l'analisi può venire distorta: per correttezza, si può riprendere il costo di smaltimento a fine vita, attualizzato a quel tempo (ad esempio 20 anni) e riportarne una quota parte a fine orizzonte temporale (ad esempio in proporzione alla quota di vita trascorsa): così facendo, **1000 euro spesi fra 20 anni** al 5% di attualizzazione valgono 380 euro odierni: **190 euro** (del 2015) sarebbe la quota da attribuire ai primi dieci anni di esercizio (o, viceversa, se allocati all'anno 10 sarà necessario inserire **310 euro**).
- Gli interventi con $TIR > 20\%$ sono stati classificati ad **alta priorità**; **media priorità** è stata assegnata qualora il TIR risulti tra il 10 ed il 20%, mentre sotto il 10% si è data una **bassa priorità**. Si tratta ovviamente di una convenzione, ma è bene chiarire che

nell'appetibilità di un intervento rientrano numerose altre considerazioni, ad esempio legate a:

- continuazione attività nel sito
- prezzo dei vettori energetici
- obsolescenza tecnologica (sul mercato possono giungere nuove possibilità per le quali sarebbe stato più conveniente attendere)
- corretta realizzazione e di ottenimento delle performance previste
- riapplicabilità in altri casi.

C. INCENTIVI AL RISPARMIO ENERGETICO: I TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA

I Titoli di Efficienza Energetica (TEE) sono titoli che certificano i risparmi energetici conseguiti da vari soggetti attraverso la realizzazione di specifici interventi (es. efficientamento energetico, impianti di produzione di energia termica ed elettrica da fonte rinnovabile) e che valgono il riconoscimento di un contributo economico, rappresentando dunque un incentivo atto a ridurre il consumo energetico in relazione al bene distribuito: sono titoli negoziabili che certificano il conseguimento di risparmi energetici negli usi finali di energia attraverso interventi e progetti di incremento di efficienza energetica.

I titoli (detti anche Certificati Bianchi) sono stati istituiti in Italia con i DD.MM. 20 luglio 2004 elettricità e gas, ed entrati in vigore nel gennaio 2005 e consistono in titoli acquistabili e/o rivendibili il cui valore massimo negli ultimi mesi è giunto vicino ai 360 €/TEE, valore soggetto a variazioni stabilite anche in funzione dell'andamento del mercato.

Per gli obiettivi nazionali di incremento dell'efficienza energetica dei grandi distributori di energia, si prevede che tali distributori (energia elettrica e di gas naturale) raggiungano annualmente determinati obiettivi quantitativi di risparmio di energia primaria, espressi in Tonnellate Equivalenti di Petrolio risparmiate (TEP). Un certificato equivale al risparmio di una tonnellata equivalente di petrolio (TEP), moltiplicato per un coefficiente di riferimento (coefficiente di durabilità).

Le aziende distributrici di energia elettrica e gas possono assolvere al proprio obbligo realizzando progetti di efficienza energetica al fine di ottenere risparmi energetici certificabili e che diano diritto ai certificati bianchi, oppure acquistando i TEE da altri soggetti sul mercato dei Titoli di Efficienza Energetica organizzato dal GME.

Secondo l'art. 7 del Decreto del MISE del 20 dicembre 2012, i soggetti non obbligati possono accedere al meccanismo dei TEE tramite:

- i soggetti di cui all'art. 19, comma 1, della legge 9 gennaio 1991, n. 10, che hanno effettivamente provveduto alla nomina del responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia;

- società terze operanti nel settore dei servizi energetici (ESCO).
- imprese operanti nei settori industriale, civile, terziario, agricolo, trasporti e servizi pubblici, ivi compresi gli Enti Pubblici purchè provvedano alla nomina del responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia, secondo quanto previsto dall'art.19, comma 1, della legge del 9 gennaio 1991, n.10 o si dotino di un sistema di gestione dell'energia certificato in conformità alla norma ISO 50001;

possono presentare progetti solo se:

- tali progetti sono realizzati presso i propri siti;
- abbiano nominato un Esperto di Gestione Energia (EGE) certificato secondo la UNI 11339 (art. 12, comma 5, del D.Lgs. 102/2014). Le società che non abbiano nominato un Esperto Gestione Energia (EGE) certificato secondo la UNI 11339 possono continuare a presentare le rendicontazioni relative ai progetti trasmessi prima del 18 luglio 2016.;
- abbiano nominato un energy manager e rinnovato tale nomina anno per anno in accordo con l'art. 19 della legge 10/91.

I requisiti richiesti per l'accesso al meccanismo devono essere mantenuti per tutta la durata della vita tecnica dell'intervento.

Qualunque nuova installazione di apparati produttori di energia che utilizzano fonti rinnovabili o di macchinari più performanti permette quindi l'accesso ai TEE, previa verifica del progetto presentato da parte del GSE.

D. PROFILI DI CARICO

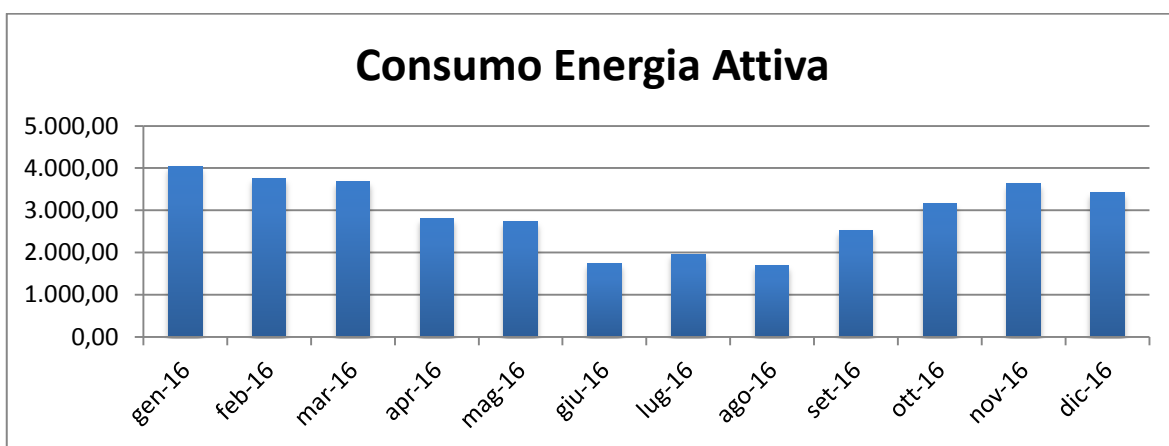
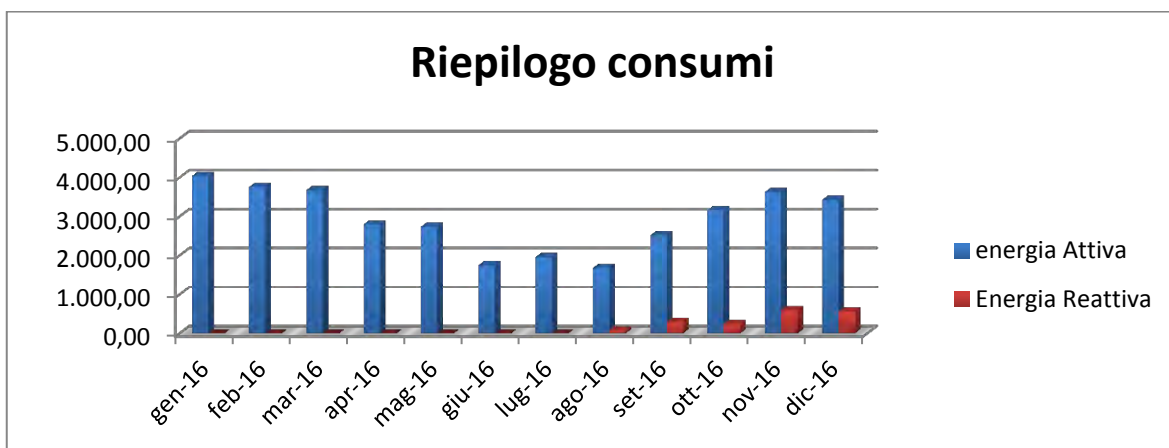
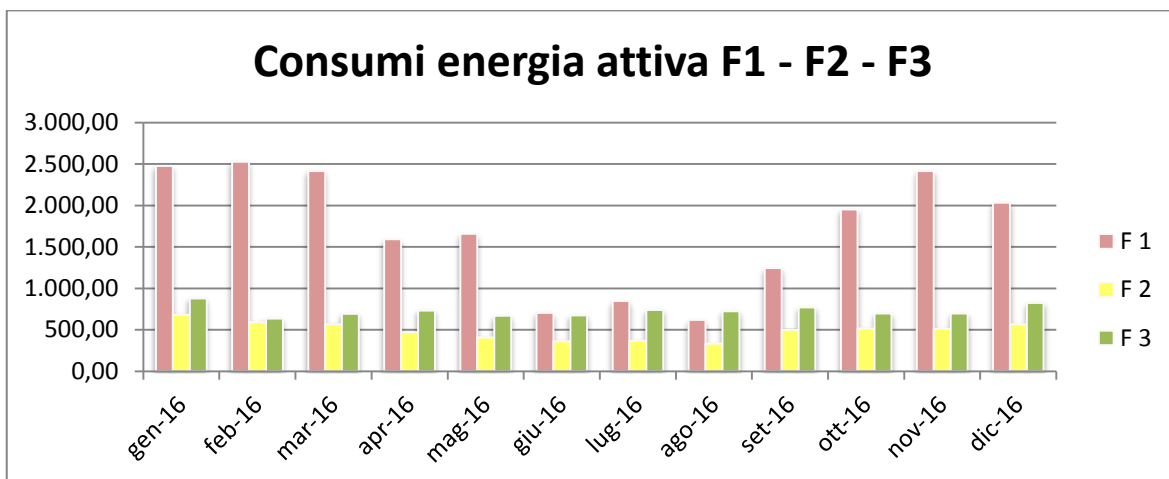


Figura D-1 Numero cliente su contatore P.O.D. dell'energia elettrica

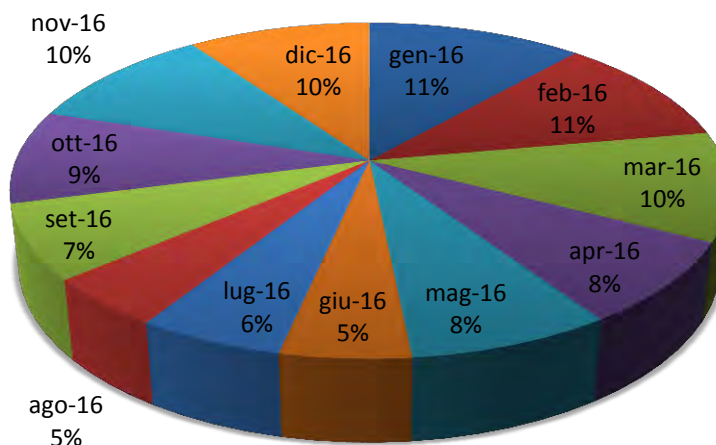
7.1. ENERGIA ELETTRICA 2016

pod IT001E83769332 - BT - 380 V

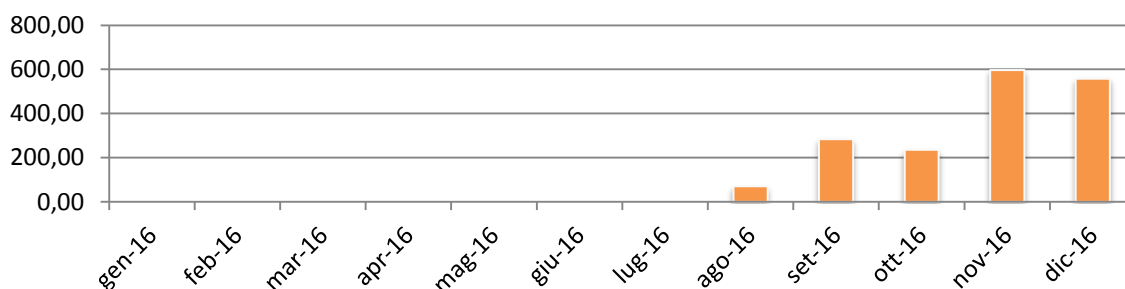
periodo	Energia attiva kWh				Energia reattiva kWh				Cosφ parziali			Cosφ
	F 1	F 2	F 3	Totale	F 1	F 2	F 3	Totale	F 1	F 2	F 3	
gen-16	2.477,00	683,00	878,000	4.038,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
feb-16	2.526,00	593,00	637,000	3.756,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
mar-16	2.416,00	568,00	693,000	3.677,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
apr-16	1.593,00	471,00	734,000	2.798,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
mag-16	1.658,00	410,00	669,000	2.737,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
giu-16	707,00	363,00	675,000	1.745,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
lug-16	849,00	371,00	741,000	1.961,000	0,00	0,00	0,000	0,000	1,00	1,00	1,000	1,000
ago-16	619,00	335,00	726,000	1.680,000	71,00	0,00	0,000	71,000	0,99	1,00	1,000	0,998
set-16	1.244,00	501,00	771,000	2.516,000	242,00	36,00	7,000	285,000	0,98	1,00	1,000	0,993
ott-16	1.953,00	515,00	698,000	3.166,000	191,00	37,00	9,000	237,000	1,00	1,00	1,000	0,998
nov-16	2.414,00	514,00	697,000	3.625,000	560,00	36,00	2,000	598,000	0,97	1,00	1,000	0,991
dic-16	2.033,00	568,00	825,000	3.426,000	497,00	50,00	12,000	559,000	0,97	1,00	1,000	0,989



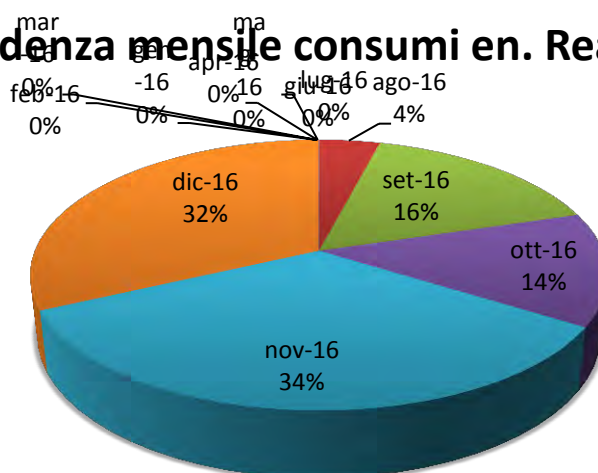
Incidenza mensile consumi en. Attiva

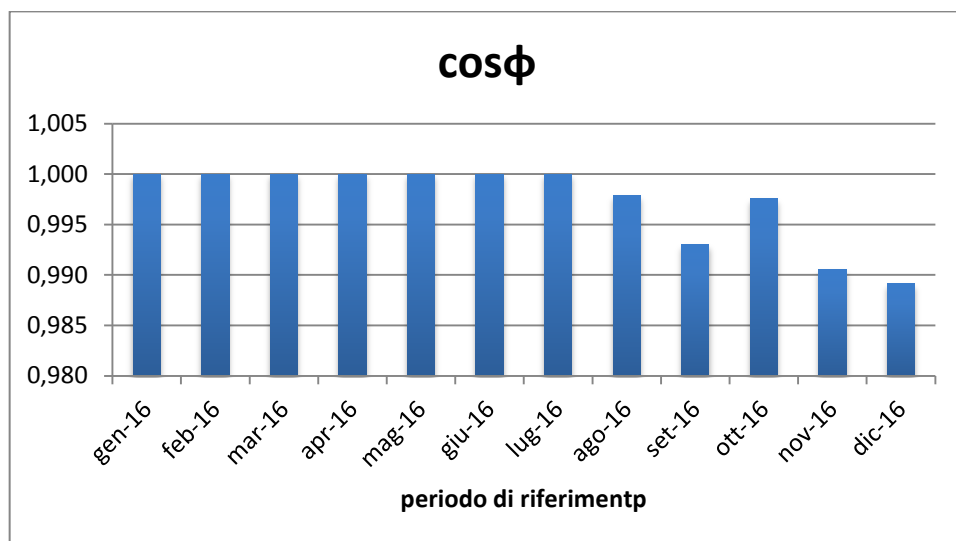


Consumo Energia Reattiva



Incidenza mensile consumi en. Reattiva

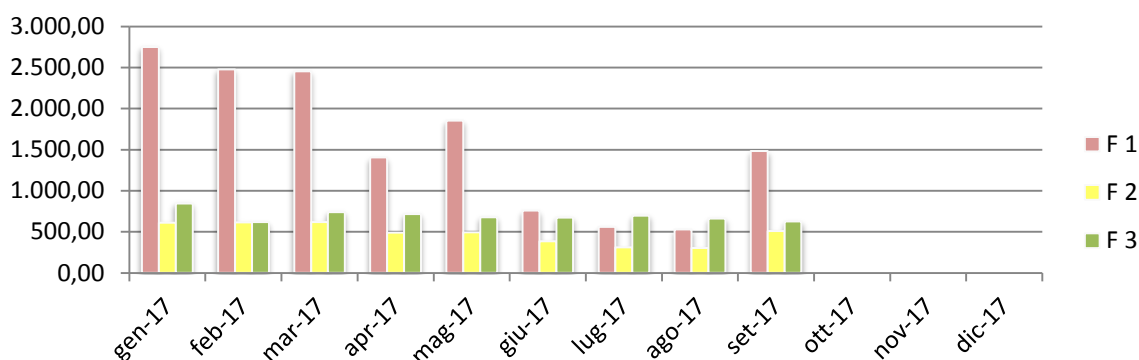




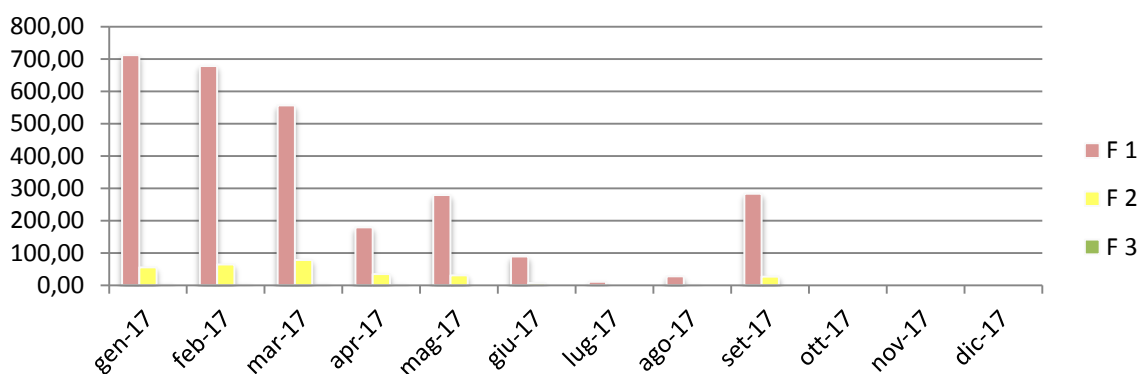
7.2. ENERGIA ELETTRICA 2017

pod	IT001E83769332 - BT - 380 V											
periodo	Energia attiva kWh				Energia reattiva kWh				Cosφ parziali			Cosφ
	F 1	F 2	F 3	Totale	F 1	F 2	F 3	Totale	F 1	F 2	F 3	
gen-17	2.750,00	611,00	844,000	4.205,000	712,00	55,00	2,000	769,000	0,97	1,00	1,000	0,988
feb-17	2.478,00	613,00	617,000	3.708,000	678,00	64,00	1,000	743,000	0,96	0,99	1,000	0,986
mar-17	2.452,00	617,00	739,000	3.808,000	556,00	78,00	2,000	636,000	0,98	0,99	1,000	0,989
apr-17	1.405,00	489,00	715,000	2.609,000	179,00	35,00	1,000	215,000	0,99	1,00	1,000	0,996
mag-17	1.855,00	493,00	675,000	3.023,000	279,00	31,00	0,000	310,000	0,99	1,00	1,000	0,996
giu-17	759,00	385,00	671,000	1.815,000	89,00	7,00	0,000	96,000	0,99	1,00	1,000	0,998
lug-17	561,00	310,00	696,000	1.567,000	11,00	0,00	0,000	11,000	1,00	1,00	1,000	1,000
ago-17	530,00	304,00	659,000	1.493,000	28,00	1,00	0,000	29,000	1,00	1,00	1,000	1,000
set-17	1.483,00	509,00	624,000	2.616,000	283,00	27,00	0,000	310,000	0,98	1,00	1,000	0,994
ott-17	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
nov-17	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
dic-17	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

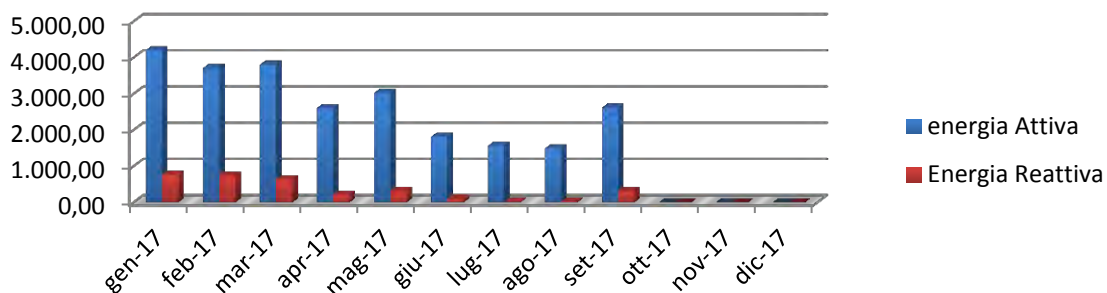
Consumi energia attiva F1 - F2 - F3



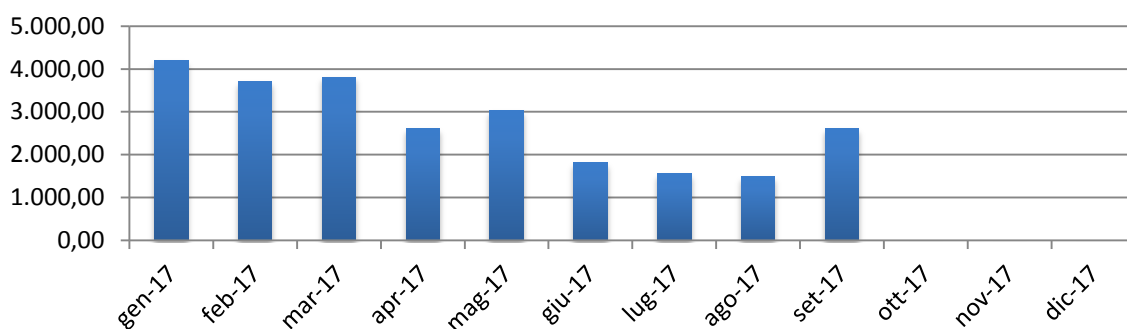
Consumi energia reattiva F1 - F2 - F3



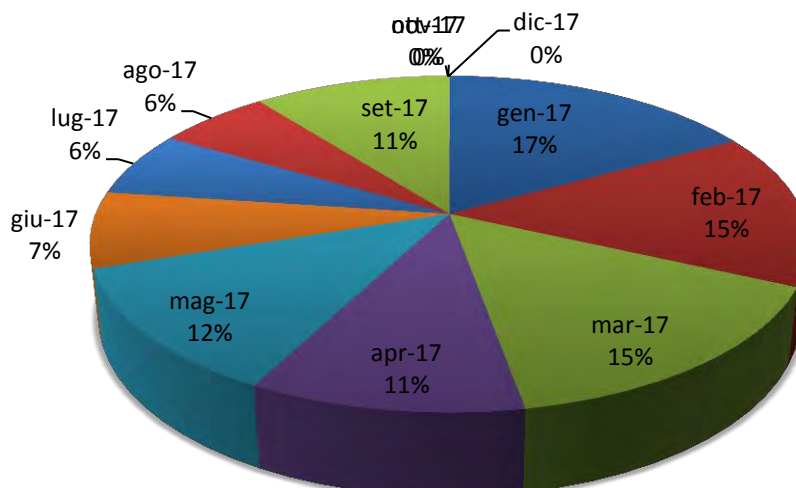
Riepilogo consumi



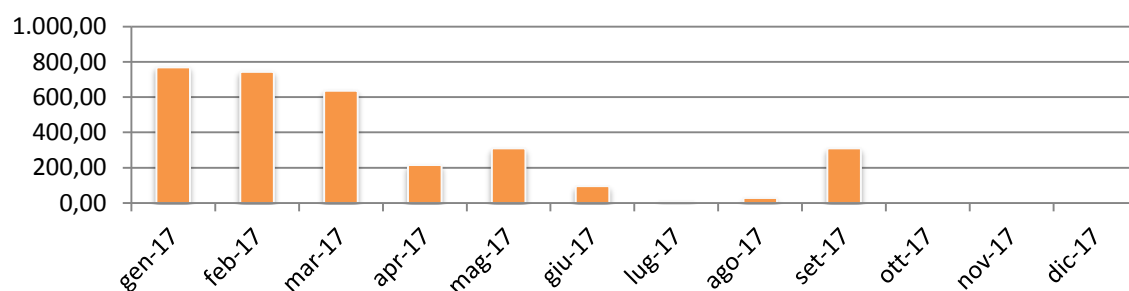
Consumo Energia Attiva



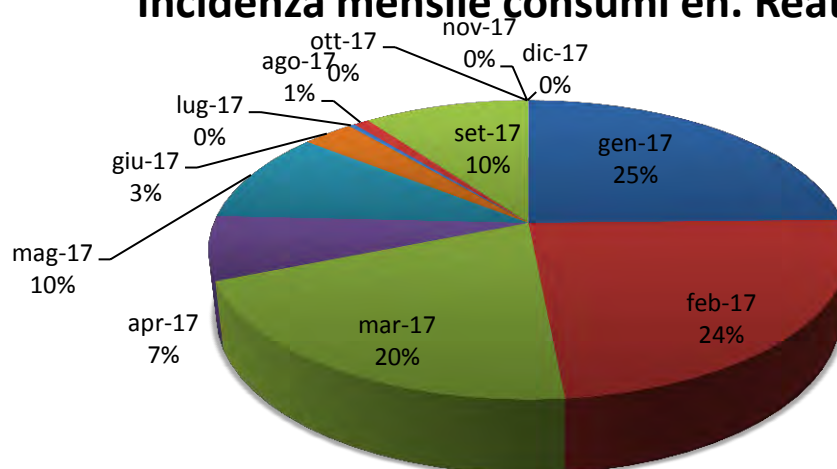
Incidenza mensile consumi en. Attiva



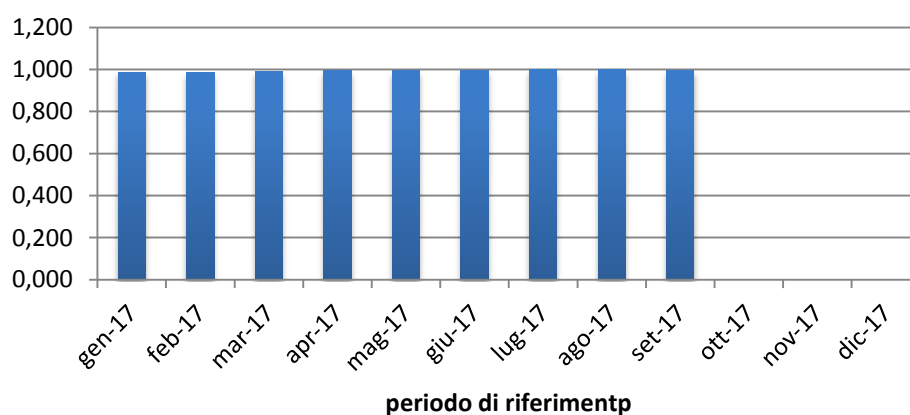
Consumo Energia Reattiva



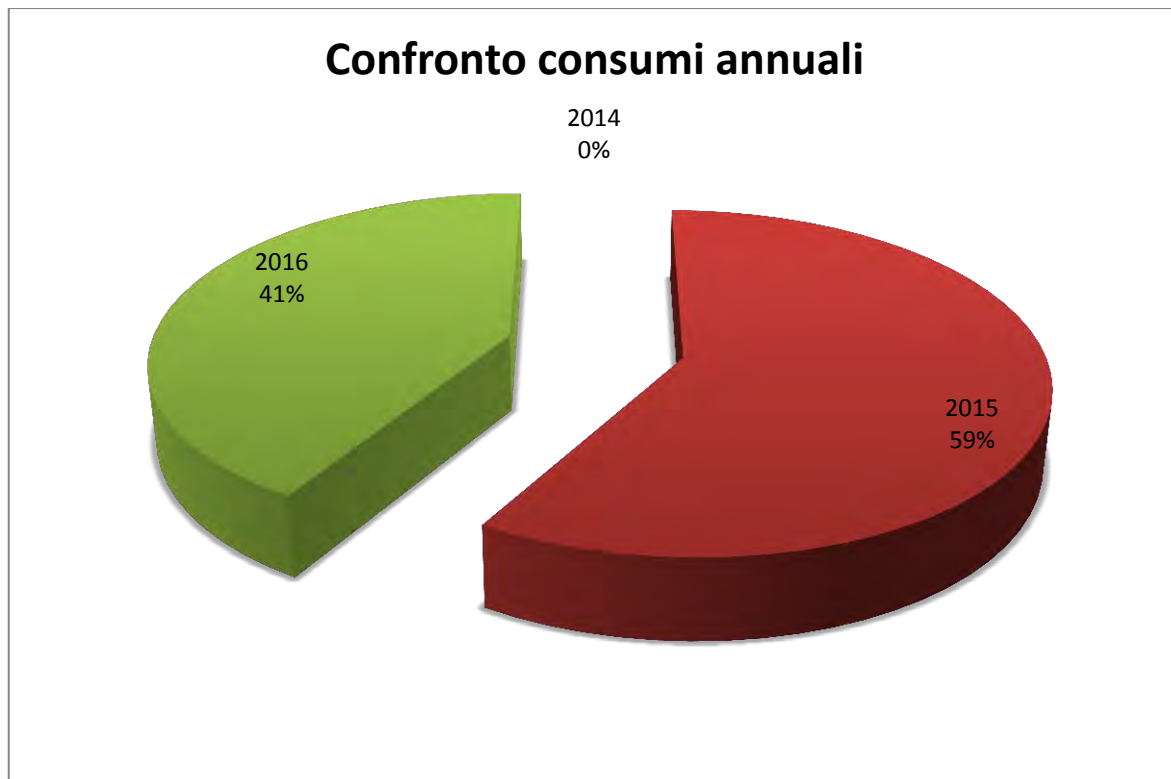
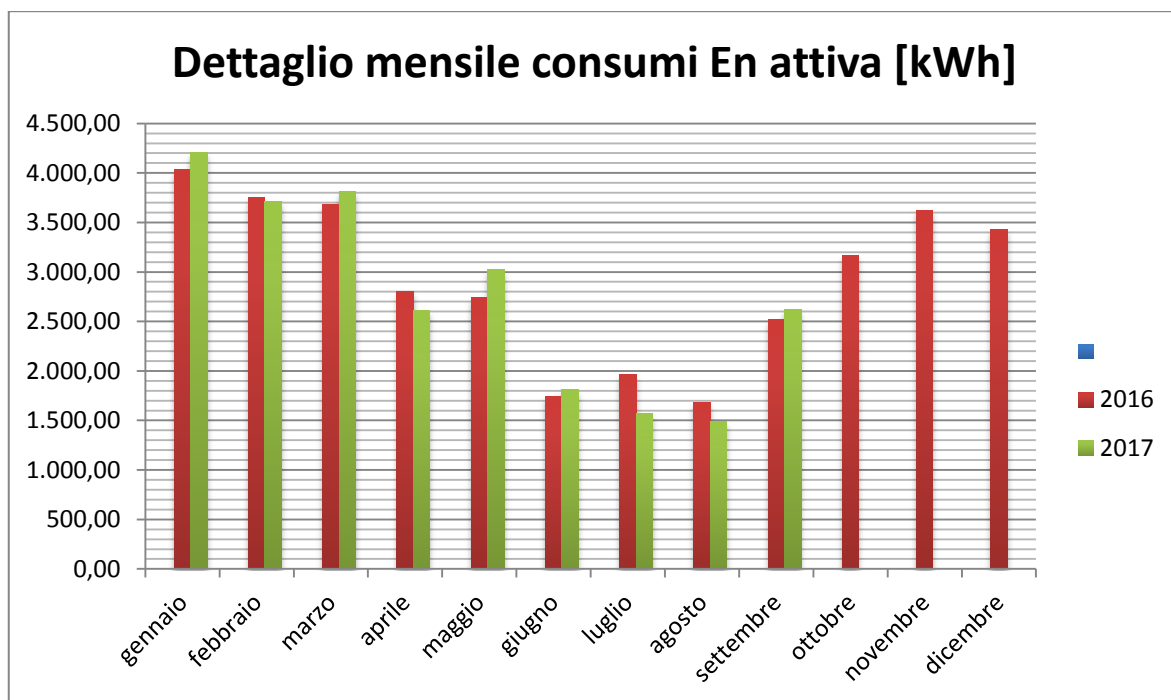
Incidenza mensile consumi en. Reattiva



$\cos\phi$



7.3. CONFRONTO CONSUMI



E. ANALISI AMBIENTALE

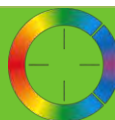
Con gli interventi proposti sarà possibile cominciare un'azione di riduzione di emissioni di CO₂ in atmosfera di circa 13 tonnellate, sulle oltre 38 emesse; stiamo quindi parlando di circa il 35 % di riduzione, che per un primo approccio è un dato decisamente significativo. Se ipotizziamo di parlare di piante (quale una essenza arborea di alto fusto) in clima temperato situate in città come Carinara (quindi un contesto di stress ambientali più elevati rispetto ad un contesto naturale) e pensando che gli alberi stessi possano assorbire tra i 10 ed i 20 kg CO₂/anno, dentro un ciclo di accrescimento compreso tra i 20 ed i 40 anni, la scuola dovrebbe piantare 650 alberi ed avere a disposizione 2000 mq circa in cui sistemarli, per ridurre del 35% circa le emissioni di CO₂. All'analisi tecnica-economica, si potrà affiancare uno studio delle tonCO₂ evitate per il conseguimento di risparmi energetici, derivanti da azioni di efficientamento delle aree funzionali.

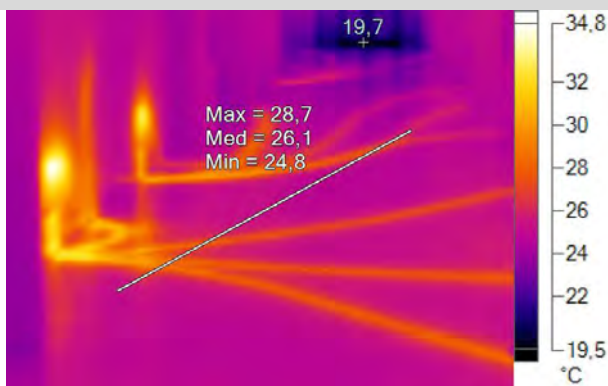


L'unità di misura utilizzata dovrà essere la tonnellata e ciascun gas serra dovrà essere rapportato al suo valore in termini di CO₂eq utilizzando gli appropriati valori di conversione

ovvero i GWP (Global Warming Potential): il GWP è, di fatto, la misura di quanto una molecola di un certo gas serra (biossido di carbonio, metano, protossido d'azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) contribuisce all'effetto serra; l'indice si baserà su una scala relativa che confronterà ogni gas con la CO₂ estrapolando così un valore equivalente (CO₂_{eq}), il cui GWP ha per definizione il valore 1. Il valore del GWP è valido entro un certo intervallo di tempo, e può quindi cambiare nel medio periodo; il GWP di una certa molecola dipende infatti dall'intervallo di tempo rispetto al quale verrà calcolato: nel caso in questione prenderemo l'effetto di tali gas nell'arco di 100 anni. I coefficienti utilizzati per effettuare i calcoli e predisporre il bilancio delle emissioni, resi disponibili in particolare attraverso il database Ecoinvent, saranno presi da metodologie sviluppate dal WRI (World Resources Institute), WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) e IPCC (International Panel on Climate Change), e saranno utilizzati secondo i dettami delle normative 14040 (e successive norme su LCA) e delle 14064 (specifiche per la Carbon Footprint).

F. ANALISI TERMOGRAFICA





IR000080.IS2

07/12/2017 16:36:50

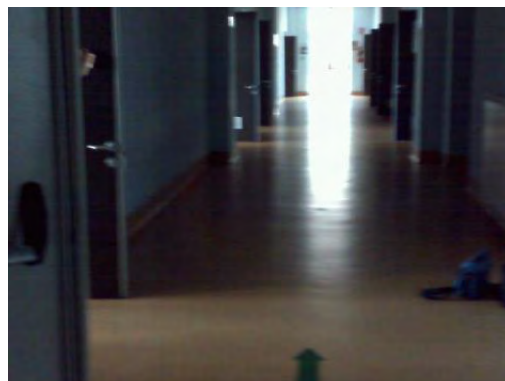
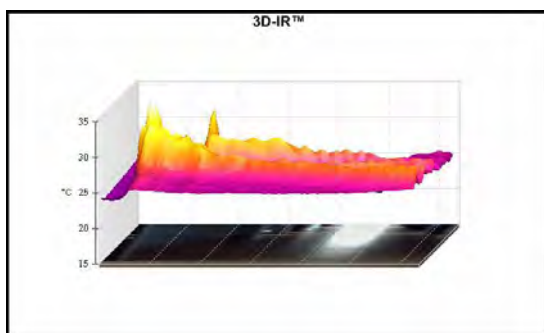


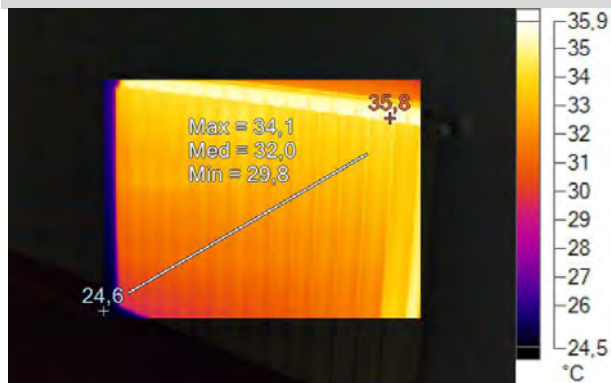
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	25,4°C
Intervallo immagine	19,7°C a 34,6°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 16:36:50



IR000081.IS2

07/12/2017 16:37:15

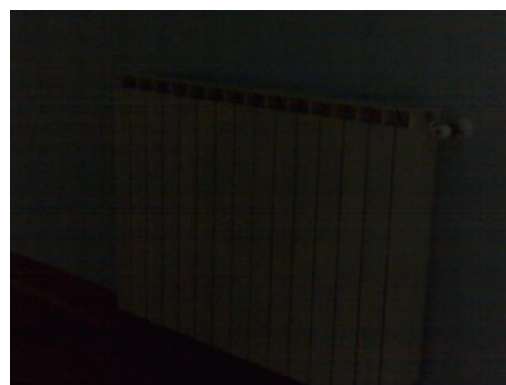
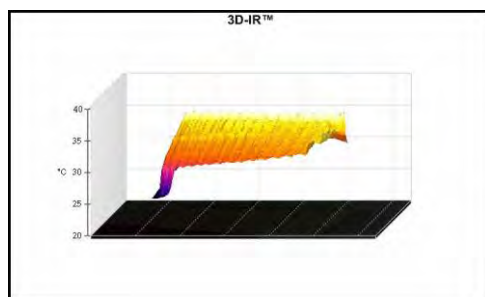


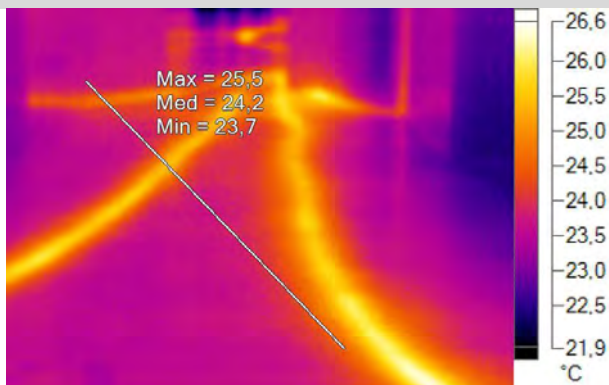
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	32,3°C
Intervallo immagine	24,6°C a 35,8°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 16:37:15



IR000082.IS2

07/12/2017 16:37:48

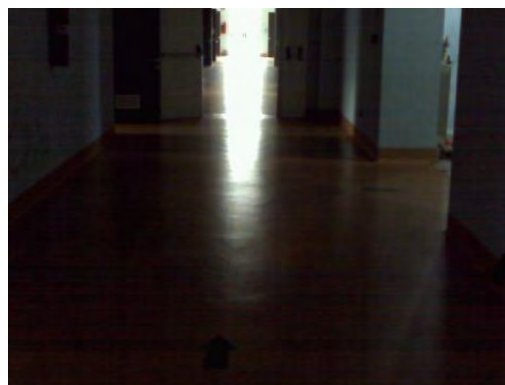
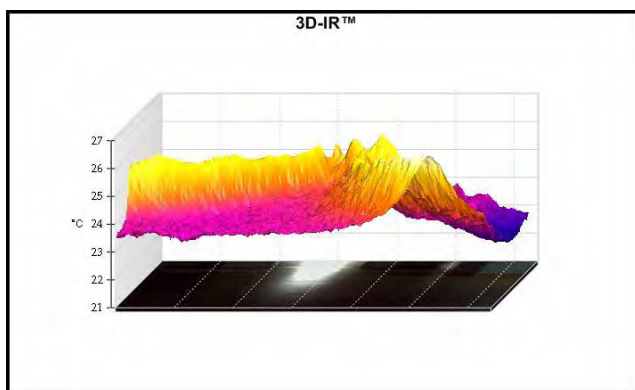


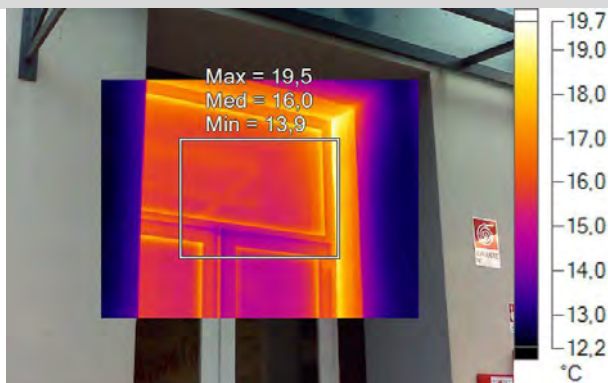
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	23,9°C
Intervallo immagine	22,0°C a 26,5°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 16:37:48

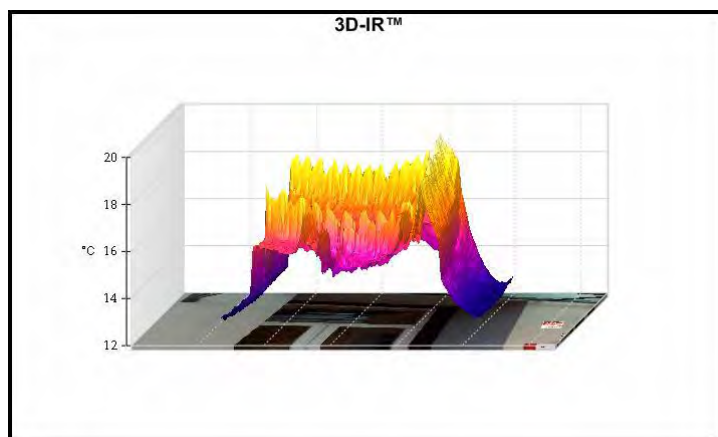


IR000083.IS2

07/12/2017 16:42:26



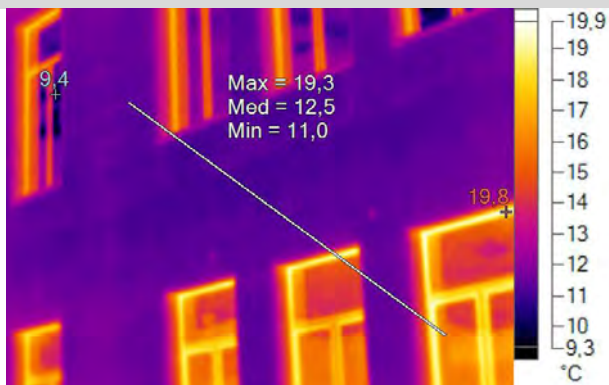
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	15,2°C
Intervallo immagine	12,3°C a 19,6°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 16:42:26

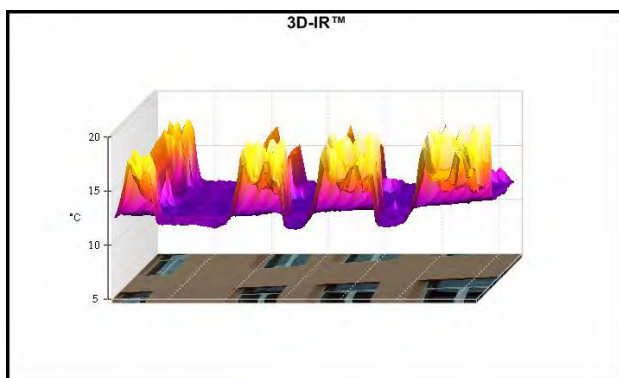


IR000084.IS2

07/12/2017 16:44:33



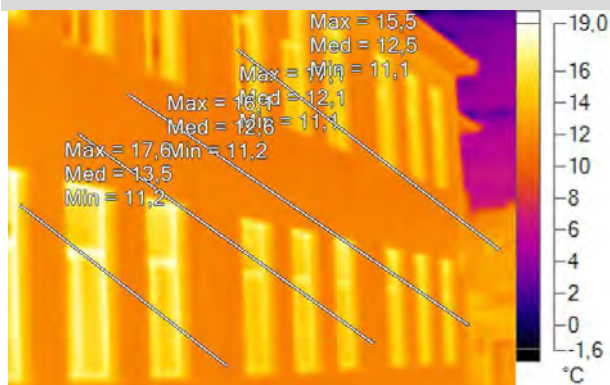
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	9,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	12,7°C
Intervallo immagine	9,4°C a 19,8°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 16:44:33

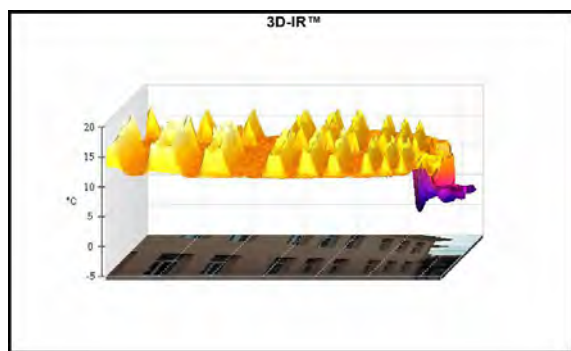


IR000085.IS2

07/12/2017 16:44:43



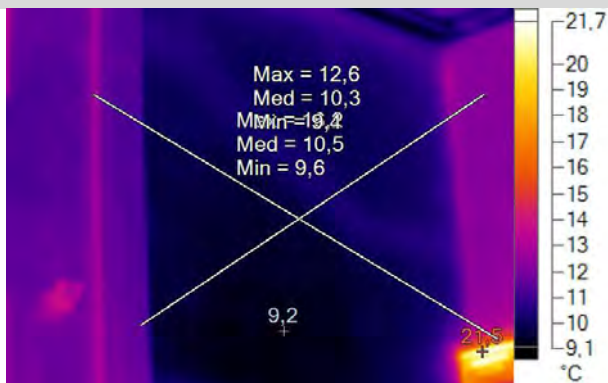
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	9,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	12,2°C
Intervallo immagine	-1,4°C a 18,8°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 16:44:43



IR000086.IS2

07/12/2017 16:45:03

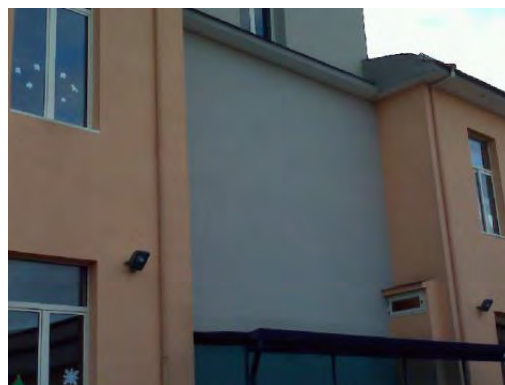
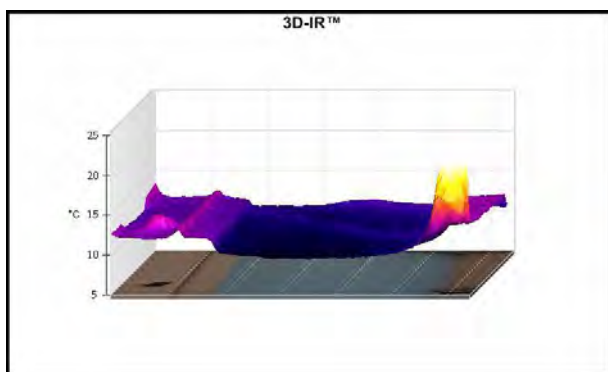


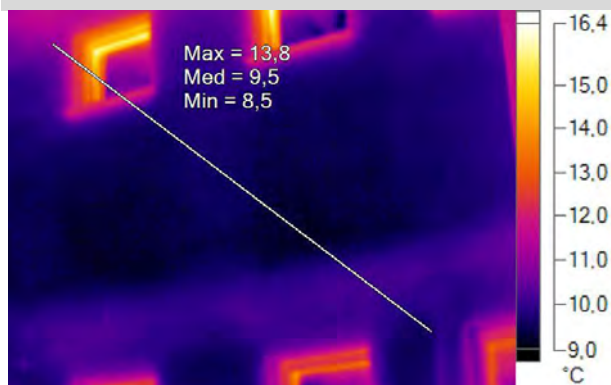
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	9,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	10,9°C
Intervallo immagine	9,2°C a 21,5°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 16:45:03

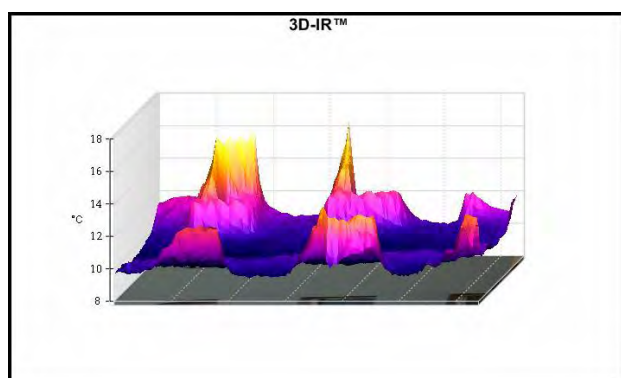


IR000087.IS2

07/12/2017 16:45:47



Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	9,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	10,1°C
Intervallo immagine	9,0°C a 16,3°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 16:45:47



IR000089.IS2

07/12/2017 17:00:30

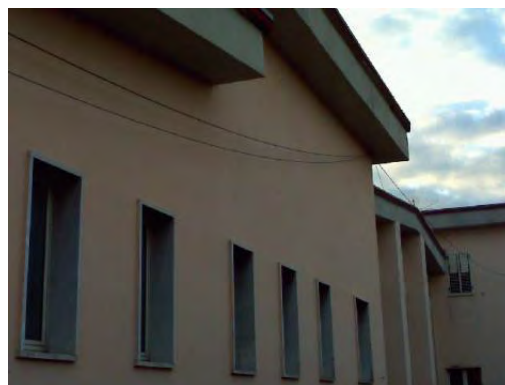
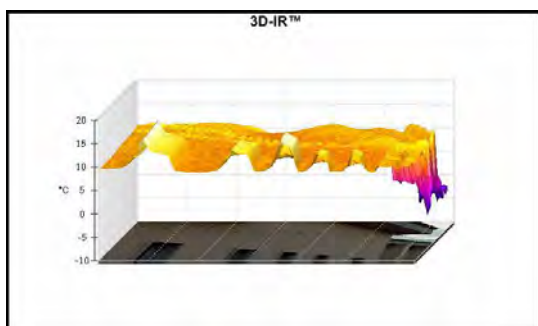


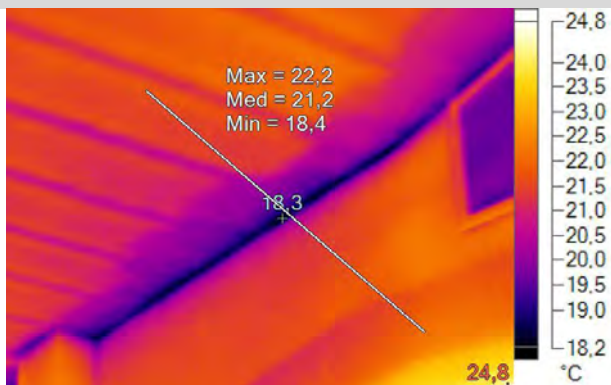
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	9,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	9,4°C
Intervallo immagine	-6,6°C a 16,6°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 17:00:30

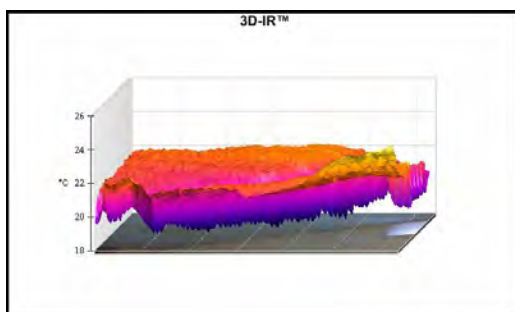


IR000094.IS2

07/12/2017 17:20:38



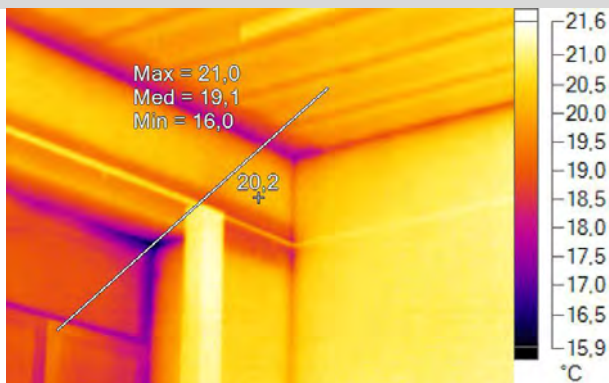
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	9,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	21,3°C
Intervallo immagine	18,3°C a 24,8°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 17:20:38

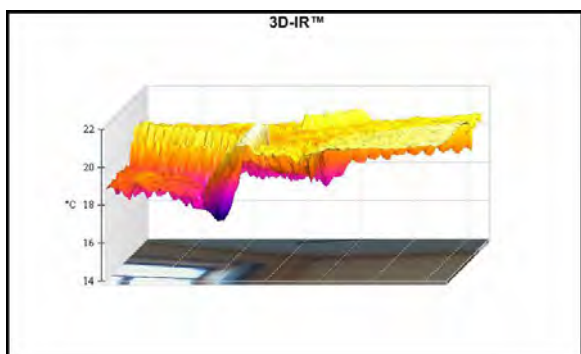


IR000095.IS2

07/12/2017 17:20:46



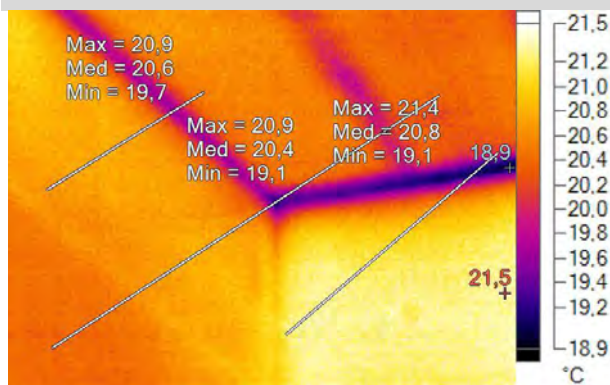
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	20,0°C
Intervallo immagine	16,0°C a 21,5°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 17:20:46

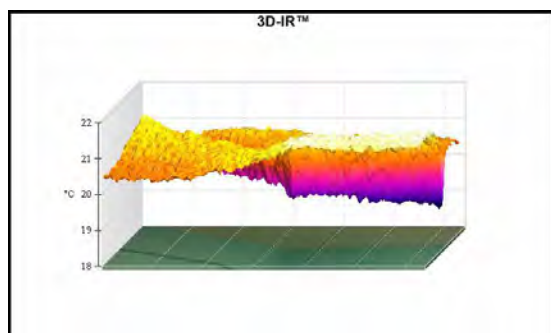


IR000097.IS2

07/12/2017 17:21:23



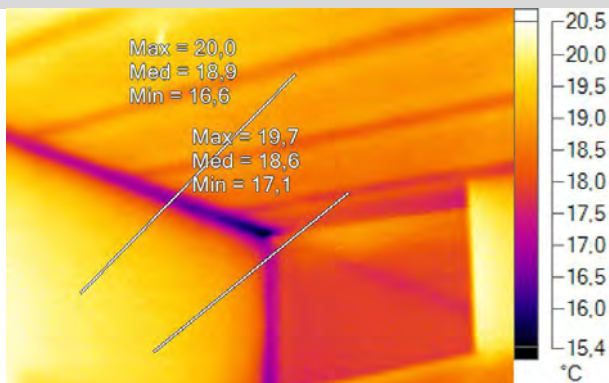
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	20,7°C
Intervallo immagine	18,9°C a 21,5°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 17:21:23



IR000098.IS2

07/12/2017 17:21:29

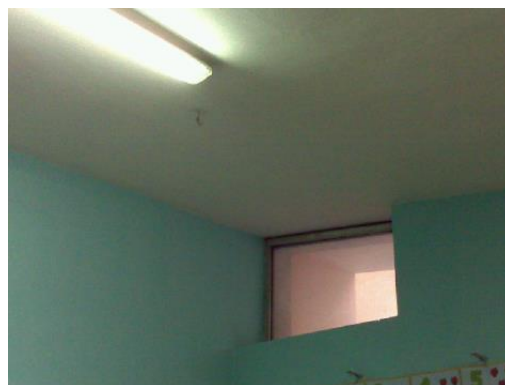
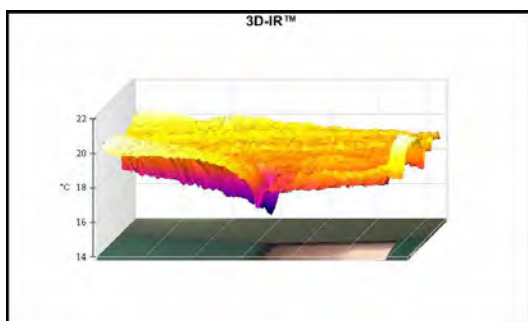


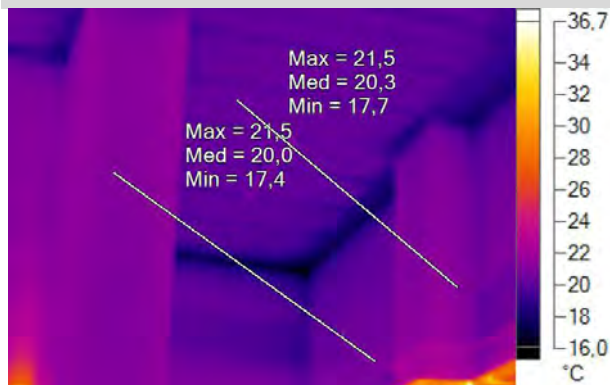
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	18,9°C
Intervallo immagine	15,4°C a 20,5°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 17:21:29

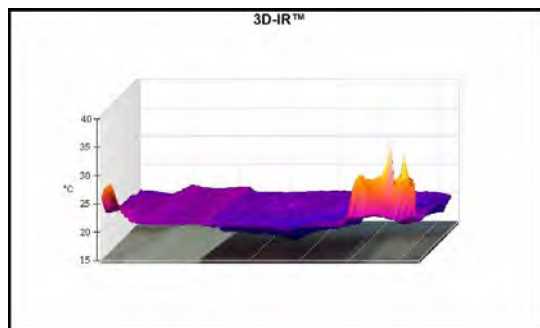


IR000099.IS2

07/12/2017 17:22:17



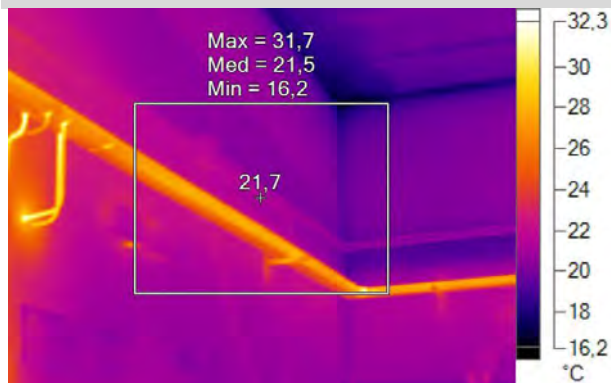
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	20,6°C
Intervallo immagine	16,2°C a 36,5°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 17:22:17

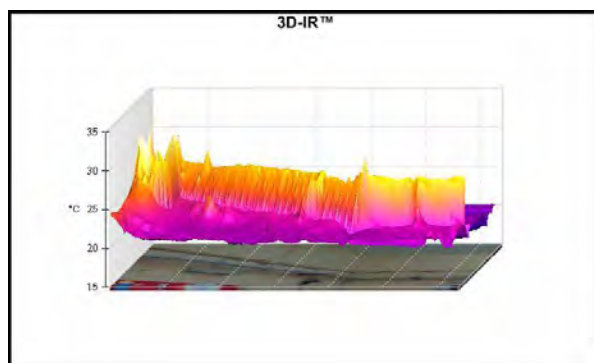


IR000101.IS2

07/12/2017 17:23:03



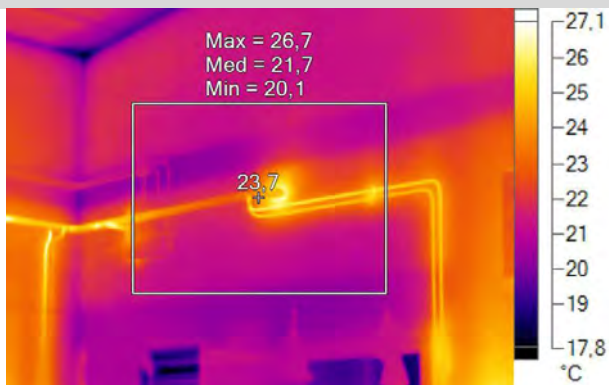
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	21,3°C
Intervallo immagine	16,2°C a 32,3°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 17:23:03

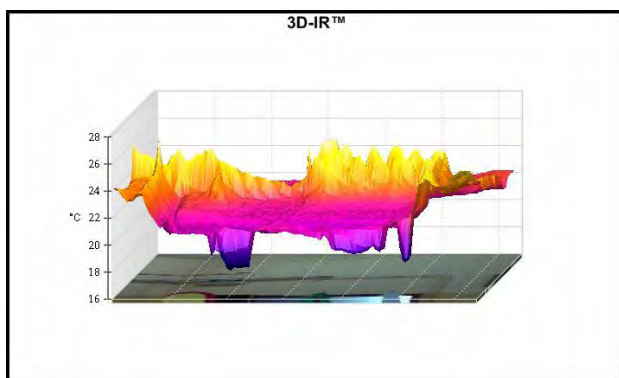


IR000102.IS2

07/12/2017 17:23:14



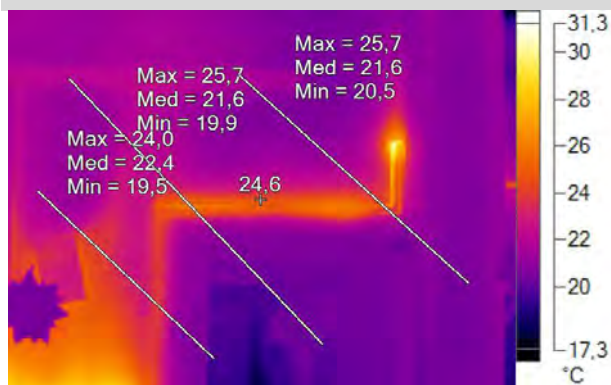
Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	21,8°C
Intervallo immagine	17,8°C a 27,1°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 17:23:14



IR000103.IS2

07/12/2017 17:23:36

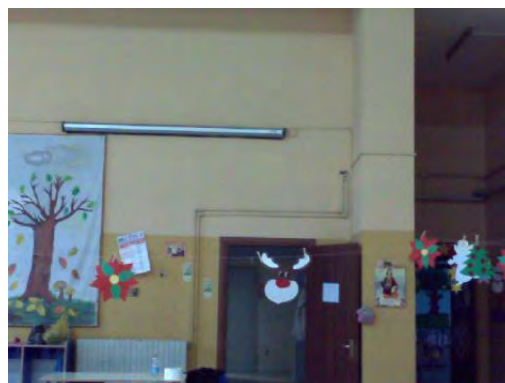
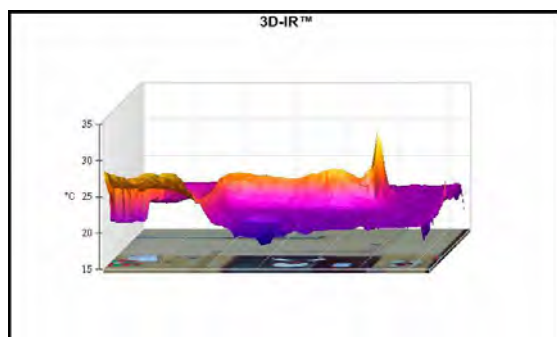


Immagine a luce visibile



Diagramma

Informazioni immagine

Temperatura sfondo	20,0°C
Emissività	0,95
Trasmissione	1,00
Temperatura media	21,7°C
Intervallo immagine	17,5°C a 31,1°C
Modello termocamera	Fluke Ti32
Dimensioni sensore IR	320 x 240
Numero di serie termocamera	Ti32-12110322 (9Hz)
Versione DSP	1.2.19
Versione OCA	1.2.19
Produttore termocamera	Fluke Thermography
Ora immagine	07/12/2017 17:23:36