

AUDIT DI DETTAGLIO

Samarate ASILO NIDO E SCUOLA MATERNA SAMARATE



Tabella 1 - Dati generali dell'edificio e dell'utenza

Nome	ASILO NIDO E SCUOLA MATERNA SAMARATE	
	Piazza 11 Settembre Samarate	
Tipologia di edificio	scuola	
Epoca costruttiva	anni '70	
Ristrutturazione		
Anno di ristrutturazione	-	
Adeguamento normativo	-	
Tecnologia costruttiva	muri in mattoni pieni	
Tipologia delle superfici vetrate	vetro doppio	
Anno impianto di riscaldamento	2002	
Combustibile riscaldamento	gas	
Impianto di ventilazione	non è presente, i serramenti non sono a tenuta	
Impianto solare termico	non presente	
Impianto solare fotovoltaico	non presente	
Superficie utile riscaldata	1.192	m ²
Numero piani riscaldati	2	
Volume lordo riscaldato	4.910	m ³
	0,6	
	22	
	143	



ENERGIA ELETTRICA CONSUMI

In Tabella 2 si riportano i consumi effettivi come registrati sulle bollette per il periodo 2003-2006.

Il consumo specifico di energia elettrica è di **25 kWh/m²**: tale risultato è stato ottenuto eseguendo una media dei consumi elettrici disponibili relativi agli anni 2003, 2004, 2005 e 2006 rapportata alla superficie complessiva dell'asilo nido e della scuola materna (1192 m²). Si rileva la presenza di sanzioni per Energia Reattiva (pari a circa il 6-7% del totale); proprio per questo motivo in tabella 3 si evidenzia la presenza un cosφ inferiore a 0,9: si consiglia di valutare il rifasamento dell'impianto.

Il consumo specifico risulta nelle media di utenza della medesima tipologia, ma lascia in ogni caso spazio ad interventi di risparmio.

Figura 1 - Consumi di energia elettrica

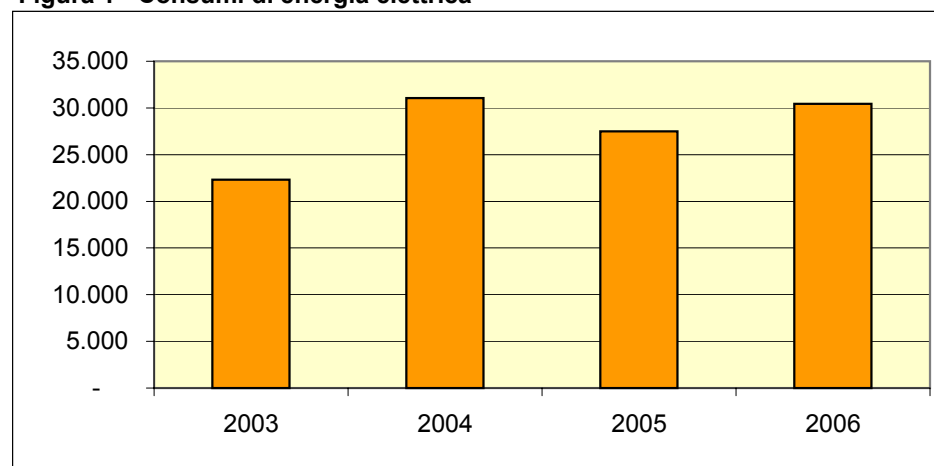


Tabella 2 - Consumi di energia elettrica

kWh					
	2003	2004	2005	2006	
GENNAIO					6.492
FEBBRAIO			5.763		
MARZO			3.108		6.414
APRILE	6.053	13.087	3.581		3.435
MAGGIO			2.350		1.991
GIUGNO	3.734	4.520	2.759		2.155
LUGLIO			1.684		1.786
AGOSTO					470
SETTEMBRE					1.103
OTTOBRE	5.807				2.183
NOVEMBRE			8.242		4.414
DICEMBRE	6.730	13.450			
TOTALE	22.324	31.057	27.487		30.443

Tabella 3 - Elaborazione dei consumi di energia elettrica

	2003	2004	2005	2006	media
POTENZA DISPONIBILE [kW]	28	28	28	28	28
P _{max} REGISTRATA [kW]	25	25	25	25	25
kWh	22.324	31.057	27.487	30.443	29.683
kWh/m ²	19	26	23	26	25
cosφ	0,83	0,82	0,81	0,83	0,82
CO ₂ PRODOTTA	2003	2004	2005	2006	media
tonnellate	11,6	16,1	14,3	15,8	15,4
kg/m ²	9,7	13,5	12,0	13,3	12,9

ENERGIA ELETTRICA UTILIZZATORI ELETTRICI

Tabella 4 - Parco illuminante

LAMPADE	%	UBICAZIONE
a incandescenza		
alogene		
a tubi fluorescenti	100%	

Le voci di maggiore consumo elettrico sono l'illuminazione e i dispositivi in uso nella cucina.

Si suggerisce di considerare i seguenti interventi:

- alimentazione elettronica per le lampade a fluorescenza
- alimentazione di lavabiancheria e lavastoviglie con acqua calda fornita da boiler a gas e solare termico
- verifica dei consumi delle celle frigorifere ed eventuale sostituzione con apparecchi in classe A++ di efficienza energetica.

Sensori o timer per l'illuminazione ☐

Tabella 5 - Apparecchiature elettriche

UFFICIO	CUCINA E BAGNO	CLIMATIZZAZIONE	ALTRE APPARECCHIATURE
☒ PC	☒ frigoriferi	☒ condizionatori	☒ TV/proiettori
☐ server	☒ scaldavivande	☒ ventilatori	☐ ascensori
☐ fax	☐ lavatrici	☐ stufette elettriche	☐ torni
☒ fotocopiatrici/stampanti	☒ lavastoviglie	☐ altro	☐ altro
☐ altro	☐ piastre elettriche		
	☒ macchina caffè, forno, affettatrice		

COMBUSTIBILI FOSSILI CONSUMI

In Tabella 6 sono riportati i consumi relativi al periodo in esame. I consumi medi specifici si riferiscono all'intero complesso scolastico (nido e materna) e sono di **37 kWh/m³**; questo risultato è stato ottenuto facendo una media dei consumi rilevati dalla lettura delle bollette da dicembre 2004 a dicembre 2007, rapportata al volume riscaldato dell'edificio (4910 m³).

I consumi sono riferiti al riscaldamento ed all'acqua calda sanitaria la cui produzione è combinata: dalla lettura dei consumi nei mesi estivi, in cui non funziona il riscaldamento, si evidenzia che il contributo dell'acqua calda sanitaria è molto basso.

Risultano consumi particolarmente elevati se rapportati a tipologie di utenza analoghe e pertanto vi sono margini per attuare migliorie volte al risparmio energetico.

Tabella 6 - Consumi di combustibile

		2004	2005	2006	2007
Smc gas	GENNAIO		7.338	3.716	3.787
	FEBBRAIO		2.038	3.674	3.343
	MARZO		2.072	3.500	2.105
	APRILE		409	2.836	813
	MAGGIO		314	774	310
	GIUGNO			340	268
	LUGLIO				186
	AGOSTO			600	116
	SETTEMBRE		398	90	158
	OTTOBRE		949	700	1.350
	NOVEMBRE		1.790	1.930	2.473
	DICEMBRE	2.452		3.140	4.000
	TOTALE	2.452	15.308	21.300	18.909

Figura 2 - Consumi di combustibile (Smc)

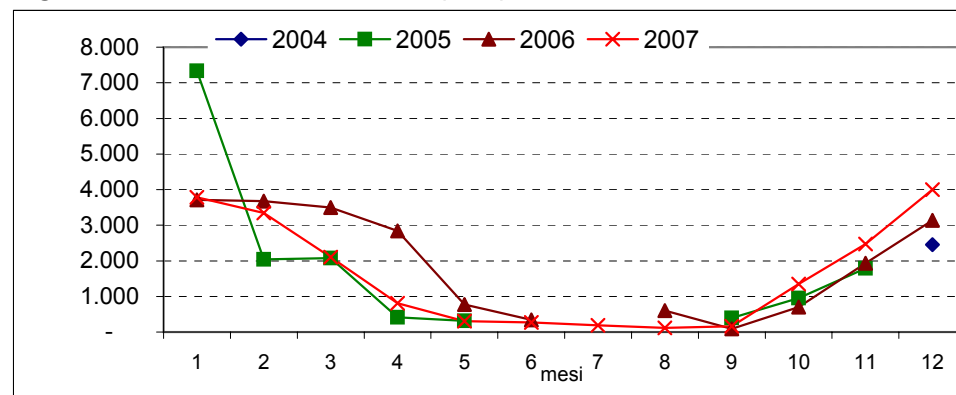


Tabella 7 - Elaborazione dei consumi di combustibile

combustibile:		2004	2005	2006	2007	media
gas	Smc	2.452	15.308	21.300	18.909	18.801
	kWh	23.522	146.850	204.332	181.395	180.357
	kWh/m ²	20	123	171	152	151
	kWh/m ³	5	30	42	37	37
	valore limite dell'indice di prestazione energetica					12
CO₂ prodotta		2004	2005	2006	2007	media
	tonnellate	4,8	29,7	41,3	36,7	36,5
	kg/m ²	4,0	24,9	34,6	30,7	30,6
	kg/m ³	1,0	6,0	8,4	7,5	7,4

SISTEMA RISCALDAMENTO

Tabella 8 - Descrizione del sistema di riscaldamento

Tipologia della caldaia	centralizzata standard efficiente
Potenza cumulata [kW]	260
Anno installazione caldaia	2002
Combustibile utilizzato	gas
Tipologia dei terminali scaldanti	radiatori
Sistema di regolazione	climatica centralizzata/regolatore climatico

Il rendimento del sistema riscaldamento è pari al 69%: ciò significa che il 31% dell'energia contenuta nel combustibile viene dispersa.

Il rendimento del generatore di calore è buono; sarebbe opportuno intervenire sul sistema di regolazione, monitorando le temperature in ambiente.

Potenza Nominale ideale per il riscaldamento. Utilizzando la formula $[\sum(k*S)+V*n*Y]*\Delta T / \eta$ dove k e S sono rispettivamente le trasmittanze e le superfici degli elementi dell'involucro, V il volume netto dell'edificio, n la portata d'aria di ricambio, Y coefficiente di conversione, ΔT la massima differenza di temperatura interno-esterno (25°C), η il rendimento del sistema di riscaldamento escluso il rendimento di produzione, si ottiene la potenza ideale per riscaldare pari a

88 kW.

La caldaia risulta sovradimensionata del 196%

Figura 3 - Rendimenti dei componenti del sistema di riscaldamento

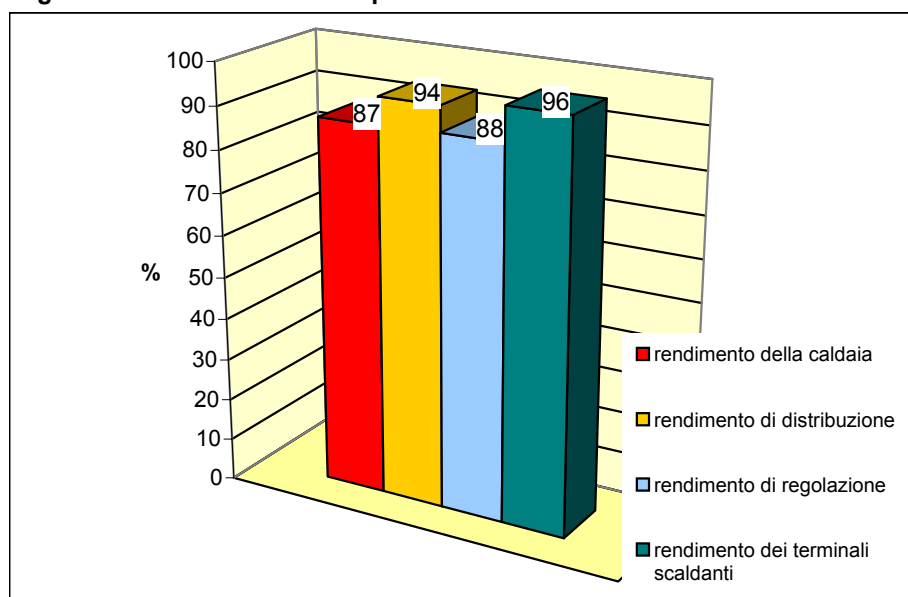
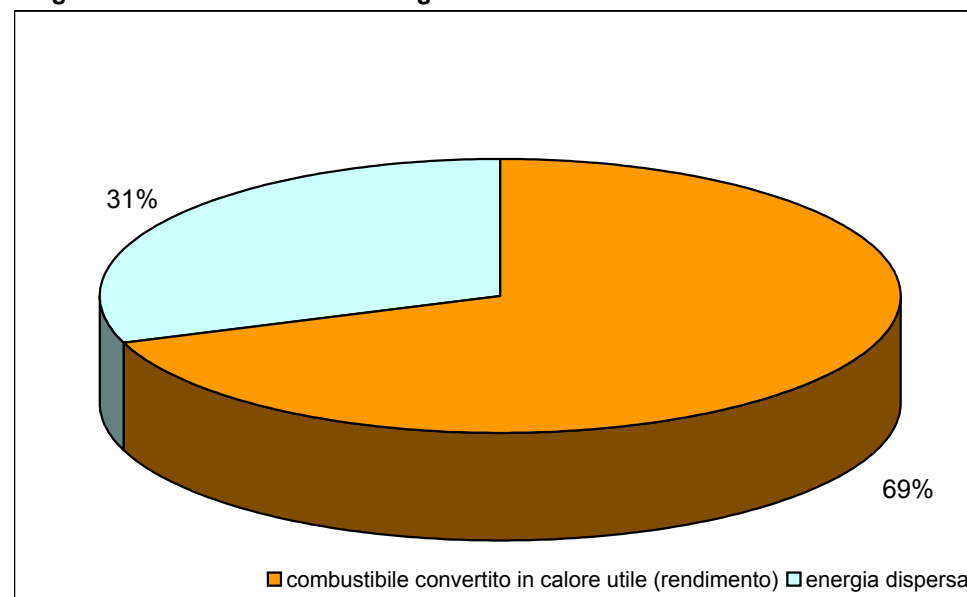


Figura 4 - Rendimento medio stagionale del sistema di riscaldamento



SISTEMA ACS

Tabella 9 - Descrizione del sistema di produzione ACS

Tipologia di impianto	centralizzato combinato
Anno installazione	2002
Tipologia di apparecchio	accumulatore per produzione di acqua calda sanitaria a riscaldamento indiretto / a serpentina

Il rendimento del sistema combinato di produzione di acqua calda sanitaria è pari all'80%: risulta pertanto efficiente.

Figura 5 - Rendimenti dei componenti del sistema di produzione ACS

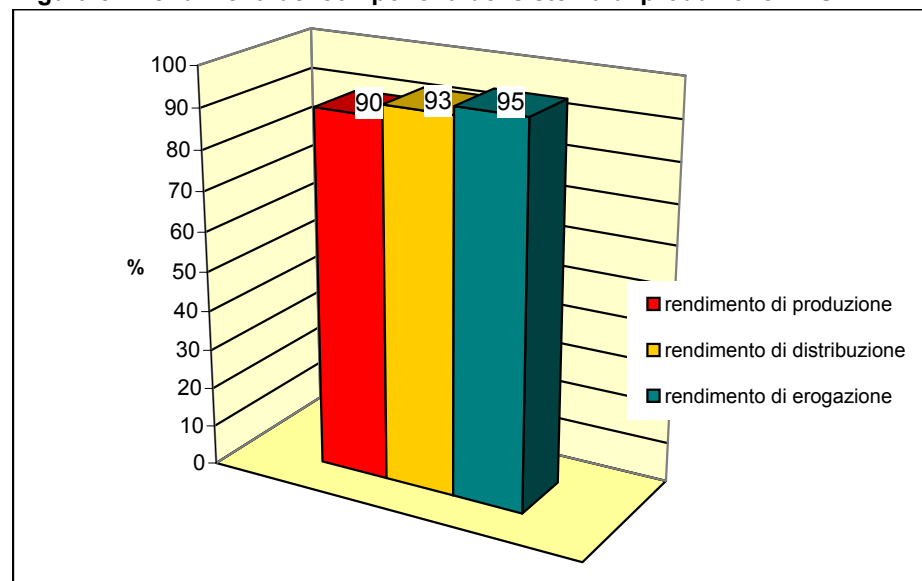
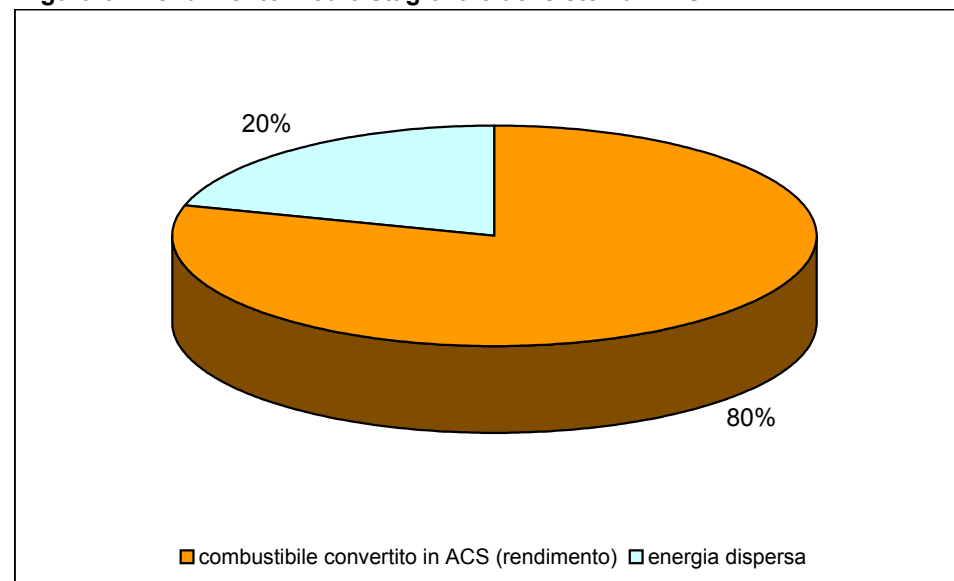


Figura 6 - Rendimento medio stagionale del sistema ACS





Generatore



Bruciatore

Terminali scaldanti



Impianto di aria condizionata



INVOLUCRO

Tabella 10 - Descrizione dell'involucro

elemento	sup. netta [m ²]	tipologia costruttiva	spessore medio [cm]	trasmissione [W/(m ² *K)]	trasmissione DGR VIII/5773
pareti	655,5	blocchi di cls vuoti faccia a vista (331-332)	31	1,20	0,34
serramenti finestrati	133,9	vetrocamera semplice (6-12-6)	-	3,60	2,20
porte	0,0	serramenti in metallo senza taglio termico			
basamento	964,8	laterocemento su terreno	35	0,23	0,33
copertura	964,8	tetto a falda in laterizio coibentato	30	0,68	0,30

Le prestazioni energetiche dell'edificio non risultano soddisfacenti. La trasmissione del basamento risulta nei limiti imposti dalla DGRVIII n°5773 della Regione Lombardia, allegato A, tabella A.3, per edifici nella zona climatica E (a cui appartiene il Comune di Samarate), mentre le trasmissioni delle pareti, della copertura e dei serramenti risultano superiori ai limiti di legge.

Figura 7 - Involucro, suddivisione percentuale delle superfici

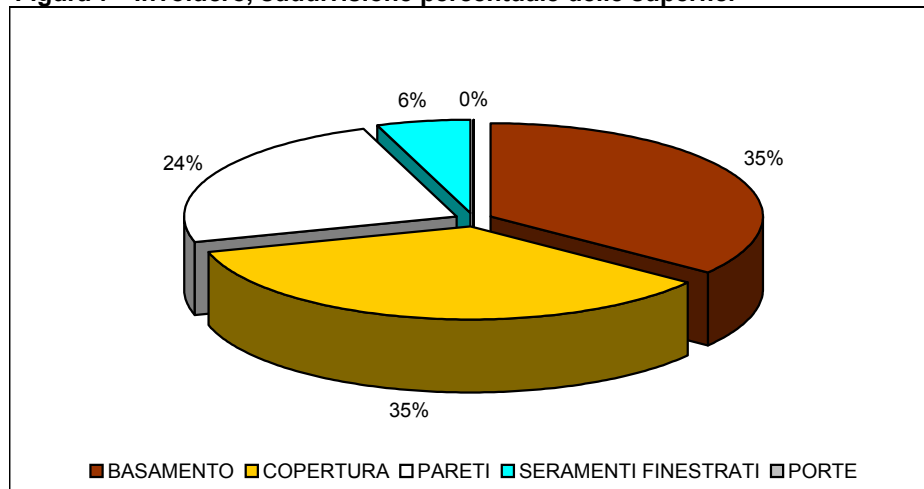
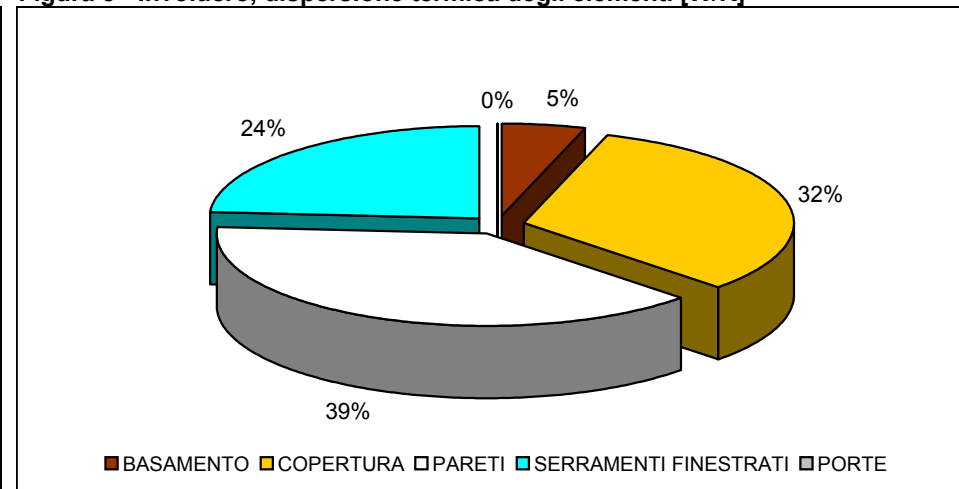
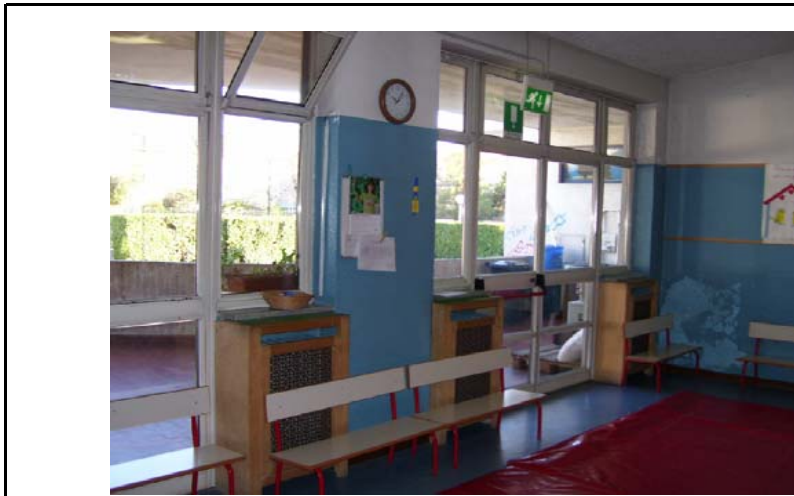


Figura 8 - Involucro, dispersione termica degli elementi [W/K]





Vista interna



Dettaglio serramenti



SIMULAZIONE TERMICA INVERNALE

Tabella 11 - Simulazione termica invernale dell'edificio

	simbolo	kWh/anno	kWh/mc anno
Energia scambiata per trasmissione dall'involucro	Q_T	102.915	21,0
Energia scambiata per ventilazione	Q_V	38.180	7,8
Energia dovuta agli apporti interni	Q_I	6.755	1,4
Energia dovuta agli apporti solari, superfici trasparenti orientate a NE	Q_{SIN}	1.812	0,4
Energia dovuta agli apporti solari, superfici trasparenti orientate a NO	Q_{SIO}	-	0,0
Energia dovuta agli apporti solari, superfici trasparenti orientate a SO	Q_{SIS}	5.415	1,1
Energia dovuta agli apporti solari, superfici trasparenti orientate a SE	Q_{SIE}	7.377	1,5
Energia dovuta agli apporti solari, superfici trasparenti orizzontali	Q_{SIC}	-	0,0
Fabbisogno annuo, in relazione all'uso, di calore per il riscaldamento	E_H	119.737	24,4
Energia del combustibile necessaria a soddisfare la domanda di risc.	EP_H	172.519	35,1
Fabbisogno annuo, in relazione all'uso, di energia termica per usi sanitari	E_W	2.508	0,5
Energia del combustibile necessaria a soddisfare la domanda di ACS	EP_W	4.320	0,9
Fabbisogno globale di energia primaria	EP_{HW}	176.839	36,0

Il fabbisogno specifico di calore per il riscaldamento è pari a 24,4 kWh/mc, dato dalla somma dell'energia scambiata per trasmissione dall'involucro 21 kWh/mc, quella per ventilazione, 7,8 kWh/mc e sottraendo gli apporti gratuiti, 4,4 kWh/mc (tab.11 e fig. 9).

Considerando il fabbisogno specifico annuo di energia termica e il rendimento del sistema di riscaldamento, 0,7, è possibile ottenere il valore di combustibile necessario a soddisfare tale fabbisogno.

Il consumo termico medio elaborato nelle bollette, pari a 36,7 kWh/mc, risulta confermato dalla simulazione di tab.11, 36 kWh/mc suddividibile in 35,1 kWh/mc per riscaldamento e 0,9 kWh/mc per ACS (fig. 10).

Figura 9 - Bilancio termico dell'involucro

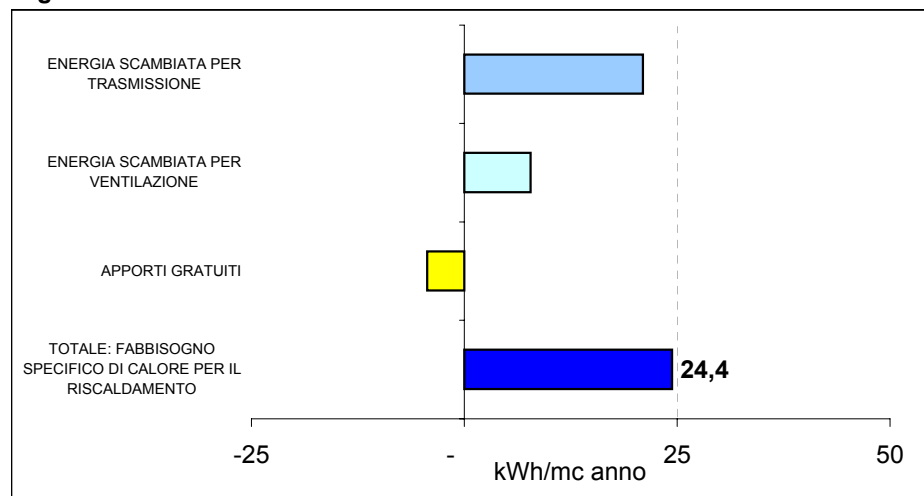
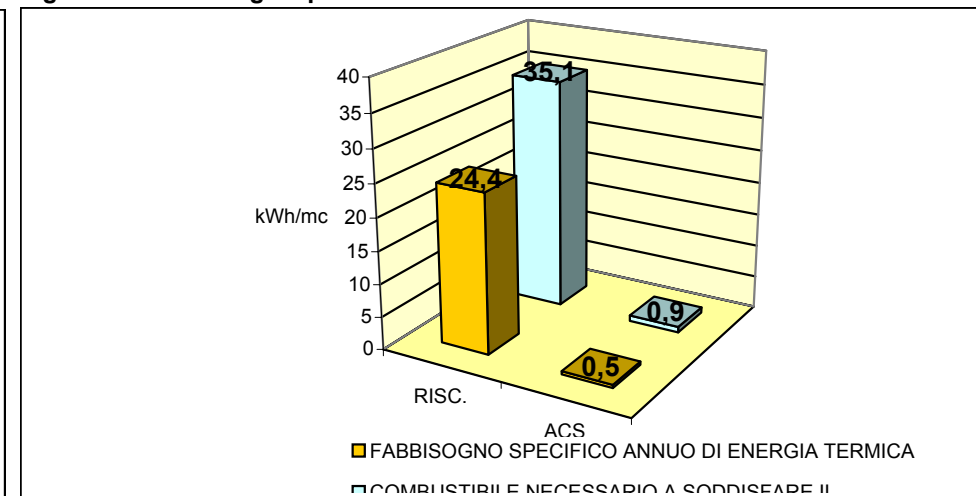


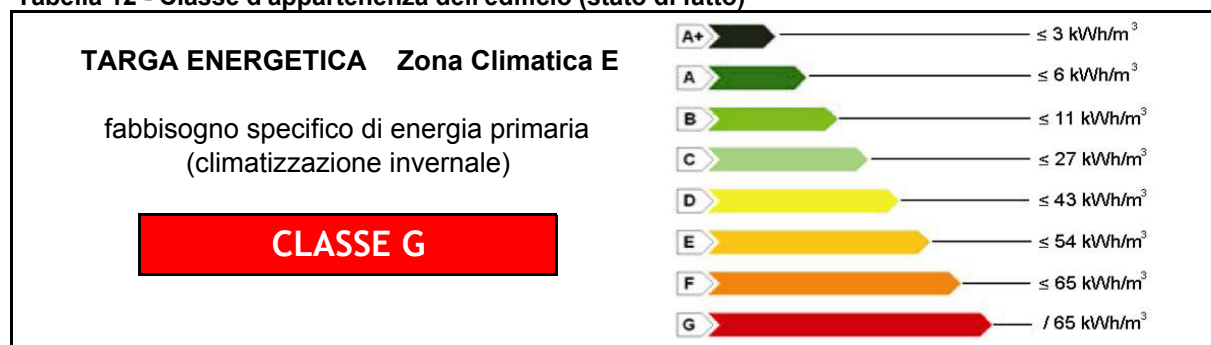
Figura 10 - Fabbisogni specifici e combustibile necessario



PRESTAZIONI ENERGETICHE

In relazione alla certificazione energetica, secondo una modalità di utilizzo standard dell'impianto termico, con 197 kWh/mc rappresentanti il fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale, l'edificio si attesterebbe in CLASSE G (tab.12).

Tabella 12 - Classe d'appartenenza dell'edificio (stato di fatto)



INTERVENTO DI RISPARMIO NEGLI USI FINALI TERMICI

SOSTITUZIONE SERRAMENTI

Si ipotizza la sostituzione dei serramenti con vetrocamera ma senza taglio termico dalla trasmittanza 3,6 W/mqk con serramenti in legno ricoperto in alluminio con doppio vetro 4-16-4.

Tabella 15 - Risparmio energetico ed emissioni evitate

Energia primaria considerata	gas
Risparmio energetico annuo di energia primaria	3654 Smc
CO ₂ evitata	7,1 t/anno
Diminuzione percentuale delle emissioni di CO ₂	13,7 %

Tabella 16 - Classi d'appartenenza dell'edificio dopo l'intervento

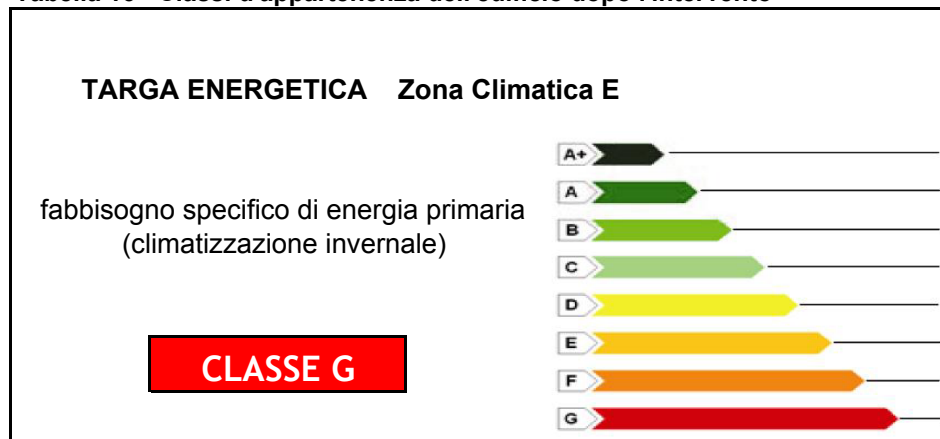


Tabella 17 - Analisi economica dell'investimento

	€	anni	%	€/Smc
Vita media investimento		30		
Investimento complessivo (ipotesi)	42.848,00			
Costo dell'energia primaria				0,65
Risparmio economico annuo	2.400,00			
Costi aggiuntivi di manutenzione annui	-			
Tasso di interesse			6,00%	
Inflazione			2,50%	
Percentuale investimento mutuizzato			100,00%	
Durata mutuo		12		
Investimento mutuizzato (spese incluse)	42.848,00			
Quota di investimento effettuata all'anno uno	5.110,78			
Rata annua mutuo a tasso fisso	5.110,78			
VAN Valore Attuale Netto	17.500,00			
PBT_R Pay Back Time ipotesi Rateizzazione		23		
IRR tasso di rendimento interno			3,49%	
PBT_S Pay Back Time semplice		18		

Figura 14 - Entrate e uscite annuali

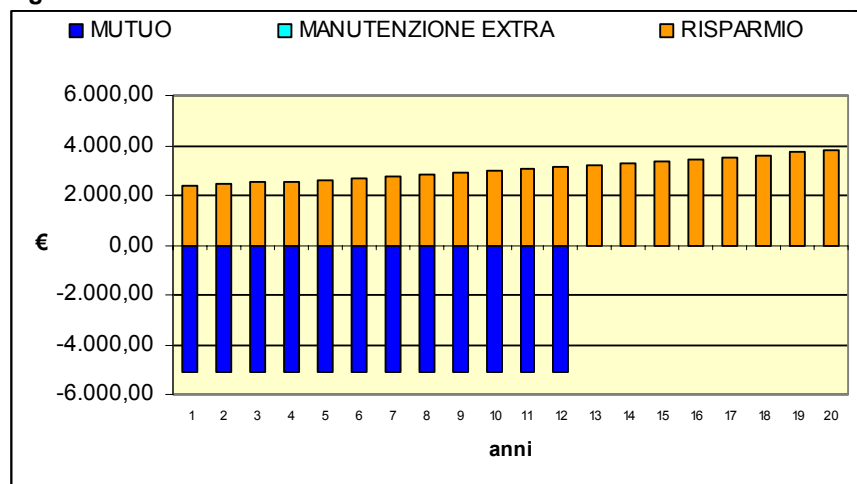


Figura 15 - Flusso di cassa netto

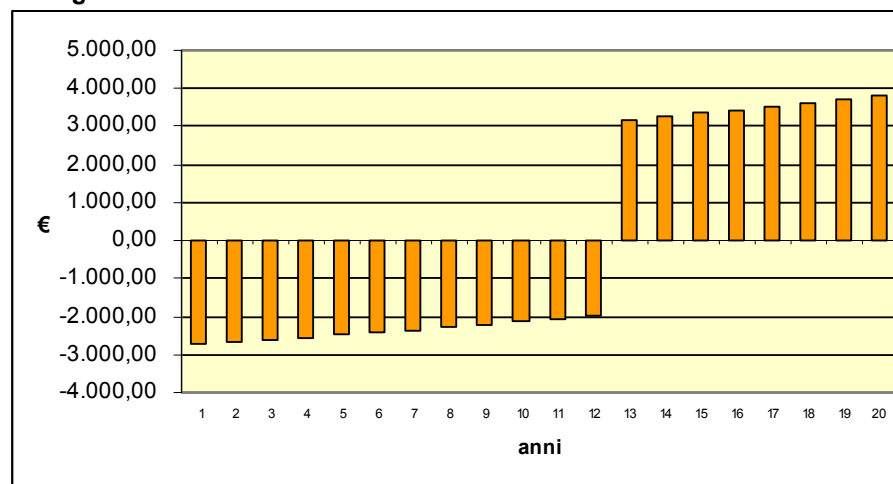


Figura 16 - Flusso di cassa netto attualizzato

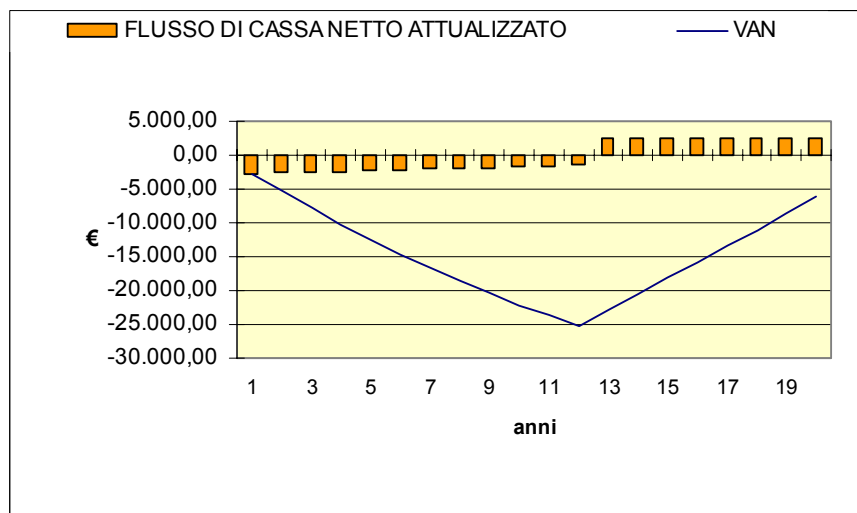
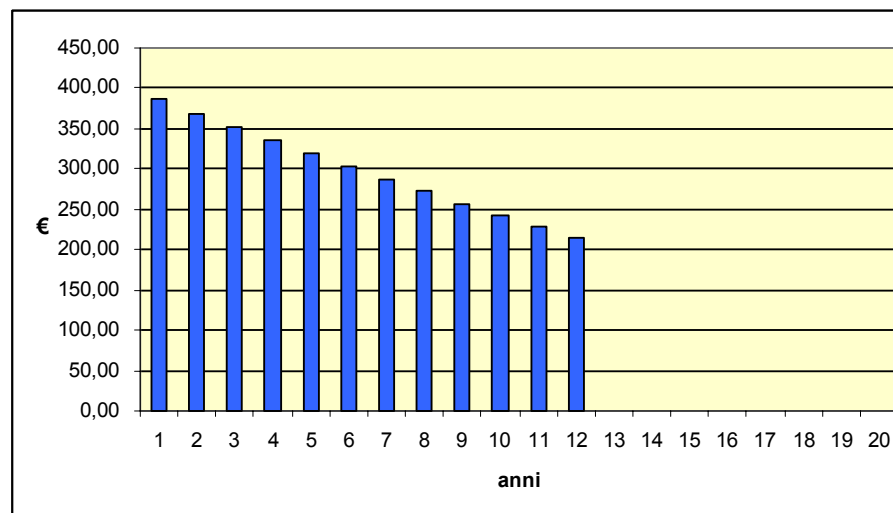


Figura 17 - Costo attualizzato della tonnellata di CO₂ evitata



INTERVENTO DI RISPARMIO ENERGETICO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO

POTENZA PROPOSTA: 19,72 kW



Nel caso in fase di studio si è optato per un sistema di produzione con connessione alla rete elettrica (Grid Connected), soggetto agli incentivi concessi (con decreto del Ministero delle attività Produttive e dal Ministero dell'Ambiente) dal cosiddetto Conto Energia per il fotovoltaico.

In considerazione dei dati resi disponibili sulla copertura dell'edificio e dalla stima dei consumi di energia elettrica, è possibile prevedere e dimensionare un impianto in grado di ottimizzare al meglio le risorse disponibili.

La copertura di tipo piana, l'inclinazione ottimale dei moduli pari a 30 gradi rispetto al piano e l'esposizione a sud consentono di optare per un impianto non integrato (vedi immagine esemplificativa). La superficie totale lorda occupata dall'insieme dei pannelli fotovoltaici che verranno installati sulla copertura sarà di circa 355 mq.

Per ricoprire tale superficie vengono proposti 116 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino ciascuno della potenza di picco pari a 170 W per una potenza complessiva dell'impianto di 19,72 kWp.

Le tabelle della norma UNI 10349 permettono di desumere che il valore di radiazione solare ottimale (esposizione sud e angolo di tilt 30 gradi) per la provincia di Varese è di 1481,9 kWh/mq. L'orientamento del campo fotovoltaico (azimut), l'inclinazione rispetto l'orizzonte e il fattore di ombreggiamento stimato portano ad un valore corretto di radiazione solare pari a 1452,26 kWh/mq.

I benefici economici derivanti da questa installazione sono rappresentati dall'incentivazione in conto energia e dal risparmio in bolletta ottenibile con lo scambio sul posto. Le tariffe incentivanti in "Conto Energia"- DM 19 febbraio 2007 prevedono che ogni kWh prodotto dall'impianto fotovoltaico venga incentivato, sia nel caso di assorbimento diretto da parte dell'utenza, sia nel caso venga immesso in rete.

Lo scambio sul posto è consentito per potenze che variano da 1 a 20 kW_p. Il funzionamento è il seguente: L'energia (kWh) prodotta dall'impianto viene immessa in rete e misurata da un apposito contatore. Alla fine dell'anno la società elettrica effettua un conguaglio tra energia assorbita ed energia immessa; al cliente viene rimborsata una quota dell'energia assorbita pari a quella immessa in rete durante l'arco dell'anno; ciò significa che ogni kWh prodotto viene scalato dai consumi e quindi dalla bolletta elettrica.

Nella tabella seguente si illustra che la resa economica derivante da incentivazione e risparmio in bolletta si attesta sui 13325,83 €/anno, a fronte di un investimento iniziale stimabile intorno ai 140998 €/anno.

La tabella illustra l'analisi economica dell'investimento, ipotizzando la modalità di pagamento con rateizzazione a 10 anni. L'impianto fotovoltaico proposto si ripaga in 14 anni e nell'arco di 25 anni restituisce 1,6 volte l'investimento complessivo.

Questa stima tiene conto dei parametri riferiti alla producibilità, guadagno e risparmio annuo dell'impianto, puntualmente per ogni anno di vita, considerando il fisiologico decadimento del rendimento dei moduli, 0,5%/anno, e della manutenzione straordinaria necessaria agli inverter dopo il tredicesimo anno, oltre che della manutenzione ordinaria. Viene considerata inoltre l'inflazione, dal momento la normativa non prevede che il GSE rivaluti la tariffa con meccanismi di indicizzazione. L'accuratezza delle valutazioni tecniche sui rendimenti di sistema e la coerente aggiunta di considerazioni economico-finanziarie supplementari sono volutamente "cautelative e peggiorative".

Nel caso si desideri accendere un mutuo, attraverso un'analisi economica molto accurata, è possibile calibrare correttamente la rata annua in modo da renderla inferiore alla resa economica annua dell'impianto e ottenere in questo modo un investimento che si autosostiene.

ANALISI ECONOMICA

Tabella 18 - Analisi tecnico-economica impianto fotovoltaico

	kW	°	m ²	kWh/anno	anni	€/kWh	€	€/m ²	%	ton/anno
Potenza	19,72									
Tecnologia: monocristallino; Solterra - SOL 170H										
Tipologia: non integrato										
Regime contrattuale: scambio sul posto										
Azimut		sud								
Inclinazione ottimale modulo		30,00								
Superficie netta impiegata			147,74							
Superficie lorda impiegata			355,29							
Decadimento efficienza celle applicato									0,5% / anno	
Rendimento di sistema									79,00%	
Irradiazione solare media (UNI 10349)				214.555						
Produzione				22.624						
CO ₂ evitata									22,64%	11,7
Premio da sommare alla tariffa incentivante dopo il primo anno						0,05				
Investimento complessivo							140.998,00			
Incentivazione annua Conto Energia				22.624		0,40	9.027,18			
Risparmio annuo				22.624		0,19	4.298,65			
Vendita annua				-		0,10	-			
Resa annua (risparmi + incentivi)							13.325,83			
Manutenzione annua							197,20			
Incentivo a fondo perduto							-			
Investimento mutuizzato							140.998,00			
Numero anni pagamento					10					
Rata annua mutuo a tasso fisso							19.157,11			
Quota investimento effettuata all'anno 1							19.157,11			
Inflazione									2,50%	
Inflazione energia elettrica									2,50%	
Tasso di interesse bancario									6,00%	
VAN Valore attuale netto							78.494,35	531,31		
PBT Pay Back Time					14					
IRR tasso di rendimento interno									9,76%	

Figura 14 - Entrate e uscite annuali

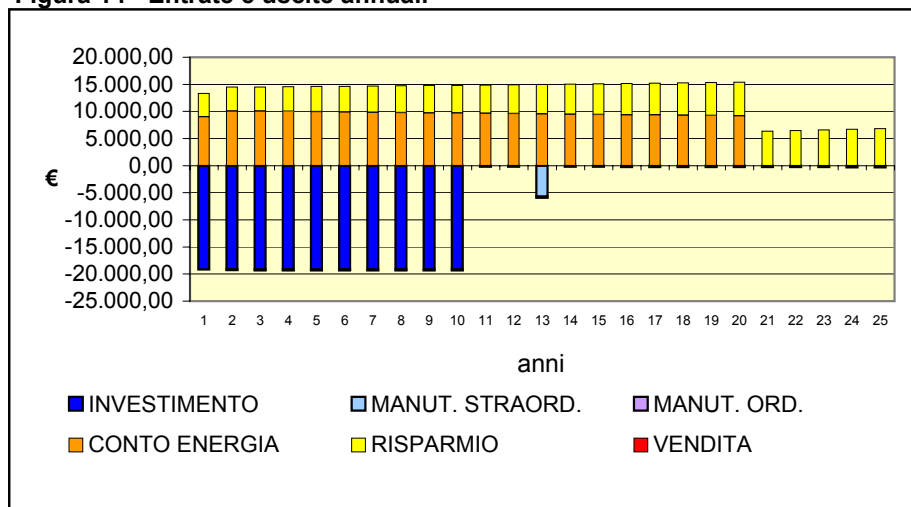


Figura 15 - Flusso di cassa netto

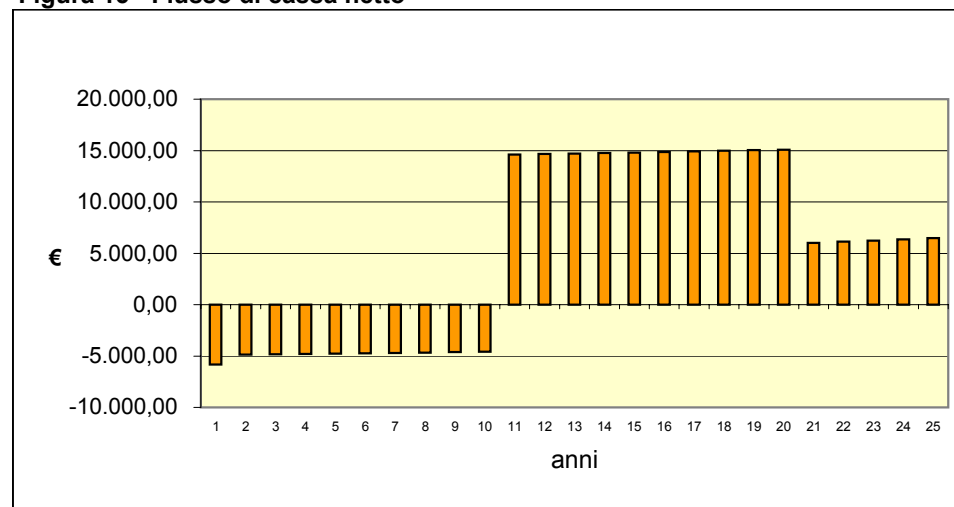


Figura 16 - Flusso di cassa netto attualizzato

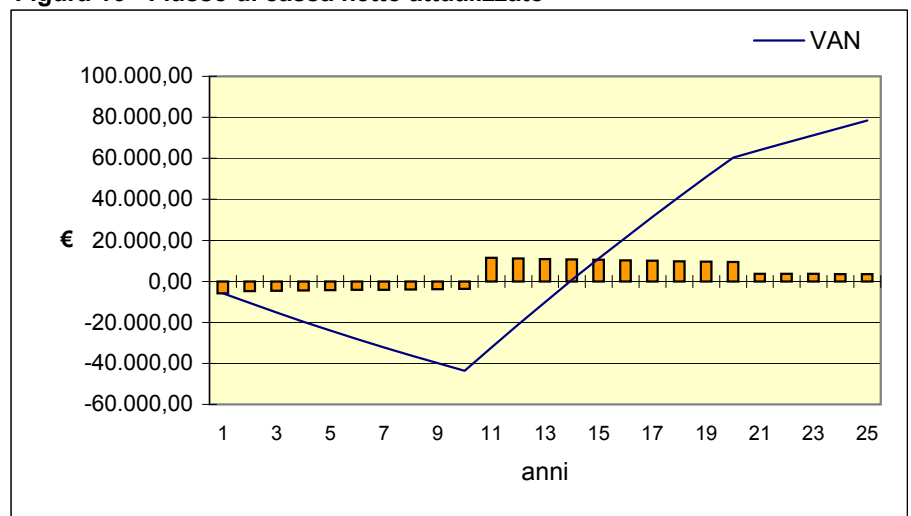


Figura 17 - Costo attualizzato della tonnellata di CO₂ evitata

