



Diagnosi Energetica in ambito civile realizzata su A.O. "Cardarelli"

ing. Francesco Beneduce
Responsabile Lavori
UdB Centro-Sud SIRAM S.p.A

Workshop Siram - Napoli, 31 marzo 2016

Diagnosi ed efficienza energetica obblighi e opportunità



Diagnosi Energetica

La diagnosi Energetica è una procedura sistematica volta a:

- ✓ Fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o di un gruppo di edifici, di un'attività o di un impianto industriale o di servizi pubblici o privati;
- ✓ Individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici;
- ✓ Riferire al cliente in merito ai risultati

Può essere articolata su tre diversi livelli di dettaglio:



Principali Riferimenti Normativi:

- [Direttiva 2012/27/UE](#)

- [D.Lgs 115/2008](#)

Prevede: "l'obbligo di diagnosi energetica di edifici pubblici o ad uso privato in caso d'interventi di ristrutturazione degli impianti termici o di ristrutturazioni edilizie che riguardino almeno il 15% della superficie esterna dell'involucro edilizio che racchiude il volume riscaldato"

- [D.Lgs 102/2014](#)

Art.5, comma 1: A partire dal 2014 e fino al 2020,, sono realizzati attraverso le misure del presente articolo interventi sugli immobili della pubblica amministrazione centrale, inclusi gli immobili periferici, in grado di conseguire la riqualificazione energetica almeno pari al 3% anno della superficie coperta climatizzata o che, in alternativa, comportino un risparmio energetico cumulato nel periodo 2014-2020 di almeno 0,04 MTep

Diagnosi Energetica

“Pacchetto Clima 20-20-20”
contenuto nella direttiva Europea
2009/29/CE

✓ Una riduzione delle emissioni di biossido di carbonio, rispetto a quelle registrate nel 1990, del 20%;

✓ Incremento del 20% dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili ;

✓ Una riduzione del **20% dei consumi di energia primaria**;

Il tutto finalizzato a:

“Stimolare comportamenti dei utenti che contribuiscano a ridurre i consumi energetici...”

“Sensibilizzare sull'uso efficiente delle energia...”

SCHEMA LOGICO OTTIMIZZATO PER FARE EFFICIENZA ENERGETICA

DIAGNOSI ENERGETICA DEL SISTEMA EDIFICIO – IMPIANTO



PROGETTAZIONE INTERVENTI



INSTALLAZIONE



manutenzione

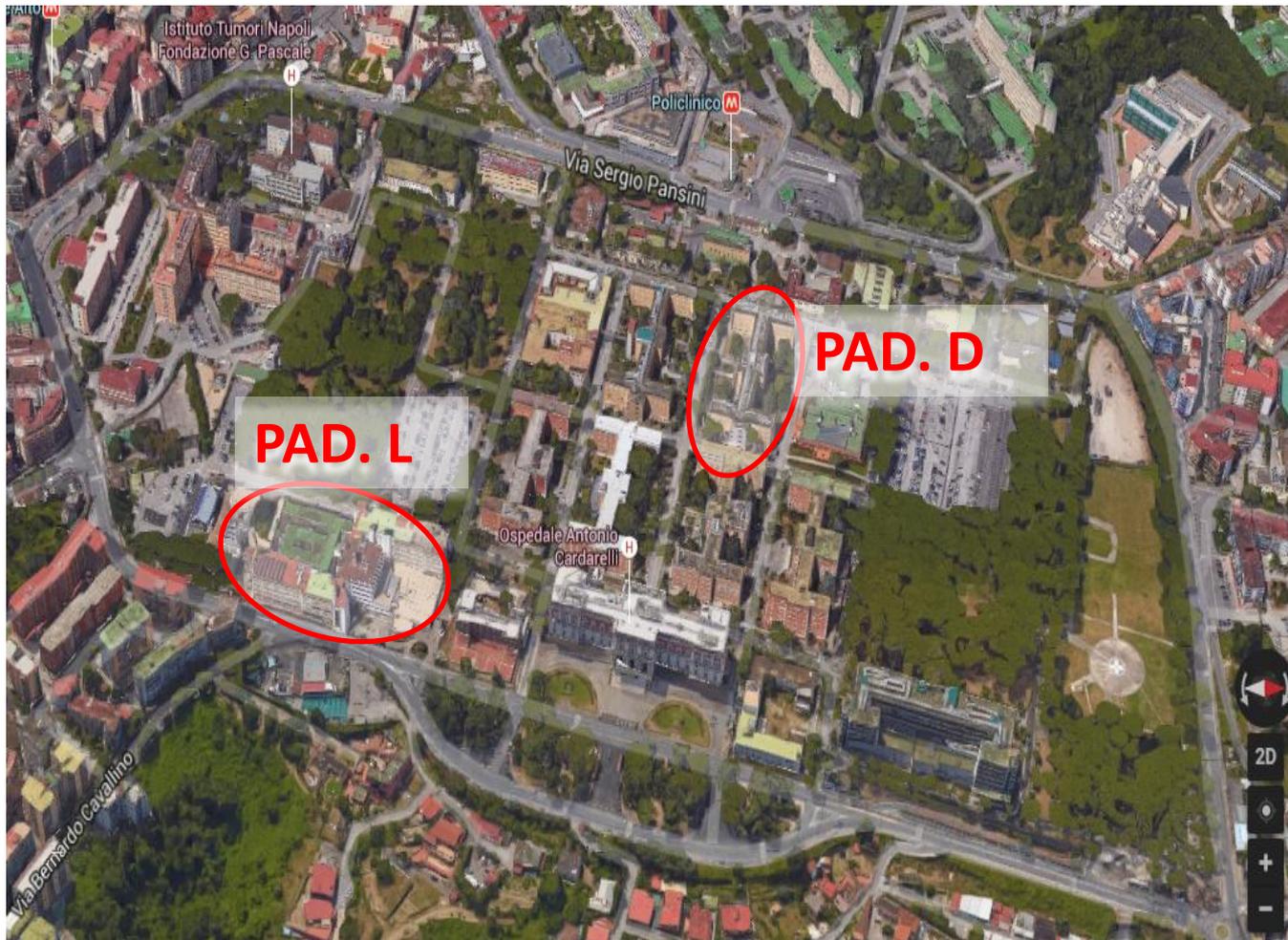


GESTIONE E MANUTENZIONE CON
CONTRATTO A GARANZIA DI
RISULTATO

monitoraggio



A.O. CARDARELLI: CASE HISTORY



Nel 2013, sono state effettuate le diagnosi energetiche di due dei ventidue padiglione dell' **A.O.R.N. "A. Cardarelli"**

- **PADIGLIONE "D"**
- **PADIGLIONE "L"**

Siram
by **VEOLIA**



DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
INDUSTRIALE



Antonio Cardarelli
AZIENDA OSPEDALIERA DI RILIEVO NAZIONALE

A.O. CARDARELLI: Vettori Energetici

GAS NATURALE

CENTRALE TERMICA

COGENERAZIONE

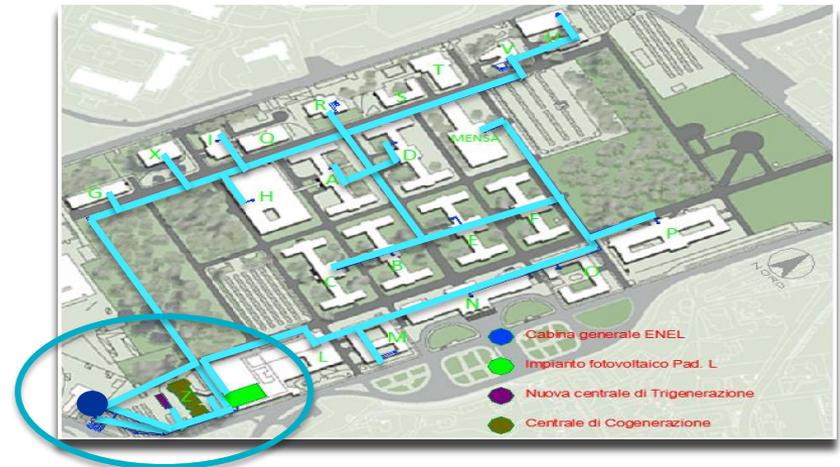
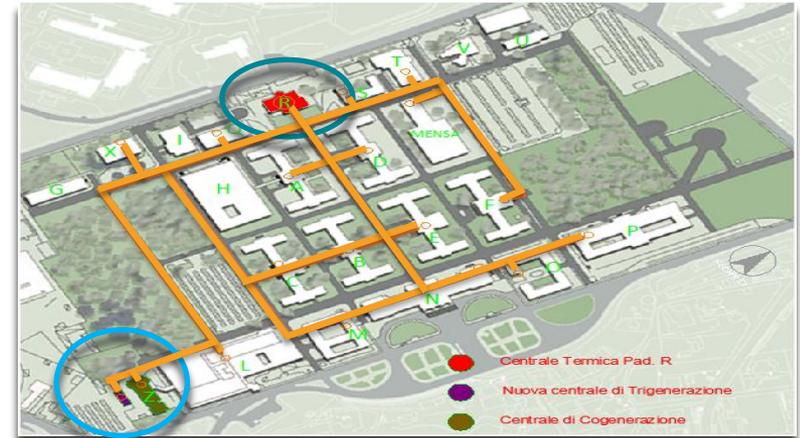
TRIGENERAZIONE

EN. ELETTRICA

ANELLO DI DISTRIBUZIONE IN M.T.

GASOLIO

GRUPPI ELETTOGENI



A.O. CARDARELLI: Case History – Metodo



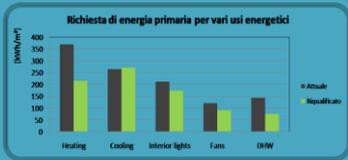
Determinazione delle caratteristiche dell'edificio e degli impianti



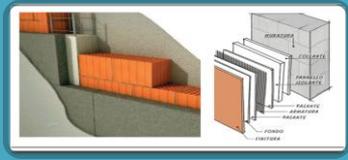
Elaborazione dei dati



Modellazione dell'edificio mediante analisi energetica dinamica



Analisi delle prestazioni attuali

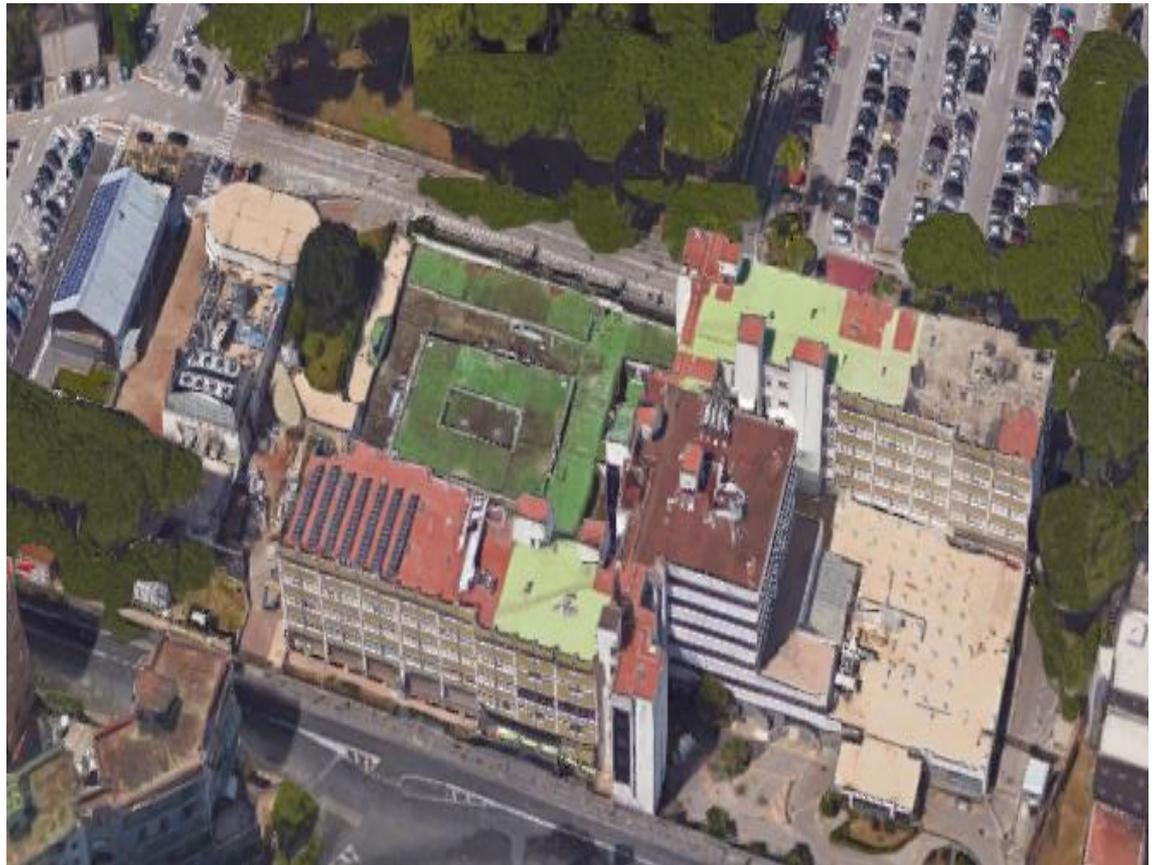


Analisi energetico - economiche delle ipotesi di riqualificazione

A.O. CARDARELLI: Padiglione "L"

Servizi	Posti letto
Degenze	156 - 226
Rianimazione	20
Camere Operatorie	10

Sup. interna	15'159 m ²
Volume	114'867 m ³
Rapporto S/V	0.132 m ⁻¹
% Finestrato	15.9 %

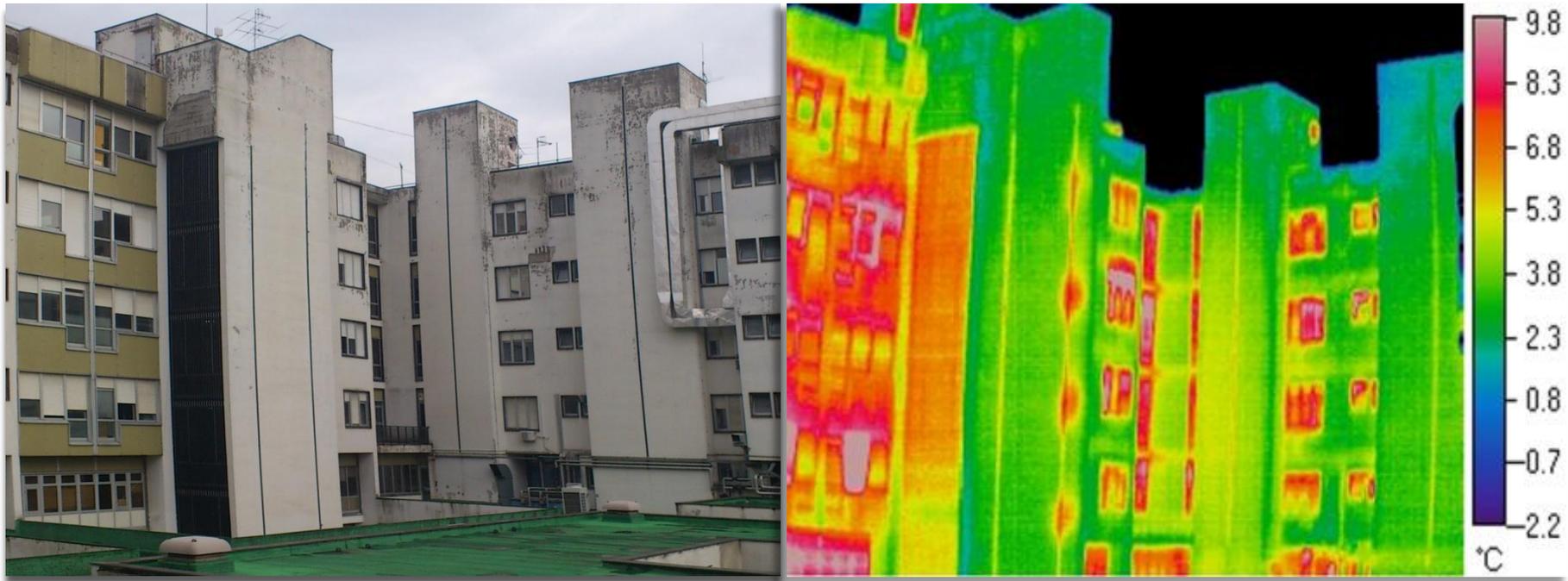


Padiglione “L”

Analisi dell’involucro edilizio

Termografia

È la tecnica che consente, senza contatto, l’acquisizione e l’analisi di informazioni termiche/radiative provenienti da manufatti. Consente la visualizzazione **qualitativa** bidimensionale della misura dell’irraggiamento infrarosso emesso da una superficie e quindi la distribuzione termica degli oggetti esaminati e le eventuali anomalie.



Padiglione “L”

Analisi dell’involucro edilizio

Termoflussimetria

È la tecnica che consente una misura **quantitativa** della resistenza termica in regime stazionario caratteristica di una struttura.

La norma ISO 9868 descrive il metodo per la misurazione delle proprietà di trasmissione termica dei componenti piani negli edifici mediante termoflussimetri.

La strumentazione si compone di:

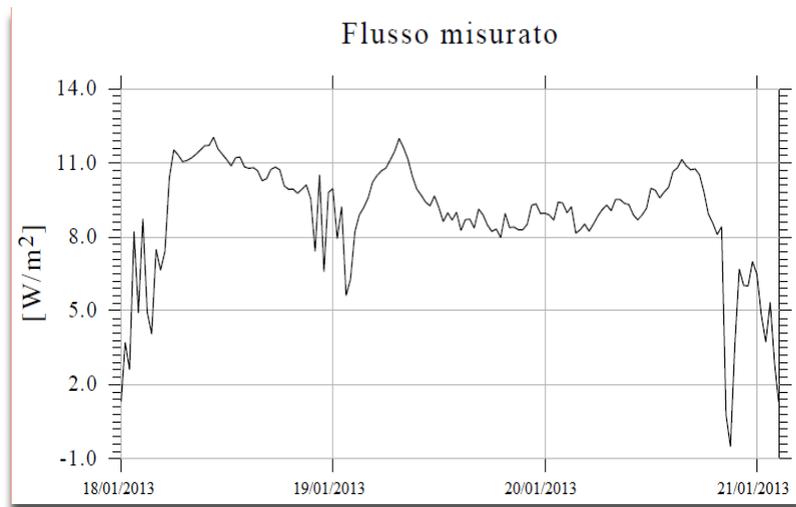
- unità di misura e controllo per l’acquisizione dati
- sensore di flusso termico
- quattro termocoppie
- software per l’acquisizione e registrazione dati.



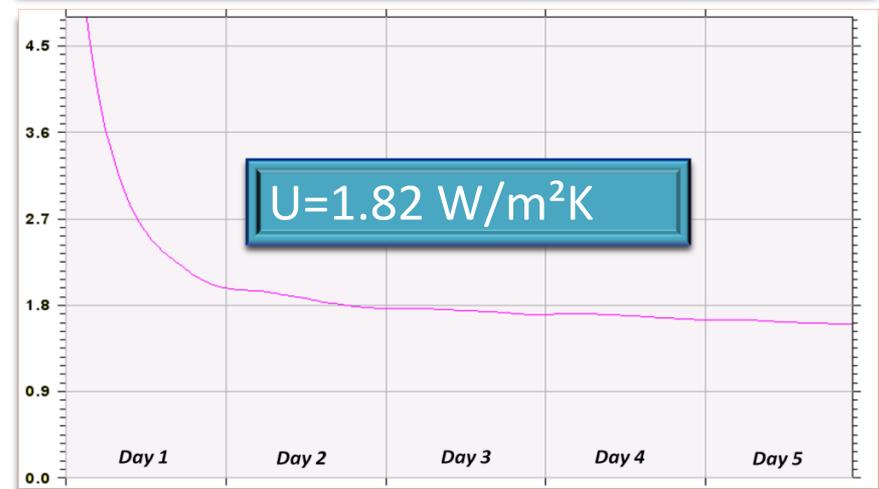
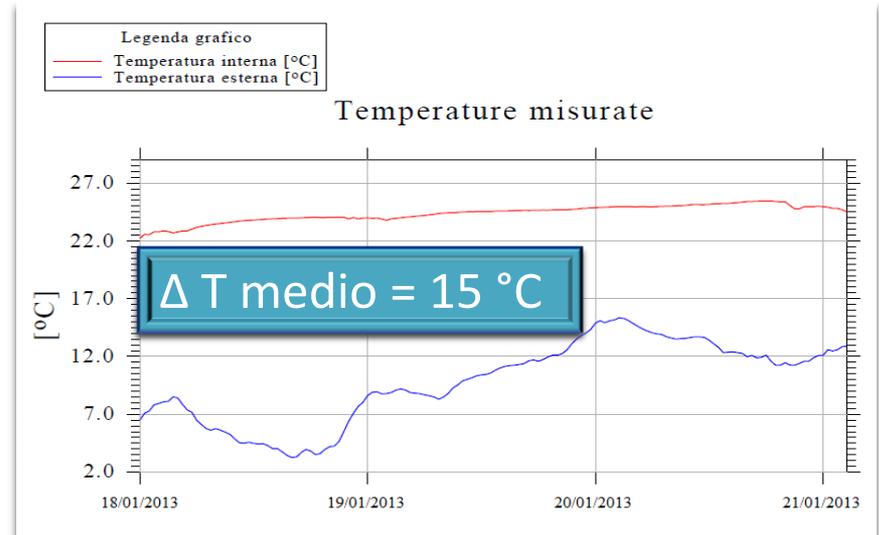
Padiglione "L"

Analisi dell'involucro edilizio

- Periodo di misurazione: 18-21 Gennaio 2013



La misura della conduttanza è andata ad asintoto rapidamente, confermando condizioni al contorno ΔT adeguate in termini di mono-dimensionalità del flusso termico.



Padiglione “L”

Analisi dell’involucro edilizio



- **Copertura:** elemento strutturale in latero-cemento, con intonaco sul lato interno.
 - intonaco interno (2 cm)
 - strato latero-cementizio (20 cm),
 - massetto alleggerito con impasto di perlite (20 cm)**Conduttanza termica complessiva di calcolo pari a 1.502 W/m²K.**
- **Parete esterna:**
 - intonaco interno
 - muratura in blocchi forati di lapilcimento (12 cm)
 - intonaco esterno**Trasmittanza termica di calcolo pari a 1.82 W/m²K.**
- **Finestre:**
 - vetro-camera semplice 3/6/3 (aria)
 - infisso in alluminio senza taglio termico.**Trasmittanza termica di calcolo pari a 3.2 W/(m²K).**
- **Solaio a terra:** struttura in latero-cemento non isolata, a diretto contatto con il suolo.
Trasmittanza termica di calcolo 1.3 W/m²K.

Padiglione “L”

Analisi Impianti

Tipologia degli impianti di riscaldamento e raffrescamento



Impianti ad aria primaria per il condizionamento estivo ed invernale



Radiatori per il riscaldamento invernale



Fan-coils per il raffrescamento estivo

Il controllo del microclima in ambiente, per le diverse destinazioni d'uso delle edificio, è realizzato mediante impianti di trattamento, U.T.A., centralizzati a servizio:

- **Complesso Operatorio (I-II-III Piano Corpo C);**
- **Degenze (I-II-III-IV Corpi A-B);**

Le aree comuni, le sale d'attesa e servizi igienici dispongono di radiatori, mentre, gli uffici presentano un impianto misto a fan-coils per il controllo della temperatura estiva ed invernale.



La **centrale di Trattamento Aria e la sottocentrale termica** sono ubicate al secondo piano seminterrato;

La **centrale frigorifera**, costituita da due gruppi frigo, è **ubicata nel padiglione “Z”**;

Padiglione "L"

Analisi Impianti

Inoltre, sono stati censiti tutti gli altri dispositivi sorgente di carico termico o alimentati elettricamente, quali le apparecchiature elettromedicali e i corpi illuminanti

1) Corpi illuminanti

DESTINAZIONI D'USO	m ² ZONA TERMICA	STANZA	CORPI ILLUMINANTI			
			COD APPARATO	N°	TIPOLOGIA	Pot. [We]
AREA COMUNE	878.13	CORRIDOIO	LAMP(01-60)-CORR-A-0-D	60	FLUORESCENTE LINEARE	72
			LAMP(61-75)-CORR-A-0-D	15	FLUORESCENTE LINEARE	36
		SOGGIORNO	LAMP(76-79)-SOGG-A-0-D	4	FLUORESCENTE LINEARE	72
			TOT	79		5148
CENSIMENTO CORPI ILLUMINANTI						
UFFICI	82.27	UFFICIO	LAMP(10-12)-UFF-E-0-D	3	FLUORESCENTE LINEARE	72
			LAMP(13-16)-DR-E-0-D	4	FLUORESCENTE LINEARE	72
		DEPOSITO 02	LAMP(17)-DR-E-0-D	1	FLUORESCENTE LINEARE	36
			LAMP(18)-DEP-E-0-D	1	FLUORESCENTE LINEARE	36
		TOT	18		1152	

2) Apparecchiature Elettromedicali

Descrizione	Costruttore	Modello	POTENZA [W]	POTENZA [VA]
ELETTROCARDIOGRAFO	BTL INDUSTRIES LTD	BTL 08 SD		30
DISTRIBUTORI			450	
DISTRIBUTORI			450	
DISTRIBUTORI			450	
ECOTOMOGRAFO PORTATILE	ALOKA CO LTD	SS D 500		160
CONGELATORE DALABORATORIO	ANGELANTONIINDUSTRIE SPA	PLATINUM 500 VERTICALE		1980
FRIGORIF				
BILANCIA				23
TESTA LE				
DEFIBRILLATORE	LAERDAL MEDICAL	HEART START HS1		37.8
FRIGORIFERO BIOLOGICO	KW APPARECCHI SCIENTIFICI SRL	KBPR 180 VT	160	

3) Numero di Occupanti



A.O. CARDARELLI: Strumenti di Calcolo

ANALISI ENERGETICA IN CONDIZIONI
DI CALCOLO **STAZIONARIE**:

Permette la valutazione degli
indicatori di prestazione energetica,
avvalendosi di **input standardizzati**.

E' adatta per la classificazione delle
prestazioni di un edificio, allorquando
bisogna **svincolarsi da condizioni
di utilizzo troppo specifiche**.



EnergyPlus Testing with Building Thermal Envelope and Fabric Load Tests from ANSI/ASHRAE Standard 140-2007

EnergyPlus Version 7.0.0.036
November 2011

Prepared for:
U.S. Department of Energy
Energy Efficiency and Renewable Energy
Office of Building Technologies
Washington, D.C.



Prepared by:
Robert H. Henninger and Michael J. Witte

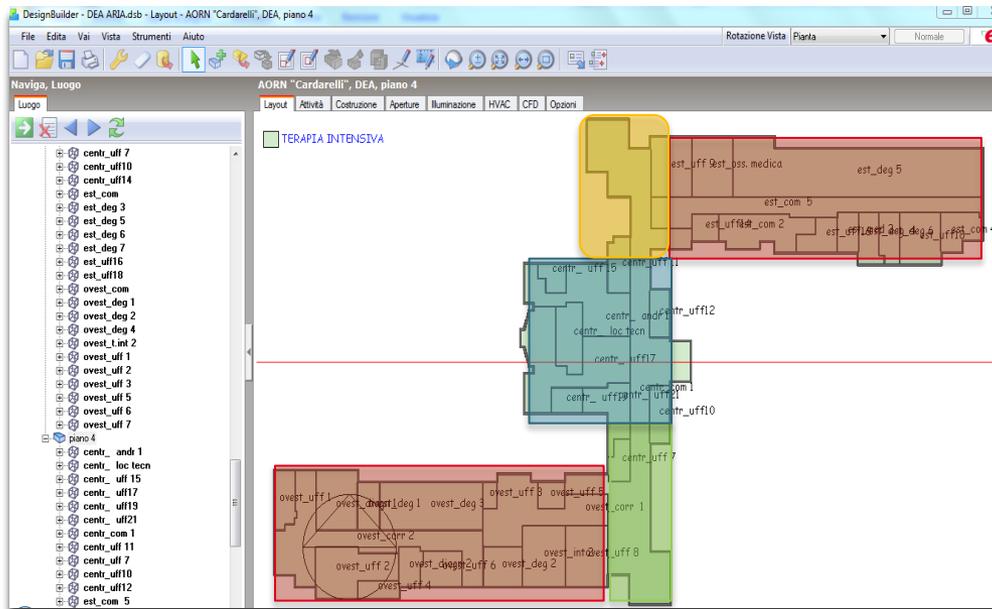
GARDAnalytics
Energy, Economic and Environmental Research
115 S. Wilke Road, Suite 105
Arlington Heights, IL 60005-1500
USA
www.gard.com

Con l'obiettivo di ricostruire lo scenario prestazionale attuale, e quindi consapevolmente valutare il potenziale risparmio ottenibile mediante interventi di riqualificazione, l'edificio è stato modellato secondo condizioni al contorno reali in un codice di simulazione termo-energetica dinamica.

Modellazione

La **modellazione** dell'edificio è stata effettuata con il software *Design Builder* in termini di:

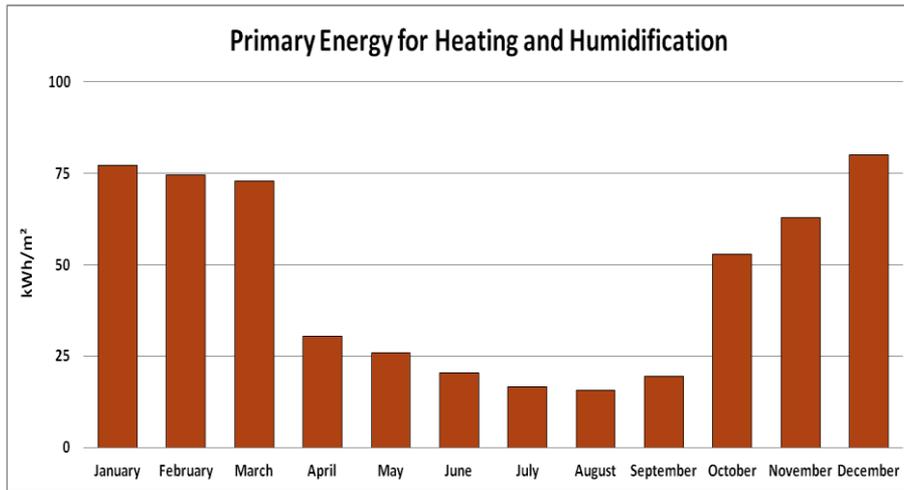
- geometria della struttura;
- stratigrafia delle pareti;
- caratterizzazione degli involucri finestrati;
- suddivisione in zone termiche e destinazioni d'uso;



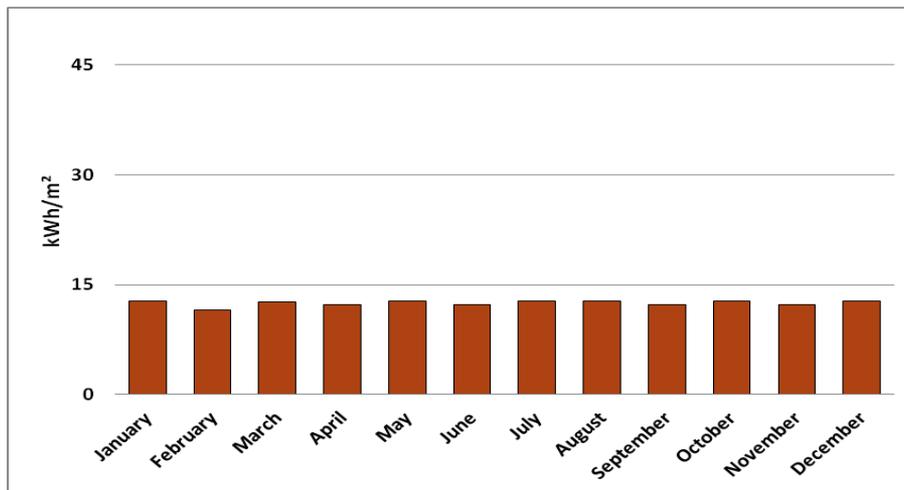
Le **zone termiche** sono state scelte in funzione di:

- numero occupanti;
- attività svolte;
- temperatura di set-point;
- aria di rinnovo;
- illuminazione;
- presenza di apparecchiature;

Prestazione Attuale: Risultati



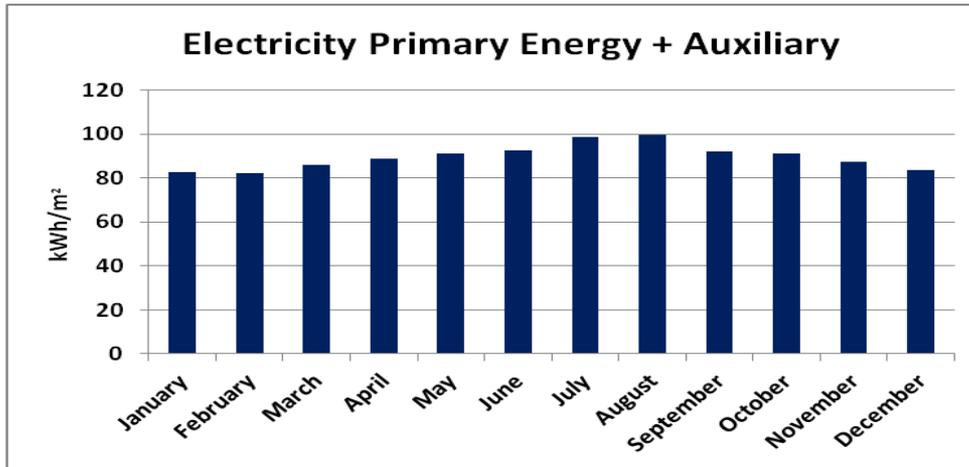
Periodo di riscaldamento non normato secondo legge. Il DPR 412/93 classifica gli ospedali in classe E3. Pertanto questi non sono soggetti ai limiti di accensione degli impianti convenzionali, stabiliti relativamente alle zone climatiche e concernenti anche le temperature impostate.



Richiesta di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria.

Primary Energy [kWh/m²]		
District Heating	Water systems	TOT
217	144	361

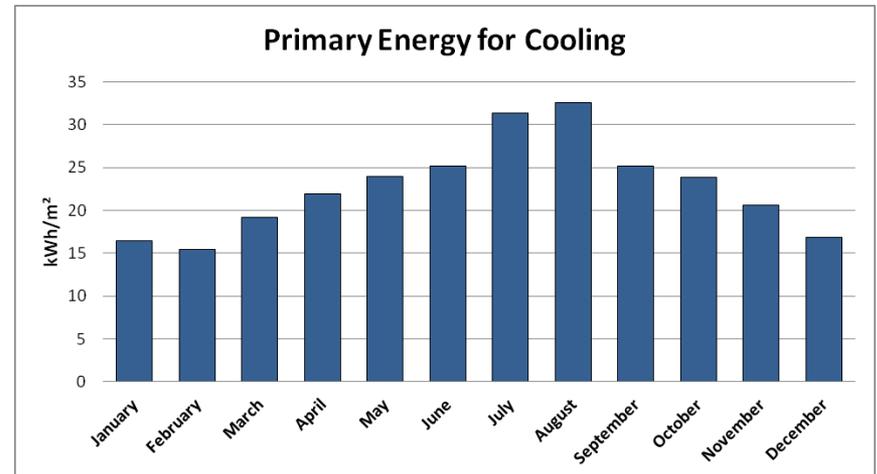
Prestazione Attuale: Risultati



La domanda totale di energia elettrica comprende i carichi elettrici puri (luci e apparecchiature), l'energia elettrica per il raffrescamento estivo e l'energia elettrica per l'azionamento degli ausiliari.

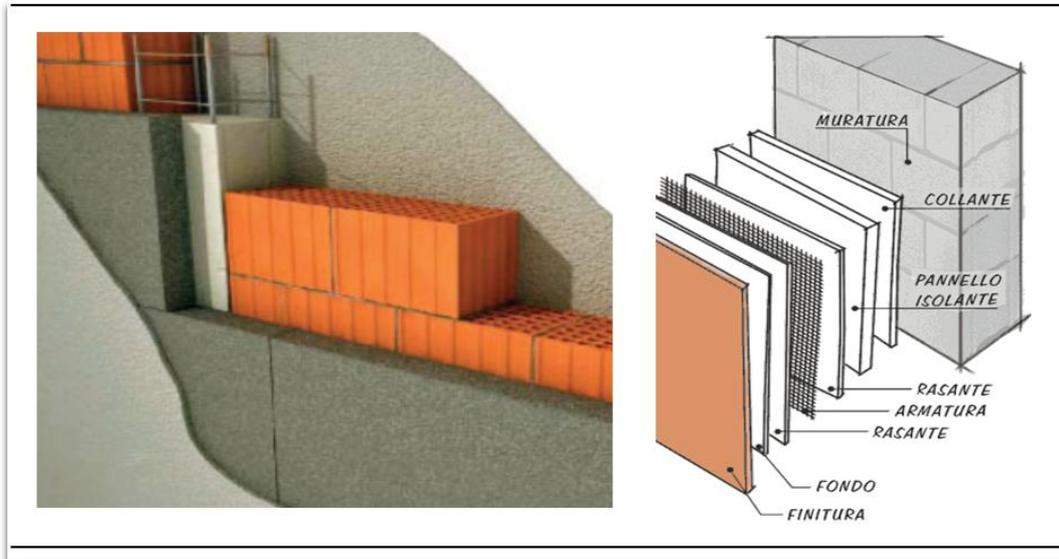
Richiesta di energia primaria per la climatizzazione in modalità raffreddamento e deumidificazione.

Primary Energy [kWh/m²a]		
Electricity	Cooling	TOT
1075	273	1348



Ipotesi di Riqualficazione

Isolamento a cappotto (4, 8, 10 cm)



Stiferite

Conducibilità [W/mK]	Densità [kg/m ³]	Calore specifico [J/kgK]
0.026 ÷ 0.028	33 ÷ 37	1464

Le derivanti riduzioni della domanda di energia primaria per il riscaldamento, rispetto al caso dell'edificio base (217 kWh/m²), sono la seguente:

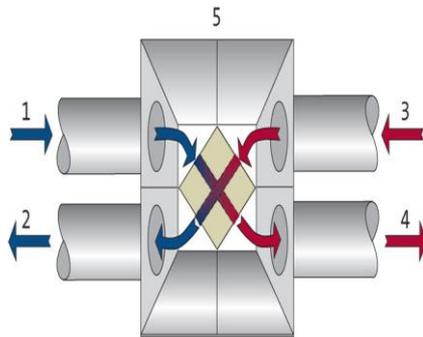
- Isolamento a cappotto con 7 cm di stiferite: 6.65%
- Isolamento a cappotto con 8 cm di lana di roccia: 6.57%
- Isolamento a cappotto con 10 cm di legno mineralizzato: 6.8%

U_{PARETE} (W/m²K)

Parete attuale	1.82
Stiferite 4 cm	0.34 (- 82%)
Lana Roccia 8 cm	0.37 (- 80%)
Cenelit 10 cm	0.29 (- 84%)

Ipotesi di Riqualficazione

Recuperatori di Calore



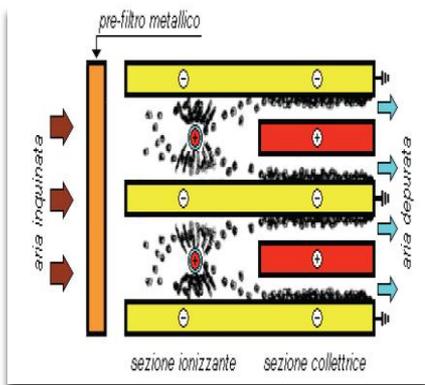
Recuperatori di calore, di tipo sensibile, al fine di contenere i consumi energetici degli impianti centralizzati di aria primaria.

Sostituzione di Split con rete di Fan-coils



In alcune aree, tipo quelle di diagnostica, è presente un'elevata concentrazione di Split. In sede di proposta si è valutato la fattibilità di sostituirli con una nuova rete di fan-coils.

Filtri elettrostatici



Nei filtri elettrostatici, l'aria contaminata viene ionizzata dagli elettrodi di emissioni e le particelle contaminanti si depositano sugli elettrodi di raccolta, non inducendo perdite di carico.

Sostituzione sorgenti luminose indoor



Laddove il compito visivo è tale da consentire l'utilizzo di sorgenti luminose fluorescenti si è proceduto alla sostituzione dei neon con sistemi analoghi ad alta efficienza.

Risultati Analisi Energetica ed Economica

Tipo intervento	ΔE_p [kWh/m ²]	Costo intervento [€]	SPB [anni]
Stiferite (4 cm)	0.01	959'286	>35
Lana di Rocca (8 cm)	-	812'266	negativa
Celenit (10 cm)	-	1'164'817	negativa
Sostituzione filtri a tasca rigida	29.92	87'679	1.56
Sostituzione espansione diretta	81.33	150'170	0.26
Sostituzione sorgenti luminose	55.72	134'000	1.24
Recuperatori di calore sensibili	42.85	130'900	3.67

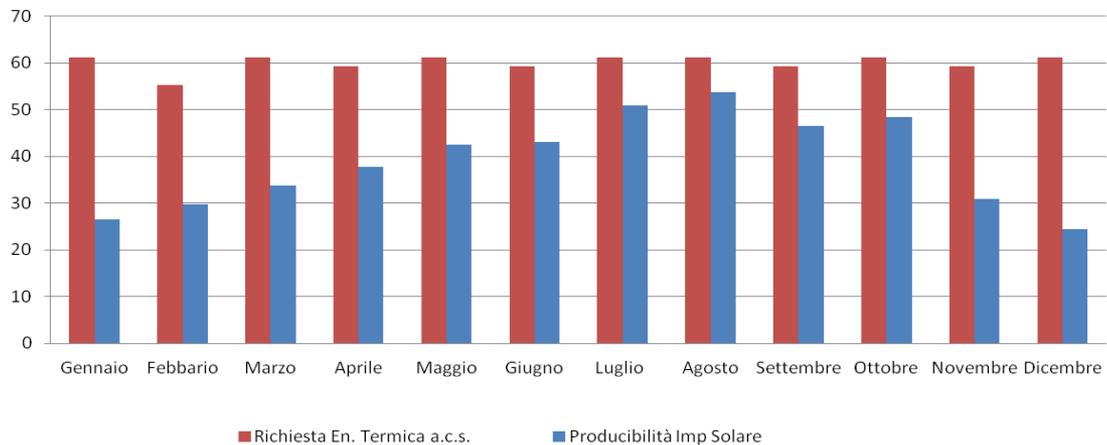


Alla luce della fattibilità tecnico/economica degli interventi analizzati singolarmente, sono stati **cumulati quelli maggiormente efficaci**.

Infine, un ultimo step di riqualificazione energetica ha previsto anche installazione di **impianto solare termico** a parziale copertura della domanda di energia per A.C.S.

Intervento Cumulato

Energia termica per A.C.S.

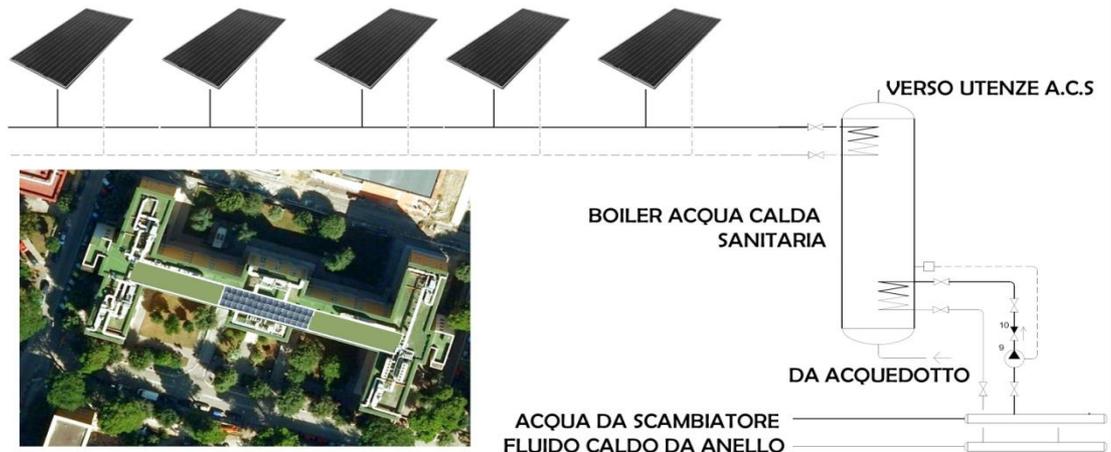


L'impianto è dimensionato al fine di non determinare una produzione annuale superiore al fabbisogno dell'edificio. Il che consente di:

1) Il soddisfacimento, *in luglio del 83% della domanda di a.c.s.*, mentre una copertura media annuale prossima al 65%

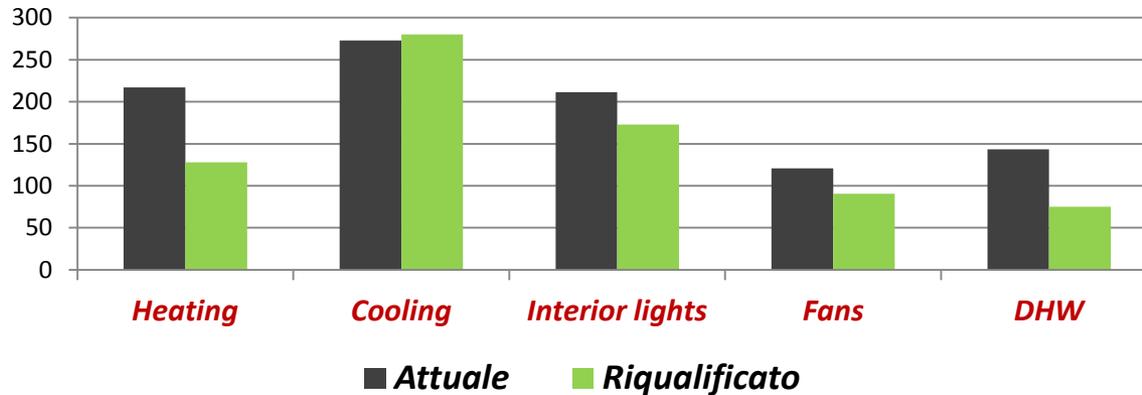
Un campo solare di $420 m^2$ simulato nella modellazione dell'intervento di riqualificazione è stato installato in copertura, secondo l'azimut indotto dall'orientamento dell'edificio (-15° - orientamento Sud/Sud-Est) con angolo di tilt 55° .

COLLETTORI SOLARI IN COPERTURA



Intervento Cumulato

Richiesta di energia primaria per vari usi energetici [kWh/m²a]



Il processo globale di riqualificazione determina i risultati proposti in figura.

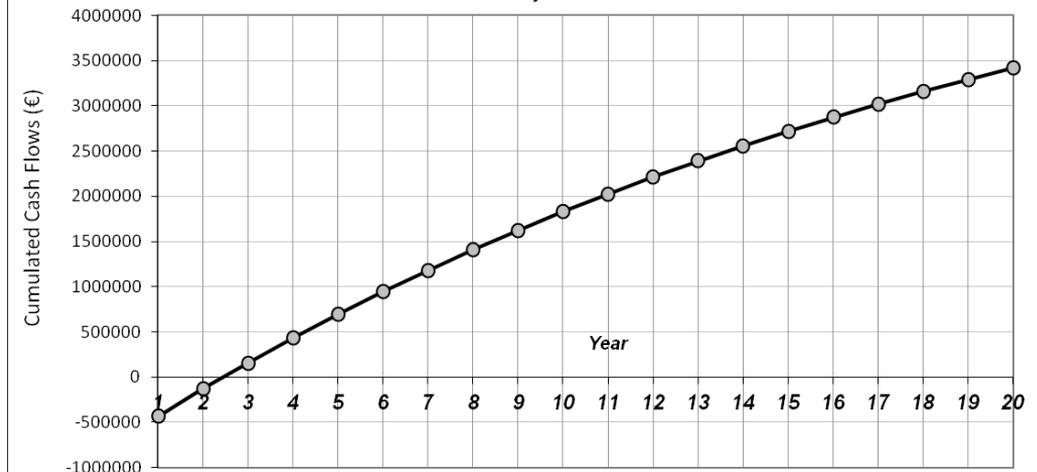
Da una stima preliminare l'intervento di riqualificazione ammonta a € 754'750.

Intervento cumulato

RISPARMIO ENERGIA PRIMARIA, ΔE_p	278
[kWh/m ² anno]	(23%)
RISPARMIO CO_{2-eq} [ton/anno]	845

L'analisi economica mostra come una tale soluzione sia fattibile da un punto di vista economico, oltre che tecnico.

Discounted Pay Back



Conclusioni

Gli interventi che hanno maggior peso, in termini di riduzione dei consumi energetici, sono quelli di sostituzione e miglioramento della **consistenza impiantistica**:

- ✓ Lampade HE;
- ✓ Recuperatori di Calore;
- ✓ Filtri Elettrostatici;
- ✓ Impianti Idronici;

Superiori sono i risultati, sotto il profilo energetico, se consideriamo l'intervento cumulato.

Mentre dall'analisi risultano meno interessanti in termini economici gli interventi di miglioramento dell'involucro edilizio.



GRAZIE PER LA CORTESE ATTENZIONE

Siram
by  **VEOLIA**

www.siram.it