



Piano Strategico Metropolitano: RISORSE FINANZIARIE E INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE



Relatore: **Ing. GAUDINO Pasquale**
Napoli, 28/03/2019



Alcuni interventi di recente realizzazione e di prossima realizzazione, dove il tema del risparmio energetico e la salvaguardia delle risorse energetiche sono stati al centro delle scelte dell'Ente e dell'Area Edilizia Istituzionale, Mobilità e Viabilità:

- Istituto Professionale di Stato per l'Enogastronomia e Ospitalità Alberghiera "C. RUSSO" di Cicciano;
- Complesso "EX CAPALC" di Via Terracina;
- ISIS "E. De Nicola" di Napoli;
- Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Istituto Professionale di Stato per l'Enogastronomia e Ospitalità Alberghiera "C. RUSSO" di Cicciano

Panoramica



Auditorium



Utilizzo di strutture in legno lamellare;
Pannelli fonoassorbenti in legno
Illuminazione a LED;
Impianto fotovoltaico;
Produzione acqua calda con solare termico;
Caldaie a condensazione;
Impianti VRF per la climatizzazione;
Cappotto termico ed infissi ad altissime prestazioni energetiche

Istituto Professionale di Stato per l'Enogastronomia e
Ospitalità Alberghiera "C. RUSSO" di Cicciano

Auditorium



Istituto Professionale di Stato per l'Enogastronomia e
Ospitalità Alberghiera "C. RUSSO" di Cicciano
Palestra



Centrale termica e solare



Istituto Professionale di Stato per l'Enogastronomia e Ospitalità Alberghiera "C. RUSSO" di Cicciano

Atrio



Palestra



Complesso “EX CAPALC” di Napoli che ospita tre scuole:
IPSOEA G. Rossini, Liceo A. Labriola, Liceo U. Boccioni
Panoramica



- Utilizzo di strutture in legno lamellare;
- Illuminazione a LED;
- Impianto fotovoltaico;
- Produzione acqua calda con solare termico;
- Caldaie a condensazione;
- Impianti VRF per la climatizzazione;
- Impianto VMC con recuperatori di calore ad altissimo rendimento;
- Sensori per accensione/spegnimento automatico luci;
- Cappotto termico, termoblocchi e infissi ad altissime prestazioni energetiche;

Stato dei luoghi



Progettazione BIM



Esecuzione lavori



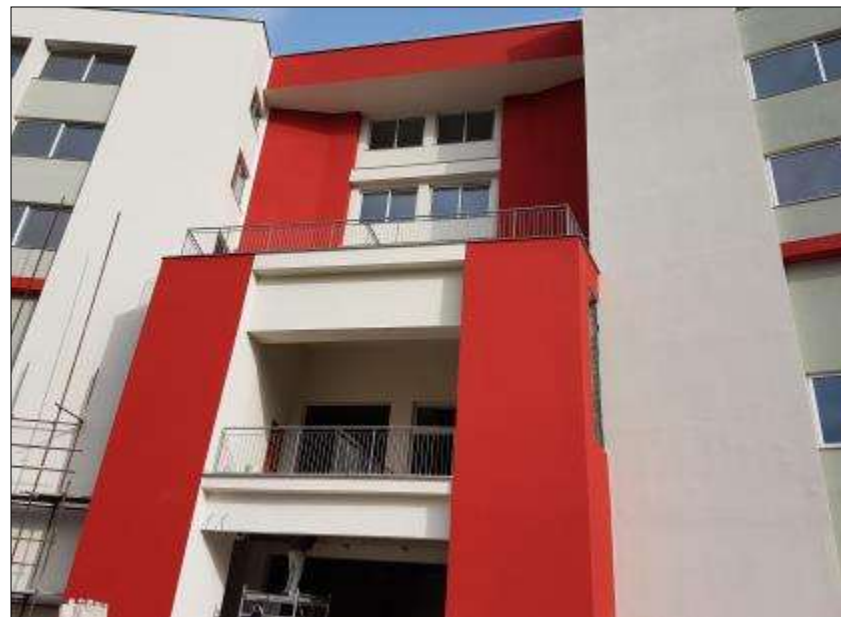
Stato dei luoghi



Progettazione BIM



Esecuzione lavori



Dallo stato dei luoghi



Alla progettazione BIM



Alta realizzazione





Interventi edilizi realizzati

- **Cappotto termico solai e pareti;**
- **Pareti esterne con termoblocchi;**
- **Infissi ad altissime prestazioni;**

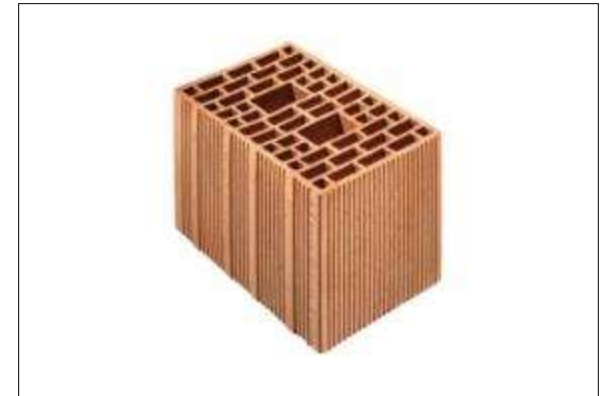
Solai di copertura

- **Soluzione:** realizzazione di isolamento con pannelli in polistirene sinterizzato espanso con aggiunta di grafite:
 - Conducibilità termica 0,030 W/mK
 - Resistenza termica 1,65 m²K/W
 - Spessore 5cm;



Pareti esterne

- **Soluzione:** realizzazione di murature esterne con termoblocchi di spessore 35cm, con foratura al 60% :
 - Conduttività equivalente del blocco 0,165 W/mK
 - Conduttività equivalente della parete 0,194 W/m²K;
 - Trasmittanza della parete 0,507 W/m²K;
 - Trasmittanza parte intonacata 0,497 W/m²K;
 - Reazione al fuoco A1, E.I. 240 minuti



RISULTATI DEL CALCOLO TERMICO – parete spessore 35 cm

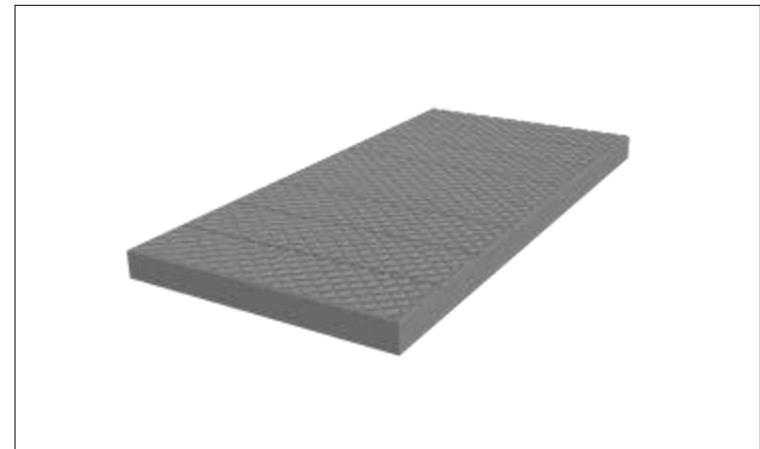
Di seguito si riportano i risultati, ottenuti attraverso il calcolo termico precedentemente descritto, caratterizzanti sia il singolo elemento che la parete nella sua interezza stratigrafica (elemento in laterizio e malta di adattamento).

Conduttività equivalente del blocco:	λ_{eq}	=	0.165	W/mK
Conduttività equivalente della parete:	λ_{eq}	=	0.194	W/mK
Conduttanza della parete:	C	=	0.555	W/m ² K
Resistenza termica della parete:	R	=	1.802	m ² K/W
Trasmittanza della parete:	U	=	0.507	W/m ² K
Trasmittanza della parete intonacata:	U _{int}	=	0.497	W/m ² K

(base 0,075m intonaco interno a conduttività 0,70 W/mK + 0,015m intonaco esterno conduttività 0,90 W/mK)

Pareti esterne

- **Soluzione:** realizzazione di isolamento termico a cappotto con lastre in polistirene espanso sinterizzato con aggiunta di grafite, spessore 4cm:
 - Conducibilità termica $0,031 \text{ W/mK}$
 - Resistenza termica $1,25 \text{ m}^2\text{K/W}$;



Infissi esterni

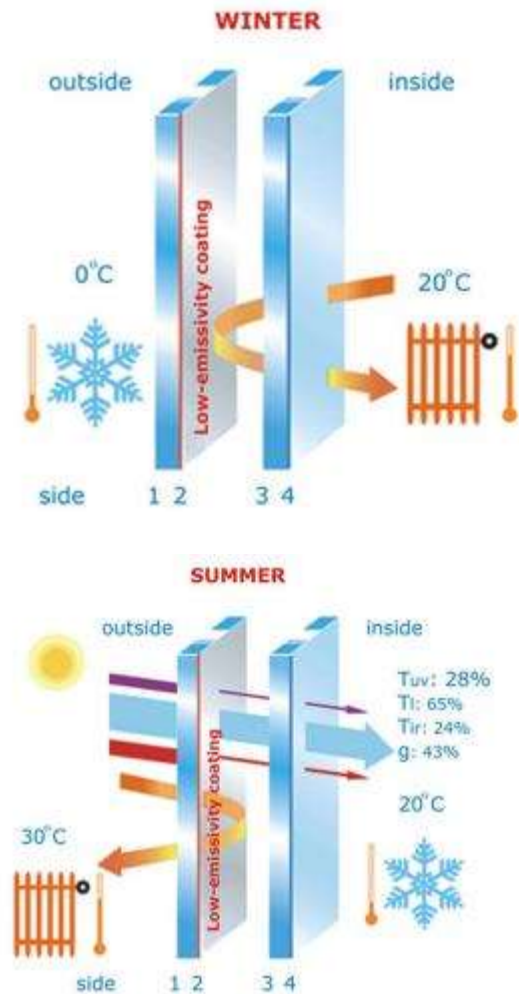


- **Soluzione:** realizzazione di infissi in alluminio a taglio termico con vetrata termoisolante con doppio vetro di sicurezza 6/7 ed intercapedine con gas ARGON 90% da 15mm:
 - Trasmittanza termica infisso $U_w=1.8\text{m}^2\text{K}$
 - Trasmittanza termica vetrata $U_g=1,0\text{Wm}^2\text{K}$
 - Sezione telaio 78mm ;

	Prima vetrata	Seconda vetrata
gas		Argon 90% 15,00mm
Coating		PLANITHERM 4S
Primo vetro	PLANILUX 3,00mm	PLANILUX 3,00mm
Coating		
Intercalare	PVB standard 0,38 mm	PVB standard 0,38 mm
Coating		
Secondo vetro	PLANILUX 3,00mm	PLANILUX 3,00mm
Coating		

Infissi esterni

Oltre a garantire la sicurezza degli alunni e del personale con doppio vetro di sicurezza interno ed esterno, l'accoppiamento del controllo solare sulla seconda vetrata offre un isolamento termico di gran lunga superiore a quello della doppia vetrata normale, con minor consumo di energia ed un maggior comfort in tutte le stagioni;



Impianti: alcune soluzioni adottate

L'energia solo quando serve

L'obiettivo perseguito è stato quello di ridurre al minimo il consumo di energia e solo quando è richiesta.

Interventi previsti:

- Trasformatori MT/bt ad alte prestazioni;
- Rilevatore di movimento e presenza per accensione luci;
- Apparecchi illuminanti a LED;
- Produzione ACS con solare termico (palestra) e scaldacqua a pompa di calore per i servizi igienici;
- Utilizzo di caldaie a condensazione;

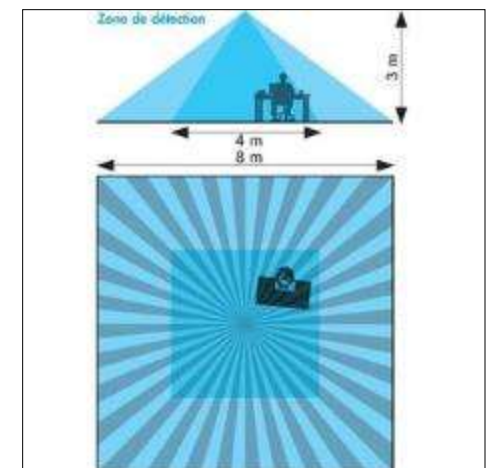
L'energia solo quando serve

- Impianto fotovoltaico da 19,8kW;
- Riscaldamento con ventilconvettori e piastre radianti;
- Ventilazione meccanica con recuperatori di calore combinato a flussi incrociati termodinamico attivo;
- Climatizzazione uffici e sale ristoranti con impianti VRF ad alta efficienza;
- Sistema di supervisione impianti termici con accensione e spegnimento centralizzato;
- Climatizzazione Locali affollati con macchine ROOFTOP;
- Accensione luci esterne con orologio astronomico;

Rilevatore di movimento e presenza per accensione luci

Al fine di ridurre al minimo il consumo di energia elettrica per l'illuminazione artificiale, si è prevista l'installazione in tutte le aule di rilevatori di movimento e di presenza in grado di accendere le luci solo quando sono presenti persone nell'area di rilevazione. Inoltre il rilevatore è dotato di crepuscolare in grado di spegnere le luci quando la quantità di luce proveniente dalle finestre garantisce i livelli di illuminamento previsti dalla normativa vigente (300lx).

Il rilevatore, infine, è munito di contatto per lo spegnimento forzato delle luci in caso di proiezioni sulle lavagne LIM (comandato da postazione personale ausiliario).



Apparecchi illuminanti a LED

In tutti i locali delle scuole è stata prevista l'installazione di illuminazione a led in grado di ridurre i consumi energetici nell'ordine del 50% rispetto ai tradizionali corpi illuminanti a tubi fluorescenti. Tali apparecchiature, abbinate ai sensori di presenza e movimento, garantiscono consumi inferiori del 70% ai tradizionali sistemi (fluorescenti + interruttori manuali). In particolar modo sono previste:

- Per le aule: Lens panel a plafone da 50W classe energetica A++, UGR<19;
- Per i corridoi: Led panel da incasso in controsoffitto da 32W;
- Per i laboratori e gli uffici: Lens panel da incasso in controsoffitto da 32W, classe energetica A++, UGR<19;
- Per i servizi igienici e zone aperte: faretto a led da incasso in controsoffitto da 25W, classe energetica A++



Corridoi



Aule/Uffici



Produzione ACS con solare termico (palestra) e scaldacqua a pompa di calore per i servizi igienici

Per la produzione dell'acqua calda sanitaria dei servizi igienici a servizio degli edifici scolastici, in sostituzione dei tradizionali scaldacqua elettrici ed a gas, è stata prevista l'installazione di scaldacqua a pompa di calore in grado di utilizzare il calore dell'aria come fonte rinnovabile. **Queste apparecchiature necessitano soltanto del 30% dell'energia necessaria rispetto ad uno scaldacqua tradizionale.**

Per quanto riguarda l'edificio palestra, la produzione di ACS è garantita da 8 collettori solari da 2,5mq e bollitore a doppia serpentina da 1500lt ed integrazione con caldaia a zaino. Con luce solare sufficiente, il calore dei collettori solari viene trasmesso al bollitore. Se la temperatura scende a causa del prelievo d'acqua, tramite la serpentina superiore ha luogo, se necessario, un'integrazione del riscaldamento da parte della caldaia a zaino.



Impianto fotovoltaico da 19,8kW

Al fine di autoprodurre energia elettrica sufficiente al funzionamento di piccole attività, si è provveduto ad installare un impianto fotovoltaico da 19,8kW composto da 76 pannelli da 260Wp.

L'impianto è stato installato sulla copertura dell'edificio scolastico lato Liceo LABRIOLA con direzione SUD, inclinazione 30°. A completamento dell'impianto è prevista l'installazione di un inverter da 20kW.



Ventilazione meccanica con recuperatori di calore combinato a flussi incrociati termodinamico attivo

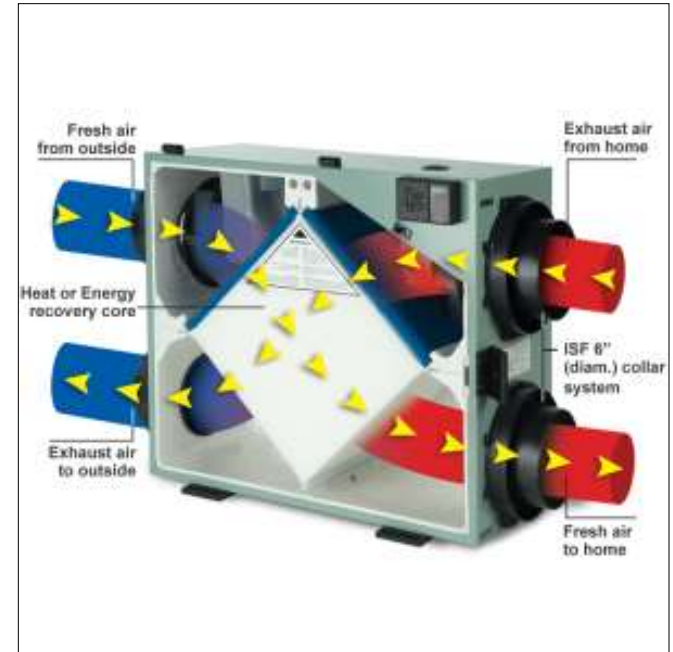
In sostituzione delle tradizionali UTA, per il ricambio dell'aria negli ambienti, sono stati previsti recuperatori di calore a doppio stadio:

- Primo stadio di recupero: di tipo statico aria-aria a flussi incrociati;
- Secondo stadio di recupero: termodinamico attivo di tipo a circuito frigorifero a pompa di calore;

Con tale tipologia di macchine, installate per ogni corridoio e piano, si è realizzata anche una maggiore flessibilità di utilizzo dell'edificio rispetto all'installazione delle macchine tradizionali: infatti, se alcune zone dell'edificio non devono funzionare, si potranno inibire le macchine a servizio di tali spazi, attraverso il sistema di supervisione dell'impianto termico. Il motore brushless contribuisce ancor di più all'efficienza della macchina.

Caratteristiche tecniche:

- Portata aria 3200 mc/h
- Efficienza recupero statico: 50%
- Recupero attivo in riscaldamento: 16300W
- Recupero attivo in raffreddamento: 15310W
- COP globale: 9.90
- EER globale 4.10



Accensione luci esterne con orologio astronomico

Per l'accensione e lo spegnimento delle luci degli spazi esterni, in luogo del tradizionale interruttore crepuscolare è stata prevista l'installazione di interruttori astronomici. Per evitare inutili prolungamenti nell'accensione delle luci dovute ad alterazioni nella lettura della sonda crepuscolare causati da smog o da ombreggiamenti con conseguenti sprechi energetici, si è scelto l'utilizzo di interruttori astronomici in grado di controllare precisamente l'illuminazione al sorgere e al tramonto del sole senza l'ausilio di sonde. Infatti tali apparecchi, in base alla latitudine ed alla longitudine di installazione, riescono a calcolare in modo automatico l'ora del tramonto e dell'alba per tutto l'anno. Tali valori possono anche essere anticipati o posticipati per un'ulteriore aumento del risparmio energetico.



ISIS “E. De Nicola” di Napoli

Panoramica



illuminazione a LED;
Impianti VRF per la climatizzazione;
Sensori per accensione/spegnimento automatico luci;
Utilizzo di isolamento acustico con materiali ecosostenibili nell'AUDITORIUM;
Infissi zona uffici a taglio termico

ISIS “E. De Nicola” di Napoli

Zona uffici



ISIS “E. De Nicola” di Napoli
Auditorium



ISIS “E. De Nicola” di Napoli

Auditorium



ISIS “E. De Nicola” di Napoli

Atrio



Servizi igienici



Isolamento acustico in legno mineralizzato CELENIT

Il CELENIT, **unicamente costituito da materiali naturali**, il legno, il cemento Portland, la polvere di marmo e l'acqua, è definibile un **isolante naturale** e **sostenibile**. Infatti utilizza legno di abete rosso proveniente da foreste gestite in maniera sostenibile (certificato PEFC™ o FSC®); i prodotti non sono nocivi per la salute umana, né pericolosi per l'ambiente e il processo produttivo dà luogo a ridotte emissioni in atmosfera e a minori consumi di energia (certificato ANAB-ICEA e natureplus); utilizza materiali di riciclo quali il carbonato di calcio, ossia la polvere residua della lavorazione del marmo (certificato ICEA); infine impiega materie prime la cui fonte è prossima allo stabilimento di produzione (materiali regionali). Per tutti questi motivi i prodotti CELENIT possono essere impiegati nei progetti nei quali sono previste le certificazioni e la sostenibilità degli edifici, come ad esempio Leed, Protocollo Itaca, SBtool, SB100, Breeam.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Progetto da realizzare



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

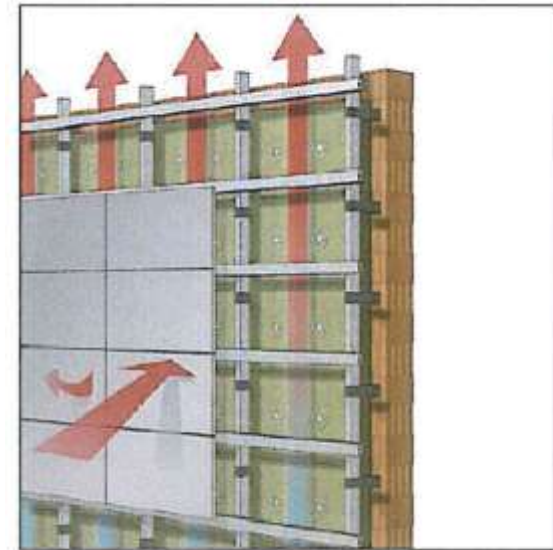
Interventi ai fini del risparmio energetico previsti

Facciate ventilate;
Schermature solari degli infissi;
Infissi esterni a taglio termico ad altissime prestazioni;
Tamponamento esterno sottofinestra con termoblocchi;
Copertura con tetto freddo (cool roof);
Impianto di recupero e riciclo acque piovane;
Illuminazione a Led per aree esterne;
Stazione di ricarica auto elettriche;
Autoveicolo elettrico a servizio della struttura;
Impianto fotovoltaico;
Pavimentazione pedonale con betonella fotocatalitica;
Pavimento area parcheggi con green parking;
Verde e alberi;
Impianti VRF per la climatizzazione;
Produzione acqua calda con solare termico e integrazione con sistema termodinamico di recupero del calore di condensazione;
Impianto VMC con recuperatori di calore;
Sistema di controllo dell'illuminazione artificiale;

Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Facciate ventilate

Le pareti ventilate, insieme ad un corretto isolamento termico costituito dal retrostante pannello isolante, consentono una corretta ed efficace coibentazione termica delle superfici opache dell'involucro edilizio. In regime estivo si attenuerà il carico termico gravante sulla struttura e nel periodo invernale si otterrà un notevole contenimento delle dispersioni attraverso le superfici opache. L'effetto camino attiverà un'efficace ventilazione naturale, oltre ad un adeguato comfort acustico grazie alla composizione fatta di strati di paramenti, intercapedini d'aria e isolanti.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Schermature solari degli infissi

Al fine di incrementare le prestazioni degli infissi esterni, si provvederà all'installazione di un sistema di schermature solari esterne realizzato con lamelle a profilo unico in alluminio orientabili, inserite in un sistema a telaio portante ancorato alla sottostruttura muraria.

Tale soluzione ottimizza le prestazioni stagionali dell'involucro edilizio in estate ed inverno rispetto alla sola vetrocamera basso-emissiva che ha un comportamento statico durante tutto l'anno rispetto alla dinamicità del sistema a lamelle regolabili.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Infissi esterni a taglio termico ad altissime prestazioni

Al fine di migliorare le prestazioni complessive dell'involucro edilizio, si prevederà l'installazione di infissi a taglio termico in lega di alluminio, con trasmittanza termica complessiva dell'infisso di $U_w=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La vetrata termoisolante prevista sarà costituita da un doppio vetro stratificato di sicurezza 44.1 con interposta camera con Argon 90% che porterà la termocamera ad avere un valore di trasmittanza $U_g=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Inoltre è prevista l'interposizione di uno strato di PVB che permetterà di ottenere un isolamento acustico pari a $R_w=41\text{dB}$.



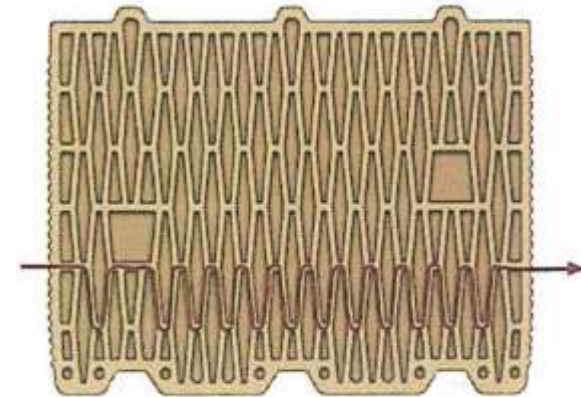
Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Tamponamento esterno sottofinestra con termoblocchi

Per correggere i ponti termici ed acustici nelle zone sottofinestre è prevista la realizzazione di una muratura di tamponamento in termoblocchi da 38 cm ad elevata biocompatibilità in quanto realizzati con impasti di argille naturali e farina di legno totalmente priva di additivi chimici.

Con tale soluzione, la parete semplicemente intonacata raggiunge un valore di trasmittanza termica di $0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$.

In abbinamento all'isolamento termico, la stratigrafia complessiva raggiunge il valore di trasmittanza termica pari a $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

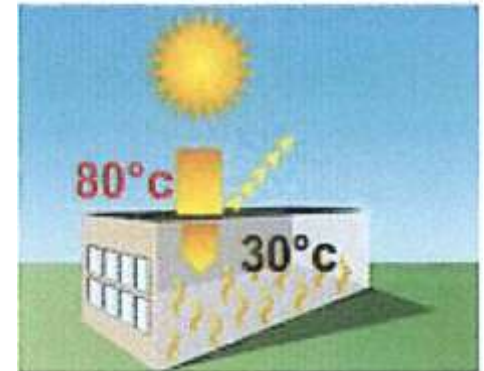


Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Copertura con tetto freddo (cool roof)

Il tetto freddo (cool roof) è un tetto con un elevato valore dell'albedo, cioè la capacità di riflettere l'irradiazione solare incidente che consente al tetto di restituire all'atmosfera la maggior parte della frazione assorbita dell'irradiazione solare, ottenendo un minore riscaldamento del tetto e, di conseguenza, un maggior comfort termico interno e, quindi, minori consumi energetici e di costi di impianto di climatizzazione.

A tale scopo, verrà installata sulle coperture degli edifici una membrana composta di velo di vetro e poliestere impregnata con un coating acrilico ad elevata capacità riflettente di colore bianco.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Impianto di recupero e riciclo delle acque piovane

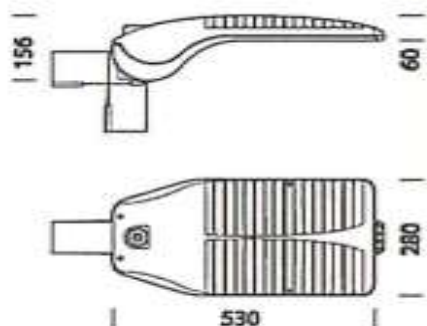
Al fine di ridurre il consumo di acqua potabile, per tutti gli utilizzi che non richiedono questo tipo di acqua (cassette dei servizi igienici, irrigazione e lavaggio pavimenti) è prevista la realizzazione di un impianto di recupero e riciclo delle acque piovane. Tale sistema, composto essenzialmente da tubazioni di recupero delle acque dalle coperture degli edifici certificate per il recupero dell'acqua, da serbatoi di accumulo per una capacità complessiva di 30mc e sistema di pompaggio, garantirà il fabbisogno dei servizi igienici e degli altri usi per almeno 20 giorni senza precipitazioni.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Illuminazione a led per aree esterne

Per l'illuminazione di tutte le aree esterne si prevederà l'installazione di corpi illuminanti a Led. Con tale soluzione si otterrà un risparmio energetico pari a circa il 45% rispetto all'utilizzo di proiettori tradizionali.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Stazione di ricarica auto elettriche

Al fine di privilegiare le politiche ambientali ed energetiche e di mobilità sostenibile, è prevista l'installazione di una stazione di ricarica per auto elettriche in grado di permettere di ricaricare gli autoveicoli che saranno presenti o transiteranno all'interno dell'Area della Cittadella Scolastica.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Autoveicolo elettrico a servizio della struttura

Si prevede la fornitura di un autoveicolo di servizio elettrico, da impiegare per le necessità legate alla manutenzione ed alla gestione dell'intera struttura.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Impianto fotovoltaico

Al fine di ridurre il consumo di energia elettrica, si provvederà ad installare un impianto fotovoltaico da 30,72kW in grado di produrre circa 42.000 kWh annui, con un risparmio annuo pari al 5% dei consumi stimati.

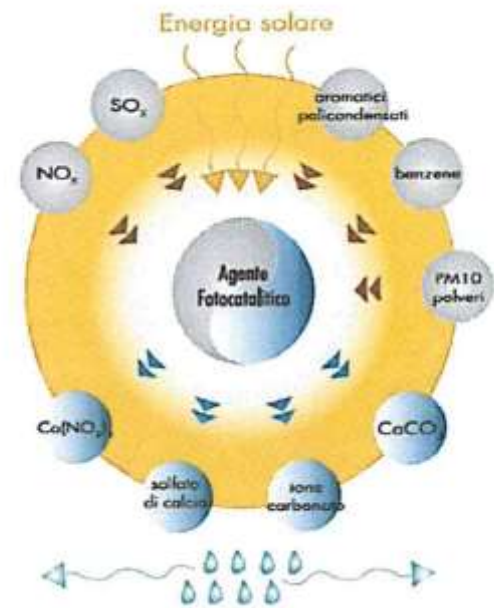


Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Pavimentazione pedonale con betonella fotocatalitica

Per ridurre le sostanze inquinanti organiche ed inorganiche, si utilizzeranno dei masselli autobloccanti in calcestruzzo fotocatalitico a base di biossido di titanio che, attraverso l'azione dei raggi solari, svilupperanno un'azione ossidante capace di decomporre alcuni degli inquinanti presenti nell'atmosfera quali ossidi di azoto, ossidi di zolfo, benzene e aromi policondensati.

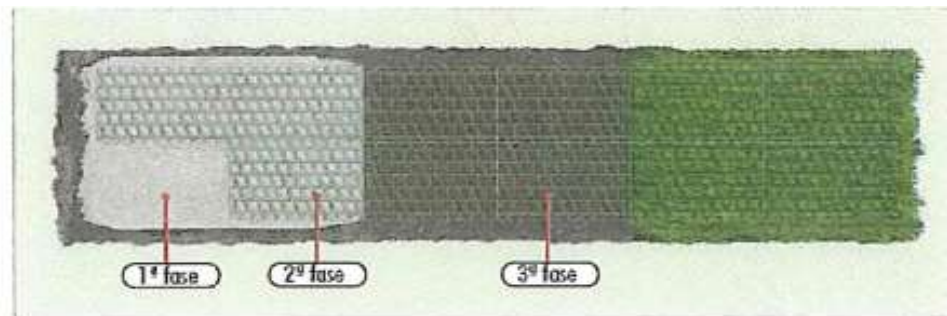
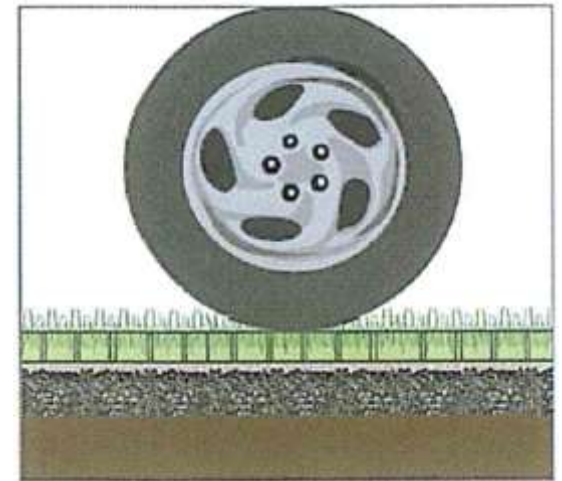
Tali sostanze verranno trasformate in sostanze inerti e non tossiche e dilavate dall'azione dell'acqua piovana, migliorando la qualità dell'aria e dell'ambiente circostante.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Pavimento area parcheggi con green parking

Al fine di ridurre il carico degli impianti di smaltimento delle acque meteoriche e per permettere un'estensione delle aree a verde, si prevede l'installazione di moduli drenanti carrabili in HDPE riciclato, proveniente da raccolta differenziata, che garantisce imputrescibilità e resistenza alle aggressioni chimiche, oltre a consentire l'inerbimento ed il transito di qualunque automezzo



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Verde e alberi

Oltre alla idrosemina delle aree a verde, si prevede la messa a dimore di quinte alberate composte da magnolie grandiflora di 2,5-3,0mt di altezza, posizionate in modo tale da consentire l'ombreggiamento naturale delle superfici verticali degli edifici.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

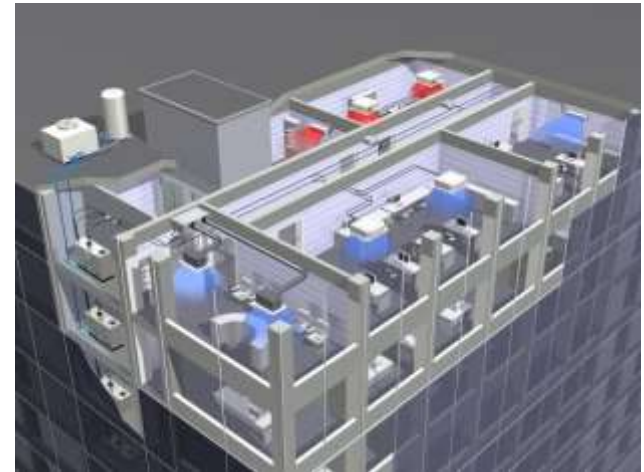
Impianti VRF per la climatizzazione

Per la climatizzazione di tutti gli ambienti scolastici, si prevede l'installazione di un sistema ad espansione diretta con inversione di ciclo a portata variabile di gas refrigerante.

Tale tipologia di impianto ha numerosi vantaggi, tra cui:

- Elevatissima efficienza;
- Modularità ed espandibilità;
- Tubazioni ridotte;
- Assenza di centrali, linee gas e canne fumarie;
- Nessun rischio di perdita di acqua.

Oltre ai vantaggi sopra riportati, si garantirà il funzionamento dell'impianto sono nelle zone di ogni edificio effettivamente utilizzate.

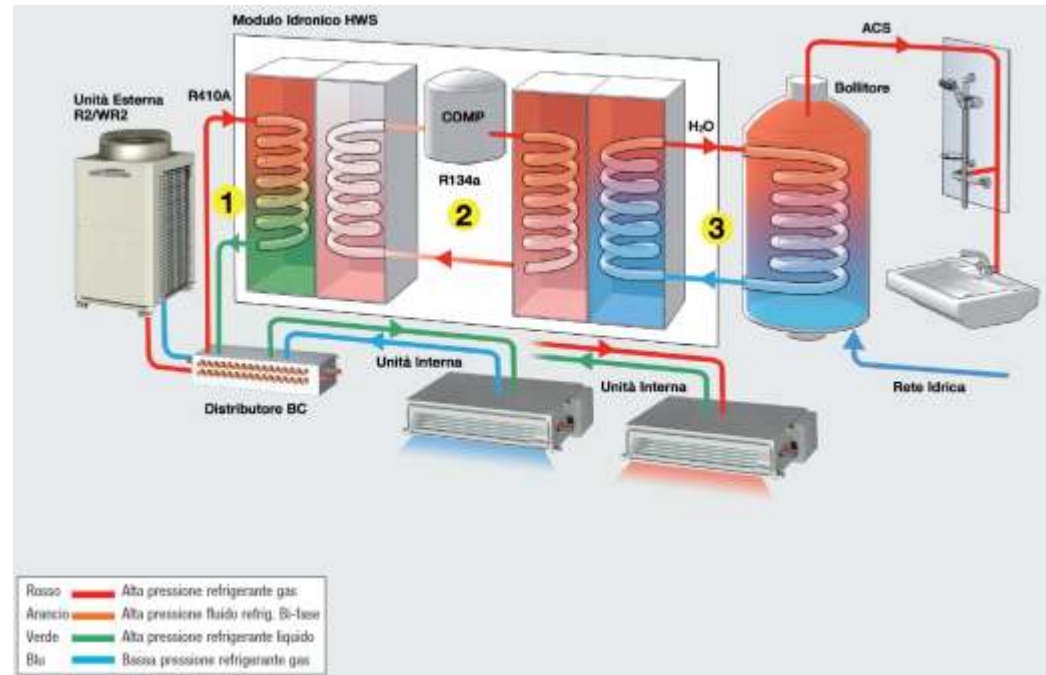


Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Produzione acqua calda sanitaria

Il sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria sarà realizzato con sistema termodinamico di recupero del calore di condensazione abbinato al solare termico.

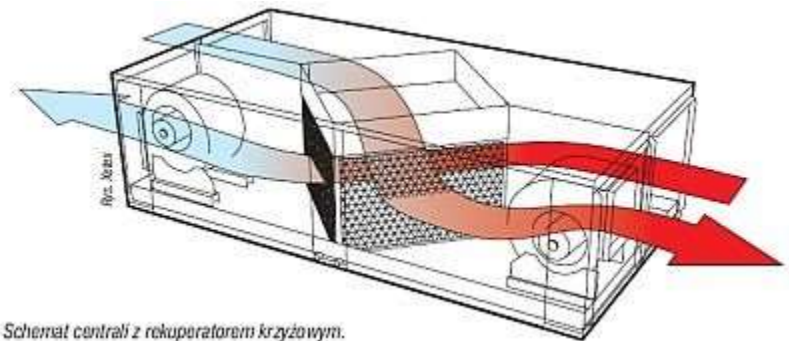
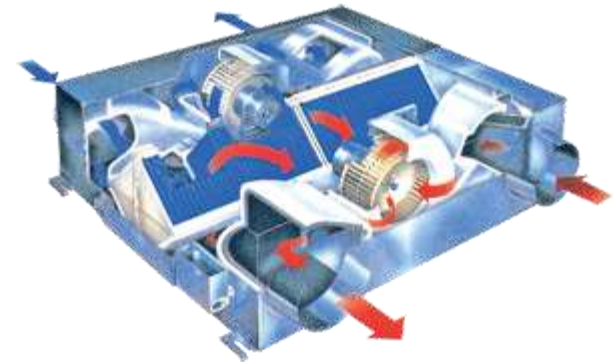
I dispositivi di recupero del calore delle unità esterne, invece di disperdere nell'ambiente l'energia contenuta nel calore sottratto negli ambienti, la trasferiscono ai circuiti che alimentano i bollitori che accumulano l'acqua calda per uso sanitario.



Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Impianto VMC con recuperatori di calore

Al fine di garantire i corretti ricambi d'aria all'interno dei locali, in alternativa all'apertura delle finestre, si prevede l'installazione di un sistema di ventilazione meccanica controllata con recupero termico. Tali sistemi permettono di immettere aria esterna pulita ed espellere l'aria esausta. Contemporaneamente l'azione di recupero del calore permette di restituire il calore estratto dall'aria esausta all'aria pulita, realizzando un notevole risparmio energetico.



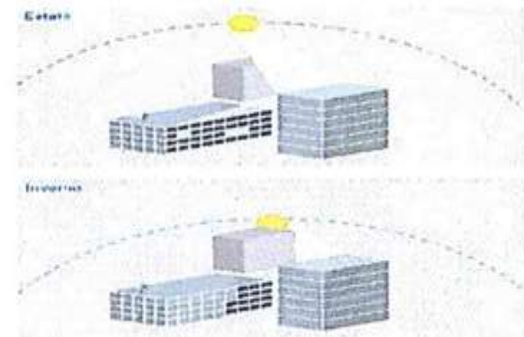
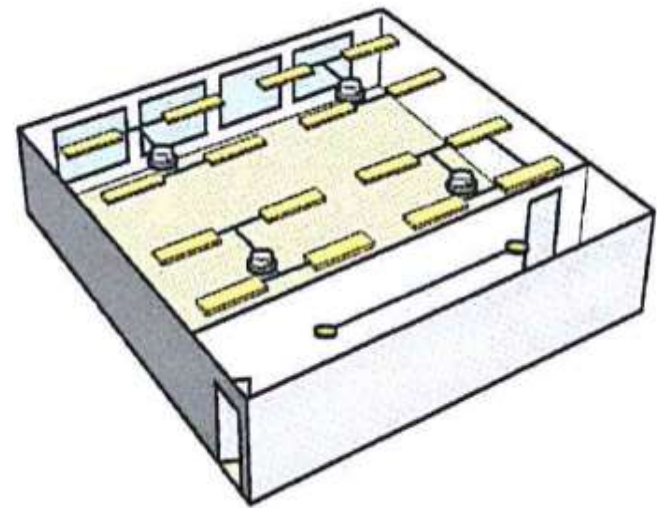
Schemat centrali z rekuperatorem krzyżowym.

Cittadella Scolastica di Pomigliano d'Arco

Sistema di controllo dell'illuminazione artificiale

All'interno delle aule e dei laboratori è prevista l'installazione del sistema di illuminazione artificiale dimmerabile con sistema di controllo della presenza e della luce naturale.

Questo sistema modula la luce artificiale necessaria per poter raggiungere il livello di illuminamento medio desiderato nell'ambiente in funzione dell'apporto della luce naturale. Con tali sistemi si otterrà un risparmio energetico fino al 70% rispetto ad un sistema on-off e si avrà una maggior durata dei corpi illuminanti in funzione del minor tempo di funzionamento.





GRAZIE PER L'ATTENZIONE