



COMUNE DI IGLESIAS

Provincia di Carbonia Iglesias

Settore Tecnico Manutentivo

Ufficio Lavori Pubblici

OGGETTO

POR FESR Sardegna 2014/2020

Asse Prioritario IV "Energia sostenibile e qualità della vita"

Azioni 4.1.1 e 4.3.1

**"INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO NEGLI EDIFICI PUBBLICI E DI
REALIZZAZIONE DI MICRO RETI NELLE INFRASTRUTTURE PUBBLICHE NELLA
REGIONE SARDEGNA"**

ATTUAZIONE DELLA D.G.R. N.46/7 DEL 10.08.2016

**Lavori di manutenzione straordinaria finalizzata al risparmio e all'efficienza energetica della
Scuola Primaria di Via Pacinotti e della Scuola Secondaria di 1° Grado di Corso Colombo in
Iglesias (CI).**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Redatto da: Ufficio Lavori Pubblici del Comune di Iglesias

Addi: [Novembre 2017](#)

Il Dirigente

Dott. Ing. Pierluigi Castiglione

Il Progettista

Dott. Ing. Danila Crobu

SOMMARIO

1.	PREMESSA	3
2.	SCUOLA PRIMARIA VIA PACINOTTI	4
2.1.	IDENTIFICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'AREA	4
2.2.	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	4
2.3.	IL PROGETTO	7
3.	SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO	9
3.1.	IDENTIFICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'AREA	9
3.2.	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	10
3.3.	IL PROGETTO	12
4.	CRITERI PROGETTUALI	15

L'oggetto del presente studio di fattibilità tecnica ed economica è l'efficientamento energetico di due dei fabbricati facenti parte dell'Istituto Comprensivo Nivola, di proprietà del Comune di Iglesias e siti nello stesso comune.. In particolare sono oggetto di intervento la Scuola Primaria di Via Pacinotti nel quartiere Serra Perdosa, e la Scuola Secondaria di 1° grado di Corso Colombo, anche questa nel quartiere Serra Perdosa. La progettazione ha seguito le indicazioni fornite dal bando POR FESR Sardegna 2014/2020 "Energia sostenibile e qualità della vita", attuazione della D.G.R. n° 46/7 del 10.08.2016.

- **Azione 4.1.1.:** Promozione dell'eco efficienza e riduzione dei consumi di energia primaria negli strutture pubbliche: interventi di ristrutturazione di singoli edifici o complessi di edifici, installazione di sistemi intelligenti di telecontrollo, regolazione, gestione, monitoraggio e ottimizzazione dei consumi energetici (smart buildings) e delle emissioni inquinanti anche attraverso l'utilizzo di mix tecnologici;
- **Azione 4.3.1.:** Realizzazione di reti intelligenti di distribuzione dell'energia (smart grid) e interventi sulle reti di trasmissione strettamente complementari e volti ad incrementare direttamente la distribuzione di energia prodotta da fonti rinnovabili, introduzione di apparati provvisti di sistemi di comunicazione digitale, misurazione intelligente e controllo e monitoraggio come infrastruttura delle "città" e delle "aree periurbane";



2. SCUOLA PRIMARIA VIA PACINOTTI

2.1. IDENTIFICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'AREA

L'edificio scolastico è situato anch'esso nel quartiere "Serra Perdosa", in Via Pacinotti. L'edificio insiste su un lotto di circa 8200 mq, delimitato a sud da Via Pacinotti, a nord da Corso Colombo, a est da Via Gioia e a ovest da fabbricati adibiti a residenza privata. Il complesso scolastico è costituito da due corpi di fabbrica, uno, il più grande ospita le aule, i servizi igienici, i laboratori e i locali servizi, mentre il secondo ospita la palestra e gli spogliatoi. Il corpo della palestra non è oggetto di intervento, e il corpo di fabbrica interessato dal progetto è individuato con campitura verde nella planimetria generale.



2.2. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

L'edificio della Scuola Media oggetto di intervento (campitura blu nella planimetria generale) è costituito da un corpo di fabbrica con sviluppo in pianta a forma di "L" e disposto su due piani. Dal punto di vista costruttivo il fabbricato è realizzato con struttura portante in c.a., con solai intermedio in pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato, e copertura piana anche questa in pannelli prefabbricati in c.a. Al piano terra trovano collocazione oltre alle aule, laboratori e servizi igienici, anche la presidenza, l'aula insegnanti, uffici alunni, l'aula magna, la ludoteca, la bidelleria e la cucina della mensa. Al piano secondo invece troviamo solo aule e servizi igienici, disposti su due sezioni differenti, queste collegate da un tunnel esterno in plexiglass. Alla scuola si accede tramite un ingresso protetto da pensilina, è

l'ingresso principale avviene dalla Via Pacinotti. Le superfici lorde di piano sono pari a: Piano Terra Sup. 1034 mq; Piano Primo Sup. mq 1057. Le tamponature hanno una stratigrafia, dall'esterno verso l'interno, così fatta: intonaco, mattone in laterizio forato di spessore 15 cm, pannello semirigido in fibra di vetro di spessore 4 cm, mattone in laterizio forato spessore 8 cm e intonaco. Spessore totale 30 cm. Mentre la stratigrafia della tamponatura in corrispondenza delle aperture è: intonaco, mattone in laterizio forato di spessore 8 cm, pannello semirigido in fibra di vetro di spessore 4 cm, mattone in laterizio forato spessore 8 cm e intonaco. Spessore totale 23 cm. Gli infissi sono in alluminio senza taglio termico con vetratura doppia 4-6-4 mm. Il solaio di copertura è pannelli prefabbricati in c.a., massetto delle pendenze, guaina bituminosa protetta da circa 5 cm di ghiaia. L'impianto termico è alimentato da una caldaia di tipo tradizionale a gasolio di potenzialità 266 kW, a vaso chiuso con fluido termovettore acqua. Il circuito di distribuzione va ad alimentare i radiatori in ghisa presenti nei singoli ambienti, tranne nel vano scale dove sono presenti ventilconvettori. E' presente un controsoffitto in pannelli quadrati e modulari in cartongesso 60x60 cm su tutto il soffitto tranne nei servizi igienici. L'illuminazione è costituita da lampade, prevalentemente ad incasso, per quattro tubi fluorescenti e reattore. Le lampade si trovano in due dimensioni: 60x60 cm e 60x120 cm. Tutte le lampade sono ad accensione e spegnimento manuale e prive di qualsiasi regolazione.



corridoi



ventilconvettori



copertura



radiatori

2.3. IL PROGETTO

Premessa importante: gli interventi incentivabili dal Conto Termico di cui al D.M. 16 Febbraio 2016, dovranno essere realizzati in modo tale da essere ammessi all'incentivo stesso, ovvero dovranno rispettare i requisiti indicati dallo stesso decreto.

Le opere in progetto sono:

- a) Impianto di riscaldamento;
- b) Cappotto termico;
- c) Sostituzione infissi;
- d) Illuminazione;
- e) Coibentazione copertura;
- f) Boiler ACS a pompa di calore;
- g) Impianto fotovoltaico;
- h) Interconnessione elettrica;
- i) Accumulatori;
- j) Misura, controllo e gestione dell'energia;

Il progetto prevede la riqualificazione energetico del fabbricato. E' previsto che sulle tamponature si intervenga con la realizzazione di un cappotto termico in pannelli in EPS da 12 cm e di tutte le opere necessarie per la sua corretta posa, come per esempio la sostituzione delle attuali soglie, con soglie di adeguata larghezza. Il cappotto verrà rifinito con un rivestimento acril-silossanico. E' prevista la posa di isolante anche sulla copertura. Come anticipato nel paragrafo precedente, la copertura è piana, e lo strato impermeabilizzante è protetto da uno strato di circa 5 cm di ghiaia. La posa dell'isolante avverrà a diretto contatto con la guaina bituminosa impermeabilizzante, tramite incollaggio, per poi ricoprire l'isolante con la stessa ghiaia precedentemente rimossa, con funzione di zavorra, avendo cura di interporre tra ghiaia e isolante uno strato di tessuto-non tessuto. L'intenzione è quella di realizzare il cosiddetto "tetto rovescio", e poiché l'isolante verrà a contatto con l'acqua, è necessario che questo sia del tipo a celle chiuse non assorbente, ovvero si utilizzeranno pannelli battentati in XPS da 12 cm di spessore. A cavallo del cordolo perimetrale della copertura, pure questo rivestito con isolante al fine di correggere il ponte termico, è prevista la posa di scossalina in alluminio ramato.

E' prevista l'integrale sostituzione degli attuali infissi in metallo senza taglio termico, con altri in PVC doppio vetro, e tutte le opere necessarie alla loro corretta posa.

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione, le attuali plafoniere a tubi fluorescenti, verranno sostituite con plafoniere a led della stessa tipologia (a incasso, a sospensione, tassellabile al soffitto) e delle stesse dimensioni (60x60 cm, 120x60 cm, ecc). I corpi illuminati posizionati nelle aule e nei locali comuni saranno dotate, oltre al sensore di presenza, di dimmer al fine di modulare automaticamente la luce emessa in funzione dell'illuminamento naturale. Mentre le lampade posizionate nei locali quali corridoi e servizi igienici, saranno dotati solo di dimmer.

Il progetto prevede l'installazione di tre boiler ad accumulo a pompa di calore per la produzione di ACS

Le opere previste sull'impianto di riscaldamento contemplano la sostituzione, e il conseguente adeguamento della centrale termica, dell'attuale generatore a gasolio con pompa di calore (solo caldo) aria-acqua ad alta efficienza di potenzialità pari a circa 150 kWt, valutato alle temperature di progetto. In ragione dell'installazione di una pompa di calore, l'impianto elettrico dovrà essere dotato di rifasatore al fine di tenere sotto controllo la produzione di energia reattiva. Tale generatore sarà dotato, al fine di migliorarne il funzionamento, di accumulo termico inerziale dimensionato secondo i dettami della letteratura tecnica. Tutti gli attuali corpi scaldanti verranno sostituiti con ventilconvettori (senza l'allaccio dello scarico condensa poiché non è previsto il raffrescamento), possibilmente incassati nel controsoffitto, dotati di ventilatore inverter modulante (la regolazione della temperatura ambiente verrà attuata esclusivamente tramite la modulazione della velocità del ventilatore a bordo macchina). Il circuito di distribuzione del fluido termovettore rimarrà tal quale, salvo il ripristino della coibentazione laddove fosse degradata o assente.

Sulla copertura è prevista l'incremento di ulteriori 12 kWp della potenza dell'impianto fotovoltaico esistente. L'impianto, al fine di massimizzare l'autoconsumo dell'energia prodotta, sarà dotato anche di due batterie al litio di capacità complessiva di circa 27 kWh.

E' prevista la realizzazione di un sistema di monitoraggio (vedi Schema Elettrico e di Monitoraggio) formato da: una parte hardware e una parte software.

La parte hardware è costituita da tutta la parte sensoristica (sonde Temperatura-Umidità, multimetri per lettura grandezze elettriche quali tensione, corrente, potenza attiva, reattiva e apparente, frequenza, fattore di potenza, energia attiva, reattiva e apparente), apparecchio di acquisizione e memorizzazione dati rilevati (la Controller, che autoalimenta tutti i sensori), relativi cavi e cablaggi; Modem per trasferimento e lettura dati da postazione remota. Il tutto dovrà essere modulabile, implementabile ed espandibile in qualsiasi momento e secondo qualsiasi necessità.

La parte software, con interfaccia semplice ed intuitiva è costituita da due piattaforme: una, la più semplice, che permette l'elaborazione e lettura in tempo reale, in qualsiasi momento e da qualsiasi postazione internet, dei dati rilevati da ogni sensore, sia in forma numerica che in forma di grafici e con comparazione diretta e istantanea dei vari sensori, per qualsiasi orizzonte temporale (istantaneo, orario, giornaliero, settimanale, mensile e annuale), visualizzabile, tramite credenziali, sia da PC desktop, che da tablet, smartphone e PC portatili.

La piattaforma più complessa permette invece un'elaborazione più "manageriali" dei dati per una valutazione diretta di consumi, dal quale è possibile in maniera diretta e istantanea visualizzare i costi.

Nello specifico, il monitoraggio sarà così strutturato: monitoraggio dell'involucro tramite l'installazione di due sonde a contatto, una sulla facciata esterna e una sulla facciata interna, per la valutazione dello sfasamento dell'onda termica e del valore di attenuazione. Inoltre verranno installati una sonda T-H esterna e tre sonde T-H interne in tre ambienti diversi e significativi. Tale sistema avrà il compito di valutare il benessere termo-igrometrico interno, in funzione delle condizioni climatiche esterne, nonché valutare l'efficacia del sistema edificio-impianto. L'altro sistema di monitoraggio sarà così costituito: verranno monitorato l'impianto fotovoltaico e la produzione di energia da questo generata, gli impianti di accumulo dell'energia elettrica, gli impianti di riscaldamento e lo scambio di energia elettrica sia con la rete ENEL e sia con la Scuola Secondaria di Corso Colombo. Tutto ciò avrà la funzione di poter attuare le azioni correttive per un uso più razionale della energia, permetterà di individuare gli sprechi, analizzare i profili di consumo, e ottimizzare la manutenzione.

Nota bene: Il PC e il Concentratore di dati verranno posizionati nella centrale termica della Scuola Secondaria di 1° Grado di Corso Colombo.

Inoltre, ancora col fine di massimizzare l'autoconsumo dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, verrà realizzato un cavidotto che ospiterà le linee elettriche di interconnessione (cavi di potenza e cavi di segnale) con la Scuola Secondaria di Corso Colombo. Tale interconnessione avrà lo scopo di spostare l'eventuale surplus di energia da un edificio all'altro, creando dunque quella che si chiama una "MicroGrid"

3. SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO

3.1. IDENTIFICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'AREA

Il fabbricato scolastico in argomento è situato in Via Pacinotti nel quartiere "Serra Perdosa", ubicato a sud-est della città di Iglesias. Gli edifici sono distribuiti su un lotto di circa 7800 mq, delimitato a sud da Via Pacinotti, a nord da Via Corso Colombo, a est dalla "Palestra Pallone" e a ovest da un fabbricato occupato dalla Polizia Locale e dagli uffici dell'Agenzia dell'Entrate. All'interno del lotto descritto sono ricompresi alcuni edifici scolastici non oggetto di intervento, chiaramente individuabili negli elaborati grafici. Sempre all'interno lotto son presenti degli spazi verdi ed un campo da basket. L'edificio oggetto di intervento è individuato con campitura blu nella planimetria generale.



3.2. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

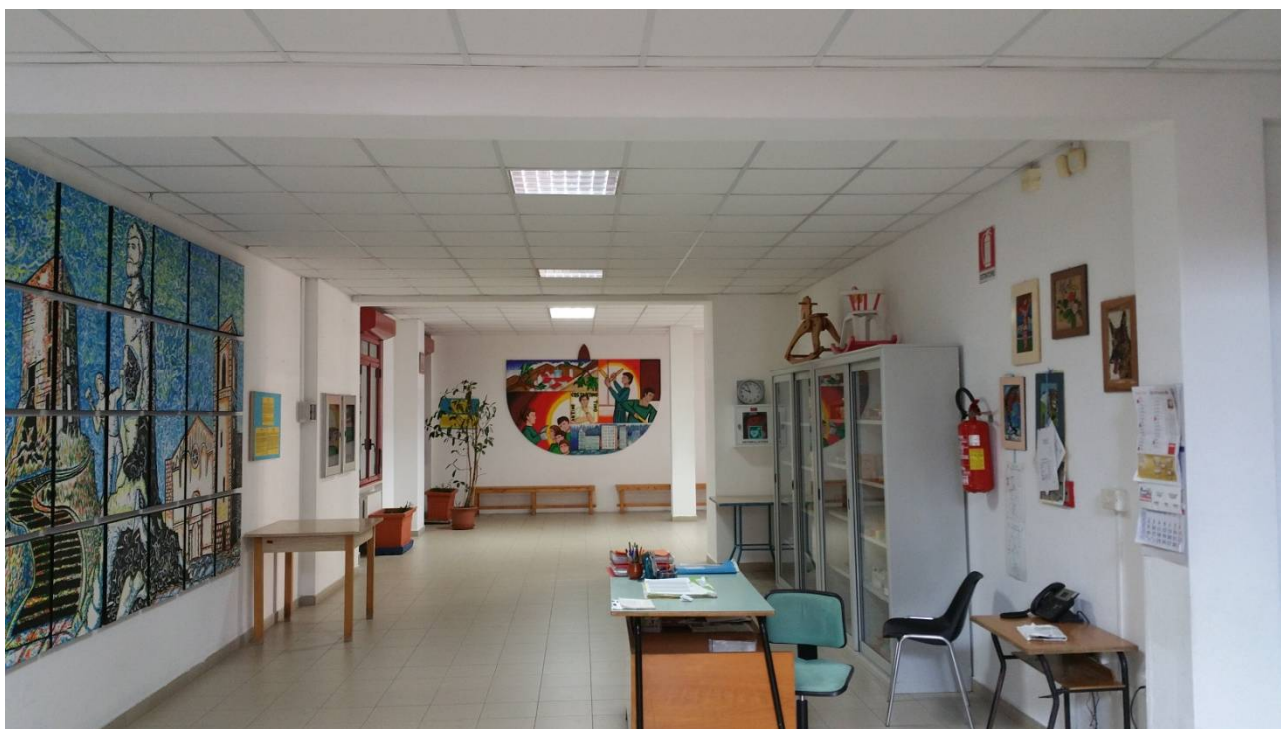
L'edificio della Scuola Secondaria oggetto di intervento (campitura blu nella planimetria generale) è costituito da un corpo di fabbrica disposto su due piani. Dal punto di vista costruttivo il fabbricato è realizzato con struttura portante in c.a., con solai intermedio in latero cemento, e copertura piana anche questa in latero cemento. Al piano terra trovano collocazione oltre alle aule, laboratori e servizi igienici, anche la presidenza, l'aula insegnanti e la centrale termica (la centrale termica risulta adibita ad altro scopo, e il generatore di calore è sito nella centrale termica propria dei locali dell'IPSIA, questi adiacenti ed in aderenza al fabbricato oggetto dell'intervento). Al piano secondo invece troviamo solo aule, laboratori e servizi igienici, e qualche locale adibito a ripostiglio. Alla scuola si accede tramite un ingresso protetto da pensilina, è l'ingresso principale avviene dal Corso Colombo. Le superfici lorde di piano sono pari a: Piano Terra Sup. 1034 mq; Piano Primo Sup. mq 1057. Le tamponature hanno una stratigrafia, dall'esterno verso l'interno, così fatta: blocco semipieno di calcestruzzo dello spessore di circa 30 cm faccia a vista, 4 cm di lana di vetro, mattone in laterizio forato da 8 cm, 4 cm di lana di vetro, mattone forato da 8 cm intonacato sul lato interno; spessore totale: 56 cm. Mentre la stratigrafia della tamponatura in corrispondenza delle aperture è: blocco semipieno di calcestruzzo dello spessore di circa 7,5 cm, intercapedine d'aria di 2,5 cm, 4 cm di lana di vetro, mattone di laterizio forato da 8 cm intonacato sul lato interno; spessore totale: 24 cm. Gli infissi sono in alluminio senza taglio termico con vetratura doppia 4-9-4 mm. Il solaio di copertura è in latero cemento da 25 cm, massetto delle pendenze, guaina bituminosa protetta da circa 5 cm di ghiaia. L'impianto termico è alimentato da una caldaia di tipo tradizionale a gasolio di potenzialità 177 kW, a vaso chiuso con fluido termovettore acqua. Il circuito di distribuzione è costituito da due anelli in rame, uno per piano, che vanno ad alimentare i ventilconvettori presenti nelle aule e nei laboratori, e i radiatori in ghisa presenti nei corridoi e nei servizi igienici. La circolazione del fluido è affidata ad un circolatore a giri fissi di potenza 0,55 kW. La coibentazione del circuito di distribuzione è piuttosto degradata e in alcuni tratti assente. E' presente un controsoffitto in pannelli quadrati e modulari in cartongesso 60x60 cm su tutto il soffitto tranne nei servizi igienici. L'illuminazione è costituita da lampade, prevalentemente ad incasso, per quattro tubi fluorescenti e reattore. Le lampade si trovano in due dimensioni: 60x60 cm e 60x120 cm. Tutte le lampade sono ad accensione e spegnimento manuale e prive di qualsiasi regolazione.



copertura (vista dall'alto)



circuito di distribuzione imp. termico



corridoi

*ventilconvettori**radiatori*

3.3. IL PROGETTO

Premessa importante è quanto segue: tutte le opere previste in progetto devono essere attuate in modo tale che, a conclusione dei lavori, il fabbricato abbia i requisiti degli "Edifici ad Energia Quasi Zero (nZEB)", ovvero dovrà rispettare i requisiti indicati al paragrafo 3.4 dell'Allegato 1 del decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 26 Giugno 2015.

Le opere in progetto sono:

- a) Impianto di riscaldamento;
- b) Cappotto termico;
- c) Sostituzione infissi;
- d) Illuminazione;
- e) Coibentazione copertura;
- f) Boiler ACS a pompa di calore;
- g) Impianto fotovoltaico;
- h) Interconnessione elettrica;
- i) Accumulatori;
- j) Misura, controllo e gestione dell'energia;
- k) Colonnina di ricarica e auto elettrica

Il progetto prevede la riqualificazione energetico del fabbricato. E' previsto che sulle tamponature si intervenga con la realizzazione di un cappotto termico e di tutte le opere necessarie per la sua corretta posa, come per esempio la sostituzione delle attuali soglie, con soglie di adeguata larghezza. La superficie esterna delle tamponature presenta un profilo ondulato, per cui è necessario regolarizzare la superficie tramite riempimento di malta cementizia o altro idoneo materiale che permetta la successiva posa dei pannelli in EPS, questi di spessore 12 cm, completati da rivestimento acril-silossanico. E' prevista la posa di isolante anche sulla copertura. Come anticipato nel paragrafo precedente, la copertura è piana, e lo strato impermeabilizzante è protetto da uno strato di circa 5 cm di ghiaia. La posa dell'isolante avverrà a diretto contatto con la guaina bituminosa impermeabilizzante, tramite incollaggio, per poi ricoprire l'isolante con la stessa ghiaia precedentemente rimossa, con funzione di zavorra, avendo cura di interporre tra ghiaia e isolante uno strato di tessuto-non tessuto. L'intenzione è quella di realizzare il cosiddetto "tetto rovescio", e poiché l'isolante verrà a contatto con l'acqua, è necessario che questo sia del tipo a celle chiuse non assorbente, ovvero si utilizzeranno pannelli battentati in XPS da 12 cm di spessore. A cavallo del cordolo perimetrale della copertura, pure questo rivestito con isolante al fine di correggere il ponte termico, è prevista la posa di scossalina in alluminio ramato.

E' prevista l'integrale sostituzione degli attuali infissi in metallo senza taglio termico, con altri in PVC doppio vetro, e tutte le opere necessarie alla loro corretta posa.

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione, le attuali plafoniere a tubi fluorescenti, verranno sostituite con plafoniere a led della stessa tipologia (a incasso, a sospensione, tassellabile al soffitto) e delle stesse dimensioni (60x60 cm, 120x60 cm, ecc). I corpi illuminati posizionati nelle aule e nei locali comuni saranno dotate, oltre al sensore di presenza, di dimmer al fine di modulare automaticamente la luce emessa in funzione dell'illuminamento naturale. Mentre le lampade posizionate nei locali quali corridoi e servizi igienici, saranno dotati solo di dimmer.

Il progetto prevede l'installazione di due boiler ad accumulo a pompa di calore per la produzione di ACS

Le opere previste sull'impianto di riscaldamento contemplano la sostituzione, e il conseguente adeguamento della centrale termica, dell'attuale generatore (questo resterà a disposizione e allacciato all'impianto termico dell'IPSIA) gasolio con pompa di calore (solo caldo) aria-acqua ad alta efficienza di potenzialità pari a circa 75 kWt, valutato alle temperature di progetto. In ragione dell'installazione di una pompa di calore, l'impianto elettrico dovrà essere dotato di rifasatore al fine di tenere sotto controllo la produzione di energia reattiva. Tale generatore sarà dotato, al fine di migliorarne il funzionamento, di accumulo termico inerziale dimensionato secondo i dettami della letteratura tecnica. Tutti gli attuali radiatori verranno sostituiti con ventilconvettori (senza l'allaccio dello scarico condensa poiché non è previsto il raffrescamento), possibilmente incassati nel controsoffitto, dotati di ventilatore inverter modulante (la regolazione della temperatura ambiente verrà attuata esclusivamente tramite la modulazione della velocità del ventilatore a bordo macchina). Il circuito di distribuzione del fluido termovettore rimarrà tal quale, salvo il ripristino della coibentazione laddove fosse degradata o assente. Gli attuali ventilconvettori rimarranno tal quali, tenendo presente che la temperatura di mandata del fluido termovettore sarà intorno ai 45-50°C, verificando dunque che il termostato di accensione del ventilatore a bordo macchina sia compatibile con la suddetta temperatura, eventualmente adeguandolo.

Sulla copertura è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico di 20 kWp. L'impianto, al fine di massimizzare l'autoconsumo dell'energia prodotta, sarà dotato anche di due batterie al litio di capacità complessiva di circa 27 kWh.

Il progetto prevede la posa di una colonnina di ricarica del tipo "G2V" (Grid-to-Vehicle) per auto elettriche, compreso l'acquisto dell'auto stessa (Smart ForFour), questa in sostituzione di un'auto tradizionale di proprietà dell'ente (per esempio in sostituzione di un'auto in uso alla Polizia Locale). La colonnina avrà una potenza di carica di almeno 5 kW e verrà posizionata in corrispondenza della recinzione che divide la scuola secondaria dagli uffici della Polizia Locale (si veda l'elaborato grafico "Planimetria interconnessione elettrica")

E' prevista la realizzazione di un sistema di monitoraggio (vedi Schema Elettrico e di Monitoraggio) formato da: una parte hardware e una parte software. La parte hardware è costituita da tutta la parte sensoristica (sonde Temperatura-Umidità, multimetri per lettura grandezze elettriche quali tensione, corrente, potenza attiva, reattiva e apparente, frequenza, fattore di potenza, energia attiva, reattiva e apparente), apparecchio di acquisizione e memorizzazione dati rilevati (la Controller, che autoalimenta tutti i sensori), relativi cavi e cablaggi; Modem per trasferimento e lettura dati da postazione remota. Il tutto dovrà essere modulabile, implementabile ed espandibile in qualsiasi momento e secondo qualsiasi necessità.

La parte software, con interfaccia semplice ed intuitiva è costituita da due piattaforme: una, la più semplice, che permette l'elaborazione e lettura in tempo reale, in qualsiasi momento e da qualsiasi postazione internet, dei dati rilevati da ogni sensore, sia in forma numerica che in forma di grafici e con comparazione diretta e istantanea dei vari sensori, per qualsiasi orizzonte temporale (istantaneo, orario, giornaliero, settimanale, mensile e annuale), visualizzabile sia da PC desktop, che da tablet, smartphone e PC portatili.

La piattaforma più complessa permette invece un'elaborazione più "manageriali" dei dati per una valutazione diretta di consumi, dal quale è possibile in maniera diretta e istantanea visualizzare i costi.

Nello specifico, il monitoraggio sarà così strutturato: monitoraggio dell'involucro tramite l'installazione di due sonde a contatto, una sulla facciata esterna e una sulla facciata interna, per la valutazione dello sfasamento dell'onda termica e del valore di attenuazione. Inoltre verranno installati una sonda T-H esterna e tre sonde T-H interne in tre ambienti diversi e significativi. Tale sistema avrà il compito di valutare il benessere termo-igrometrico interno, in funzione delle condizioni esterne, nonché valutare l'efficacia del sistema edificio-impianto.

L'altro sistema di monitoraggio sarà così costituito: verranno monitorato l'impianto fotovoltaico e la produzione di energia da questo generata, gli impianti di accumulo dell'energia elettrica, gli impianti di riscaldamento e lo scambio di energia elettrica sia con la rete ENEL e sia con la Scuola Primaria di Via Pacinotti. Tutto ciò avrà la funzione di poter attuare le azioni correttive per un uso più razionale della energia, permetterà di individuare gli sprechi, analizzare i profili di consumo, e ottimizzare la manutenzione.

Inoltre, ancora col fine di massimizzare l'autoconsumo dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, verrà realizzato un cavidotto che ospiterà le linee elettriche di interconnessione (cavi di potenza e cavi di segnale) con la Scuola Primaria di Via Pacinotti. Tale interconnessione avrà lo scopo di spostare l'eventuale surplus di energia da un edificio all'altro, creando dunque quella che si chiama una "MicroGrid"

4. Criteri progettuali

Le soluzioni e le scelte progettuali contenute nei paragrafi di sopra, nascono dall'esigenza di realizzare un intervento di efficientamento energetico che abbia il più alto rapporto tra costi e benefici, salvaguardano allo stesso tempo la qualità progettuale dell'intervento. Da questi intenti scaturiscono decisioni che talvolta "riciclano" componenti esistenti, come il caso dell'impianto di distribuzione del fluido termovettore e dei ventilconvettori esistenti, altre volte invece si è deciso di non realizzare uno specifico intervento, come per esempio la realizzazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata con recuperatore di calore; difatti il costo di tale impianto non giustifica il risparmio energetico conseguibile, anche perché talvolta bisogna prendere atto che certi parametri normativi, non trovano riscontro nella realtà: andando a calcolare le dispersioni per ventilazione dello stato attuale e utilizzando nel calcolo i volumi di ventilazione previsti dalla norma, ci si ritrova ad avere valori non aderenti alla realtà. Ne consegue che, a livello teorico, la realizzazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata con recuperatore di calore troverebbe una convenienza economica, ma poiché nella realtà dei fatti i volumi di ricambio d'aria sono sensibilmente inferiori, e dunque sono inferiori le relative dispersioni termiche, il vantaggio energetico, e quindi economico, che ne deriva non giustifica il costo dell'intervento.

Alcune scelte progettuali invece, pur non possedendo caratteristiche di convenienza economica "tout court", sono state adottate poiché si è ritenuto avessero una valenza sociale e un valore futuro superiore al mero calcolo economico, tenuto conto anche delle tendenze evolutive dei sistemi energetici a servizio della società, e dei criteri di utilizzo delle risorse energetiche che, necessariamente, dovranno evolvere verso un più alto grado di complessità, avvicinandosi e imitando sempre più ai meccanismi propri dei sistemi naturali, ritenuti ad oggi termodinamicamente più efficienti di qualsivoglia "invenzione" umana.