



**COMUNE DI CAGLIARI**  
**SERVIZIO SMART CITY E INNOVAZIONE TECNOLOGICA**



*Report sull'uso delle fonti energetiche  
negli edifici e impianti comunali - 2021*

*A cura dell' Ufficio Politiche Energetiche*

*redatto da : ing. Franco Uras*

*collaborazione : ing. Maria Serra*

## Sommario

NOTA INTRODUTTIVA.....	3
1 - APPROCCIO METODOLOGICO.....	4
1.1 <i>La gestione amministrativa delle utenze</i> .....	5
1.2 <i>I contratti di fornitura</i> .....	7
2 - CONSUMI DI ENERGIA DEL PATRIMONIO COMUNALE .....	8
2.1 <i>Dati complessivi</i> .....	8
2.2 <i>Costi energetici aggregati</i> .....	10
2.3 <i>Energia elettrica</i> .....	13
2.4 <i>Consumi elettrici dei fabbricati</i> .....	14
2.5 <i>Combustibili per riscaldamento</i> .....	24
2.6 <i>Carburanti per autoveicoli</i> .....	27
3 - ASSESSMENT DEGLI EDIFICI – INDICATORI PARAMETRICI .....	30
3.1 <i>Indicatori parametrici degli edifici comunali</i> .....	30
3.2 <i>Indicatori di efficienza delle scuole</i> .....	39
4 - EFFICIENTAMENTO DI EDIFICI E IMPIANTI - RILEVAZIONE DELLE CRITICITÀ .....	46
4.1 <i>Impianti di illuminazione pubblica</i> .....	46
4.1.1 <i>Quadro di insieme</i> .....	46
4.2.2 <i>Valutazioni economiche</i> .....	49
4.2 <i>Le centrali termiche delle scuole</i> .....	53
4.2.1 <i>La termoregolazione dei generatori termici</i> .....	56
4.2.2 <i>La riconversione a gas delle centrali termiche</i> .....	57
4.3 <i>L'edificio comunale di piazza De Gasperi</i> .....	59
4.3.1 <i>Analisi dei consumi elettrici</i> .....	61
4.3.2 <i>La regolazione impianto clima</i> .....	65
4.3.3 <i>Ipotesi di intervento</i> .....	67
4.3.4 <i>Aspetti economici e finanziari</i> .....	68
4.3.5 <i>Il relamping</i> .....	69
4.3.6 <i>Misurazione e monitoraggio</i> .....	72
4.3.7 <i>Stima economica degli interventi proposti</i> .....	75
4.4 <i>Le piscine comunali</i> .....	76
4.4.1 <i>Ipotesi degli interventi</i> .....	79
4.4.2 <i>Valutazioni economiche</i> .....	85

4.5	<i>Usa delle fonti rinnovabili</i>	88
4.5.1	Il solare termico	88
4.5.2	Il fotovoltaico	90
4.6	<i>Impianti semaforici</i>	93
4.6.1	Il coacervo semaforico	94
4.6.2	Consistenza attuale degli impianti	96
4.6.3	Ipotesi di riqualificazione	98
5	- PROGETTI E INIZIATIVE	104
5.1	<i>Partnership e adesione a progetti comunitari</i>	104
5.2	<i>La Smart Grid degli edifici di viale Treste e via Sauro</i>	106
5.2.1	Termini contrattuali e economici	106
5.2.2	Riepilogo degli interventi di riqualificazione energetica	107
5.2.3	Valutazioni preliminari di performance	117
5.3	<i>Il bando NESOI e le comunità energetiche – il progetto EE(40) Sco</i>	119
5.3.1	Inquadramento	119
5.3.2	Contesto territoriale e vincoli regolatori	121
5.3.3	Il progetto EE(40)Sco	122
5.4	<i>La CER di piazza Medaglia Miracolosa</i>	126
5.4.1	Il contesto generale	126
5.4.2	Dati di insieme	128
5.4.3	L'edificio scolastico	129
5.4.4	Lo studio di fattibilità tecnica e economica - Considerazioni preliminari	130
5.4.5	Dimensionamento di massima	131
5.4.6	Produttività dell'impianto	133
5.4.7	Analisi economica e finanziaria - sintesi dei risultati	142
5.4.8	Computo metrico di massima	143
5.4.9	Cronoprogramma del progetto e quadro economico	146
5.5	- <i>Meccanismi di incentivazione : i Certificati Bianchi ( TEE)</i>	149
5.6	<i>Supporti documentali</i>	153
5.6.1	L'Anagrafica Tecnica dei Fabbricati	153
5.6.2	Il GIS dell'Efficienza Energetica	157
5.6.3	Gli Open Data energetici e ambientali	160
6	- CONCLUSIONI	161

## NOTA INTRODUTTIVA

Questo documento intende fornire una rappresentazione aggiornata dei bilanci energetici riguardanti l'insieme degli edifici e impianti del patrimonio comunale. Si richiama ai precedenti Reports pubblicati dall'Ufficio Politiche Energetiche negli anni passati, rappresentando un elemento dell'attività di monitoraggio in continuo.

Oltre alla rappresentazione del consumo e dei costi attinenti le fonti energetiche utilizzate per il funzionamento della "macchina" comunale si riporteranno le valutazioni relative alle problematiche e alle criticità rilevate, in diversi casi ricorrenti rispetto ai precedenti documenti citati. Verrà infine tratteggiati gli scenari di intervento e le proposte, sulla base dello stato di fatto e dell'avanzamento di quanto già precedentemente rappresentato.

Al fine di non appesantire il documento, ci si limiterà a riportare in prevalenza i dati aggregati per macrocategorie di edifici, secondo criteri di accorpamento per ambito omogeneo: questi non necessariamente corrispondono a criteri formali di natura amministrativa/patrimoniale. L'assegnazione dei consumi di energia e dei relativi costi ai cdc amministrativi è sempre possibile, salvo che nei fabbricati nei quali vi è la presenza di numerosi servizi (es. palazzo pza Degasperi, viale Trieste /Sauro, palazzo civico via Roma e altri, nei quali non c'è corrispondenza biunivoca tra utenza elettrica e compresenza di diversi CDC negli spazi interni; in questi casi è sempre possibile adottare un criterio di ripartizione su base parametrica (es. superfici di pertinenza etc)

Nello sviluppo successivo del Report <sup>1</sup>si indicheranno delle ipotesi di azioni correttive dell'energy manager per una corretta e attività di supporto alle decisioni, nell'ottica dell'effettivo contenimento dei consumi energetici e dei costi correlati, oltre che dello sfruttamento ottimale delle possibilità di incentivazioni economiche previste dal quadro normativo.

Su questo ultimo aspetto infatti non è necessario sottolineare che la cronica carenza di risorse da parte degli enti locali, dovrebbe spingere le Amministrazioni a attuare con incisività le politiche di contenimento della spesa, anche e soprattutto nel settore dell'energia, ove gli spazi di intervento sono tuttora considerevoli. Di questo si accennerà nel seguito con maggiori dettagli.

Infine questo Report si propone di fare il punto sullo stato di attuazione delle linee di intervento già ipotizzate nel precedente documento, rimandando ove necessario a considerazioni e segnalazioni già rappresentate, e evidenziandone in taluni casi la mancata concretizzazione.

---

<sup>1</sup> La relazione nello stato attuale (giugno 2020) contiene solo la rilevazione dei consumi di energia e dei costi correlati. Verrà integrata da analisi di merito e proposte di efficientamento

E' evidente che la conoscenza dei dati non può essere altro che la base e lo stimolo per l'attuazione di opportune azioni correttive ove si riscontrino criticità; l'adesione a iniziative nel campo del risparmio energetico e della sostenibilità ambientale non deve essere una mera rappresentazione formale di principi, ma deve calarsi in un atteggiamento diffuso e proattivo a tutti i livelli dell'organizzazione comunale, a iniziare dalla responsabilità politica di indirizzo e verifica fino alle responsabilità dei ruoli direzionali e operativi degli uffici.

Un ultima annotazione: come pure quelli precedenti questo documento è un work in progress. Alcuni paragrafi sono solo accennati e necessitano di sviluppo o di approfondimenti, come in genere è segnalato con note a margine. Questo riguarda alcuni ambiti di cui non si dispone allo stato di informazioni complete e aggiornate. E' stato fatto il massimo sforzo per aggregare e rappresentare al meglio i dati e informazioni disponibili. Con revisioni successive ci si ripromette di aggiornare, integrare o correggere sviste sia a livello espositivo che quantitativo.

## 1 - APPROCCIO METODOLOGICO

L'ufficio Politiche Energetiche ha sviluppato da diversi anni una metodologia di rilevazione dei consumi di energia elettrica che elabora il flusso dati generato dall'ente distributore per creare un database dei consumi di ogni singolo edificio o impianto. Questo ha consentito di creare una base informativa che copre ormai gli ultimi dieci anni, costituendo un utile strumento di valutazione finalizzato non solo alla mera rendicontazione, ma auspicabilmente alla messa in atto di opportune azioni pianificate funzionali al miglioramento dell'efficienza energetica complessiva dei beni immobili e strumentali e di riflesso al contenimento dei costi energetici, con l'ovvia implicazione di liberare maggiori risorse per la realizzazione di interventi di pubblica utilità e la fornitura di più ampi servizi alla città e ai suoi abitanti.

Nel corso degli ultimi anni sono sopraggiunte difficoltà nel reperimento e assemblaggio dei dati di base. Il rinnovo con cadenza annuale del contratto di fornitura elettrica fa sì che nell'anno solare generalmente si debbano analizzare i dati provenienti da due diversi fornitori che si avvicendano nell'aggiudicazione del lotto Sardegna in ambito CONSIP, ciascuno con specifiche impostazioni della piattaforma informativa, mancanza di alcuni tipi di informazioni utili (es. ripartizione consumi per fasce orarie, dato di carico massimo del periodo e altri ancora non sempre disponibili) e con l'ulteriore esigenza di dover successivamente assemblare i dati relativi ai periodi di competenza delle forniture, riferendoli a (almeno) due diversi fornitori.

Un ulteriore problematica deriva dal modello organizzativo che consente ai singoli servizi l'attivazione di nuove forniture. In precedenza queste attività venivano gestite da un unico ufficio presente nel dismesso Servizio Impianti Tecnologici e Energia su richiesta dei diversi Servizi interessati, cosa che consentiva di conservare e gestire in modo unitario la anagrafica completa e aggiornata in continuo delle utenze elettriche, incluse le eventuali cessazioni, volturazioni etc rendendo possibile una puntuale conoscenza dello stato e della consistenza delle forniture. Attualmente persiste viceversa, da parte dell'ufficio Politiche Energetiche l'esigenza di una successiva attività di interrogazione presso i diversi Servizi/uffici per conoscere anagrafica e specifiche di attivazione di nuove forniture (POD) che, rilevati nel flusso dati dei

fornitori, non risultavano presenti nei database. Anche su questo aspetto una organizzazione strutturata di condivisione delle informazioni da parte dei vari uffici sarebbe di notevole utilità.

In relazione alle forniture di combustibile per riscaldamento va ricordato che da alcuni anni sono state attivate forme contrattuali in ambito CONSIP, che prevedono oltre le attività manutentive anche la fornitura del vettore ( gasolio, e in quota minoritaria gas di rete) ; i dati vengono richiesti all'affidatario che però non ritiene di comunicare anche le informazioni relative ai costi di approvvigionamento. In questo caso il criterio adottato dall'ufficio consiste nel valorizzare le quantità delle forniture eseguite nei diversi periodi alle condizioni praticate nel periodo di riferimento sempre in ambito CONSIP riguardo le gare di fornitura combustibili; si tratta di una elaborazione non semplice, ma necessaria per mantenere la continuità rispetto all'imputazione dei costi delle fonti energetiche in anni precedenti, in cui era prassi ordinaria affidare le forniture di gasolio tramite gara esperita dal comune e con gestione delle stesse a cura dell'ufficio.

Le forniture di aria propanata derivano dai dati di fatturazione del concessionario; nell'anno di riferimento sono emerse notevoli criticità, che hanno fatto ritenere inattendibili le fatture emesse, le quali peraltro non sono state liquidate. E' emersa una situazione piuttosto caotica nella gestione amministrativa da parte del nuovo concessionario ( GAXA ). In base alle valutazioni svolte i dati acquisiti sono stati valutati inattendibili dall'ufficio anche ma non solo in relazione all'andamento storico dei consumi delle utenze comunali allacciate alla rete, tanto che gli stessi uffici amministrativi non hanno provveduto alle liquidazioni delle fatture relative alle annualità 2019-2020.

Si è quindi ritenuto di adottare in via del tutto provvisoria il criterio di considerare riguardo i consumi le letture stimate ( non reali) riferita peraltro alla complessiva annualità 2020 ( quindi senza la ripartizione in periodi afferenti alle progressive letture dei gdm), e valorizzarle con un criterio di parametrizzazione alla media delle tariffe degli ultimi 3 anni, posto che anche l'adozione di tariffazione ripartita in base alle disposizioni ARERA, oltre alla complessità legata alla simulazione software del meccanismo di fatturazione ( comunque predisposto dall'ufficio) , non avrebbe portato un migliore grado di precisione, stante che necessita operare una ripartizione dei consumi nelle 12 mensilità, con attribuzione della tariffazione relativa agli scaglioni di appartenenza per ciascun periodo. E' auspicabile che il concessionario ponga rimedio ai disservizi per poter a breve effettuare un aggiornamento e ricalcolo dei quantitativi e dei corrispettivi, come è altrettanto auspicabile che il comune di Cagliari, in veste di concedente oltre che di cliente rilevante, si faccia parte attiva per disporre alla società concessionaria l'obbligo di comunicazione su richiesta dei dati di interesse, non solo riguardo gli immobili di proprietà, ma anche in relazione alla base territoriale in funzione di attività pianificatorie in programma ( inventari delle emissioni a base del PAESC, o altre simili esigenze) .

## 1.1 *La gestione amministrativa delle utenze*

La prosecuzione e l'affinamento delle metodologie di rilevazione dei consumi e dei costi connessi al fabbisogno di energia per le strutture e impianti comunali hanno consentito di generare una serie storica utile per le valutazioni di tendenza e di efficacia delle azioni correttive proposte e ove poste in essere. Tuttavia va subito evidenziata una criticità emersa già negli ultimi anni avente a che fare con aspetti che hanno coinvolto la riorganizzazione macrostruttura comunale. Si tratta di un argomento, che (come

diversi altri nel proseguo) è ricorrente rispetto a una gestione efficiente e economica del patrimonio comunale sotto il profilo energetico; le considerazioni che seguono sono sostanzialmente reiterate dai precedenti Reports. Pare opportuno evidenziarli, senza voler sindacare le motivazioni sottese che hanno ridefinito le attribuzioni di funzioni ai servizi, la creazione o la soppressione di alcuni di essi.

Come accennato in premessa la soppressione del Servizio Impianti Tecnologici e Energia, che aveva al suo interno in carico la gestione sia tecnica che amministrativa di tutte le forniture energetiche e la contestuale attribuzione di funzioni tecnico amministrative legate alla gestione delle utenze ai diversi Servizi per gli immobili di propria competenza (segnatamente il servizi LL.PP, il Servizio Mobilità e il Servizio Sport, il Servizio Verde Pubblico) ha comportato una oggettiva difficoltà di aggiornamento dei dati e delle informazioni circa l'anagrafica delle utenze (nuove attivazioni, cessazioni, volturazioni etc), la mancata prosecuzione nell'utilizzo di un precedente applicativo sviluppato negli anni all'interno del Servizio Impianti Tecnologici e Energia, che consentiva sia il caricamento automatico di dati relativi ai consumi e agli importi da liquidare, consentendo sia la gestione amministrativa delle liquidazioni (assegnazione dei codici POD alle singole utenze, accorpamento e imputazione ai centri di costo, gestione impegni di spesa, liquidazione dei corrispettivi), e sia il monitoraggio in continuo dei consumi e dei costi sostenuti per ciascun fabbricato/impianto tramite l'imputazione mensile; la riassegnazione di competenze, variamente modificata negli ultimi 3-5 anni e basata su un approccio di tipo esclusivamente amministrativo-finanziario, se non accompagnato da valutazioni di congruità consentiti dalla pregressa conoscenza delle situazioni, delle caratteristiche impiantistiche dei siti, dei dati storici e della valutazioni degli scostamenti, non consente evidentemente di poter effettuare verifiche puntuali preliminarmente alla liquidazione dei corrispettivi ai fornitori, e questo indipendentemente dalla valutazione, necessariamente "ex post" in sede di bilanci energetici che formano attività caratteristica dell'Ufficio dell'Energy Manager.

L'adempimento relativo al rilascio in capo al dirigente/funziario dei servizi interessati alle forniture energetiche dell'attestato di regolare esecuzione della fornitura (di energia) preliminare alla liquidazione riveste un mero adempimento formale senza effettiva utilità sul piano dell'efficacia dell'azione di controllo e monitoraggio e del controllo dei costi. L'attività di rilevazione e rendicontazione dei bilanci energetici curata dall'ufficio Politiche energetiche risulta inevitabilmente più complicata, posto che in realtà dovrebbe rappresentare un sussidio alle valutazioni di competenza di ciascun centro di responsabilità

Anche la attivazione di nuovi contratti effettuata autonomamente e direttamente a cura dei singoli uffici non può che ingenerare confusione e difficoltà nel conservare e tenere aggiornata una anagrafica di base sul numero e le caratteristiche delle utenze attive, degli elementi conoscitivi del patrimonio impiantistico e dei consumi (e dei costi) delle fonti energetiche utilizzate dall'amministrazione a tutti coloro che fossero interessati, sia per valutazioni di indirizzo politico che per esigenze amministrative o tecniche; per quanto pleonastica la considerazione, è chiaro quanto sia opportuno per qualunque soggetto (privato o pubblico) una conoscenza precisa e sempre aggiornata della propria consistenza patrimoniale, cosa che l'attuale assetto organizzativo non sempre consente.

Le valutazioni esposte nel seguito sono effettuate, come ovvio, sulla base delle informazioni dedotte dalla base dati dei consumi di energia e dall'anagrafica tecnica sviluppata dall'ufficio dell'energy manager e in taluni casi integrate sulla base di dati e notizie acquisite in base alle singole disponibilità da parte dei diversi Servizi che hanno competenza sulla gestione di fabbricati e sugli impianti a fornirle.

Dalle considerazioni che precedono è *fortemente auspicabile che venga predisposto un insieme di regole strutturato che preveda la circolazione e la condivisioni delle informazioni*, tale che queste non debbano essere di volta in volta richieste e/o ricevute in base alla disponibilità dei singoli dipendenti o in virtù di singoli rapporti interpersonali, consentendo il perseguimento di obiettivi di interesse generale per l'amministrazione, quali l'efficientamento del patrimonio comunale, l'implementazione delle azioni del PAES, l'accesso ai meccanismi incentivanti in materia di efficienza energetica, la predisposizione di documenti e progetti funzionali alla partecipazione a bandi comunitari, nazionali o regionali, e così via.

Questa e altre situazioni di cui si accennerà nel seguito possono determinare degli extracosti ( o mancati introiti) quantificabili sulla bolletta energetica, che si sommano quelli, tutt'altro che irrilevanti legati ad altri a sprechi e inefficienze diffuse, al cattivo uso della risorsa, e all'obsolescenza sul piano tecnico-impiantistico a cui si dovrebbe porre rimedio con investimenti in manutenzioni e innovazioni degli elementi impiantistici e edilizi.

Sono tutti elementi che se opportunamente e sinergicamente affrontati potrebbero determinare significativi benefici sul piano del risparmio energetico, su quello della qualità ambientale e non ultimo sulle casse comunali.

## 1.2 I contratti di fornitura

I meccanismi di misurazione dei consumi di energia e comunicazione dall'ente distributore ai fornitori di energia consentono alle società di praticare con larghezza la prassi delle fatturazioni in acconto e/o a conguaglio, che implicano molto spesso il ricevimento di successive fatture riferite allo stesso impianto a distanza di anni dal periodo di riferimento della fornitura. Tale situazione, pur consentita dal quadro normativo, è marcata soprattutto nell'ambito delle forniture alle pubbliche amministrazioni ed è persistita nel tempo indipendente dagli avvicendamenti dei fornitori a seguito dei nuovi affidamenti. Ciò malgrado gli edifici e gli impianti comunali siano dotati nella gran parte di gruppo di misura elettronico nella quasi totalità dei punti di prelievo.

Da oltre sette anni l'amministrazione ha ritenuto di aderire alle convenzioni di fornitura energia in ambito CONSIP. A prescindere da considerazioni di convenienza delle tariffe una chiara criticità riguarda la compresenza di fatturazione da diversi fornitori avvicendatisi negli ultimi anni, i quali continuano a inviare fatture per consumi pregressi, di cui è obiettivamente impossibile contestare nel merito la correttezza di imputazione. Si registrano casi di fatture relative al alle annualità ricomprese nel limite quinquennale di prescrizione da parte del fornitore dell'epoca. Ciò è in larga parte riferibile alla suaccennata mancanza di gestione unitaria e coordinata delle utenze, tale per cui per disattenzione, dimenticanze o disguidi vari o scarsa accuratezza alcune utenze non vengono "volturate" al fornitore subentrante e permangono in carico al precedente, il quale generalmente non è più tenuto a praticare le medesime tariffe definite in sede di affidamento del contratto Consip vigente all'epoca, bensì le più remunerative condizioni di mercato.

Al riguardo è stato ripetutamente proposto da parte dell'ufficio scrivente di valutare l'opportunità dell'affidamento tramite gara a evidenza pubblica, basata sui presupposti contrattuali e economici tali da non disattendere i vincoli normativi di mancata adesione alle centrali di committenza, e prevedendo al contempo un disciplinare di servizio che prevede livelli di prestazione, inclusa la gestione burocratica-

amministrativa basate sull'applicazione di penali, specificamente tarati sulle esigenze dell'amministrazione; in tal senso l'ufficio dell'Energy Manager aveva predisposto negli scorsi anni uno schema di Capitolato Speciale.

In aggiunta a quanto precisato nel precedente paragrafo relativamente alle criticità evidenziate nell'anno 2020, una considerazione analoga riguarda le fatturazioni da parte del concessionario (attualmente GAXA spa) relativamente alle forniture di aria propanata. Le fatture emesse (e le relative letture dei consumi) non necessariamente coincidono con l'anno solare, e necessita pertanto provvedere a interpolazioni o a proiezioni.

Dalle considerazioni che precedono risulta comprensibile che la rilevazione dei consumi energetici e dei costi correlati è comunque affetta da un margine di errore nei vari meccanismi di computazione utilizzati, anche in funzione della tipologia di vettore considerato; in generale si possono considerare sufficientemente precisi i dati riguardanti le forniture di energia elettrica, essendo collegate a sistemi informatici con collegamento diretto fornitore-cliente, mentre il margine di errore riguardante le forniture di combustibili da riscaldamento<sup>2</sup> può stimarsi tra il 5% e il 10%.

## 2 - CONSUMI DI ENERGIA DEL PATRIMONIO COMUNALE

Premessa sempre obbligata è che i dati del 2020 sono significativamente influenzati dalla riduzione di utilizzo degli edifici legata all'emergenza Covid, sia nell'ambito scolastico che degli uffici, impianti sportivi e così via, per cui l'andamento in netto calo dei consumi energetici ne fornisce di seguito le rappresentazioni.

### 2.1 Dati complessivi

Si riporta una sintesi grafica riassuntiva dell'andamento storico tra il 2009 (anno base del PAES) e il 2020 dei consumi di energia e delle conseguenti emissioni di anidride carbonica relative all'insieme degli edifici e impianti di competenza comunale; nei dati è ricompresa la quota dell'energia elettrica, inclusa la pubblica illuminazione, i combustibili impiegati per riscaldamento e acqua sanitaria negli edifici comunali, e il contributo, peraltro residuale, dei carburanti dell'autoparco comunale.

<sup>2</sup> Ad esempio non è più disponibile l'informazione legata alla misurazione delle quantità residue nei serbatoi al termine della stagione termica

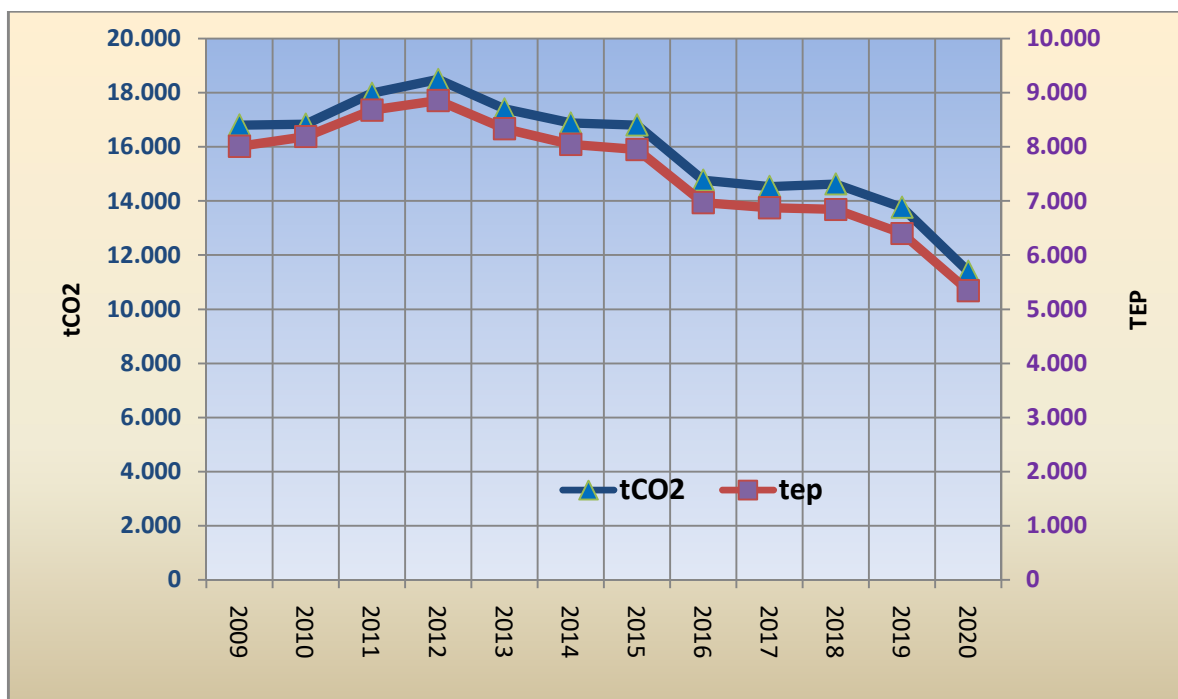


Fig. 2.1 – consumi di energia e emissioni CO2

Si rileva un andamento in riduzione a partire dal 2012 del 35%, rispetto a un valore “di picco” nel 2012 rispettivamente di 18,5 tCO2; l’andamento generale, come in altre occasioni segnalato, è in buona parte attribuibile a fattori contingenti legati a scelte organizzative e amministrative quali dismissione o volturazione di utenze elettriche, in particolare quelle degli uffici giudiziari, e l’affidamento in Consip di parte significativa della manutenzione della rete di pubblica illuminazione comprensiva della fornitura del vettore. Va evidenziato che in quest’ultimo caso, come pure nel caso dei combustibili da riscaldamento negli edifici scolastici e sportivi, la corresponsione dei canoni di servizio include evidentemente in quota la compensazione dei consumi energetici, per quanto intestati all’affidatario, che comunque è significativamente ridotta in conseguenza del retrofit a led delle armature stradali. Di questo si accennerà nel seguito.

La ripartizione percentuale complessiva dei vettori energetici utilizzati è rappresentata nel grafico seguente, con una comparazione riferita alle ultime due annualità; la ripartizione % non si discosta, malgrado la riduzione dell’utilizzo delle fonti in termini assoluti; si nota la preponderanza dell’energia elettrica, che nella aggregazione delle forniture in bassa tensione e in media tensione con cabine di trasformazione di proprietà dell’amministrazione coprono quasi il 90% della totalità dei vettori energetici.

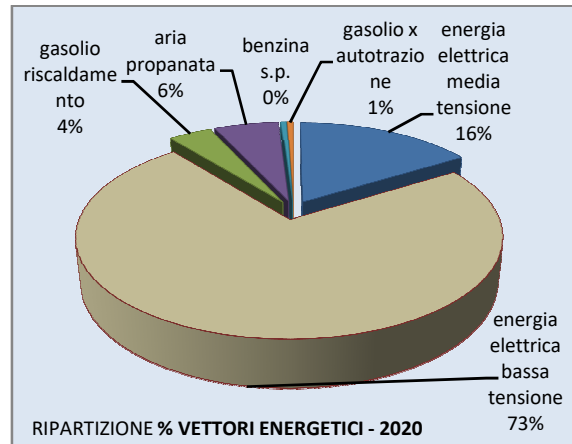
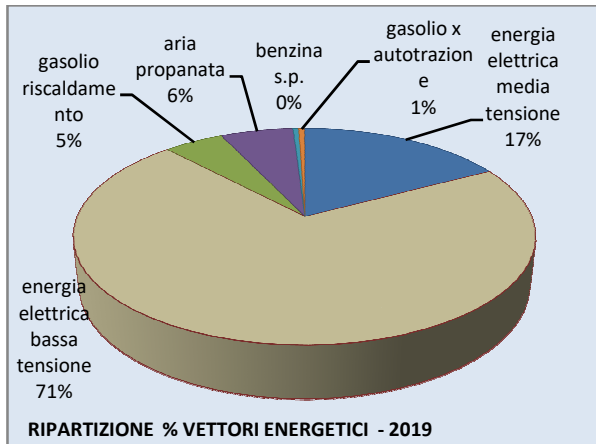


Fig. 2.2 – ripartizione percentuale tra vettori energetici

Il grafico riportato di seguito mostra la composizione del mix in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>; è evidente che le percentuali sono differenziate in relazione ai diversi coefficienti di trasformazione adottati.

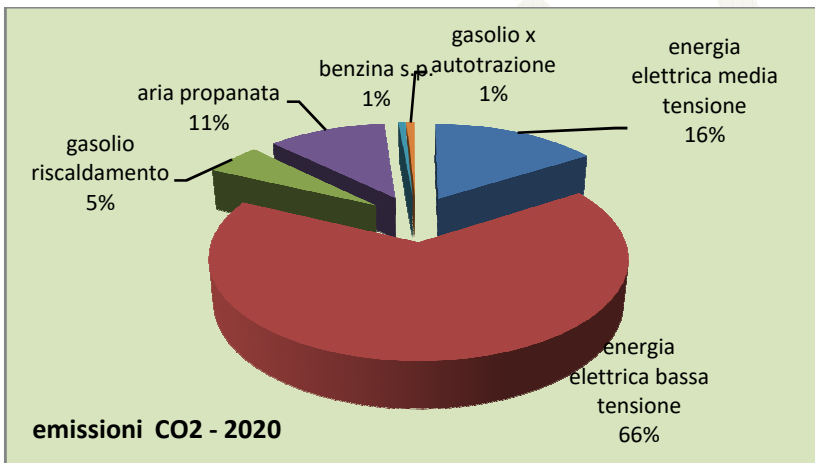


Fig. 2.3 – ripartizione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub>

## 2.2 Costi energetici aggregati

Gli importi destinati all’acquisto di vettori energetici riflettono evidentemente quello dei consumi, al netto delle variazioni tariffarie intervenute e del ricorso ormai consolidato alle centrali di committenza. L’andamento storico denota un decremento della spesa, passata da 7,4 MI€ del 2009 a circa 4 MI€ nel 2020. I dati, come già segnalato sono oggetto di verifiche per quanto riguarda il 2020, in particolare relativamente alla spesa legata al gas di rete. I costi relativi all’energia elettrica come anticipato in premessa sono riferiti alle rilevazioni ricavate dai flussi dati di fornitori succedutisi nel tempo, al netto delle somme riferibili a conguagli di annualità pregresse ( si utilizza un criterio di “competenza” riferito ai consumi, e non alle date di fatturazione) ;al netto di possibili imprecisioni i dati economici in generale non collimano necessariamente con dati estraibili da documenti finanziari ( “ criterio di “competenza “ o “di cassa” riferito alle fatturazioni ).

Il grafico seguente, riferito al complesso dei vettori, evidenzia la linea tendenziale dell'insieme dei costi riferito alla totalità dei vettori.

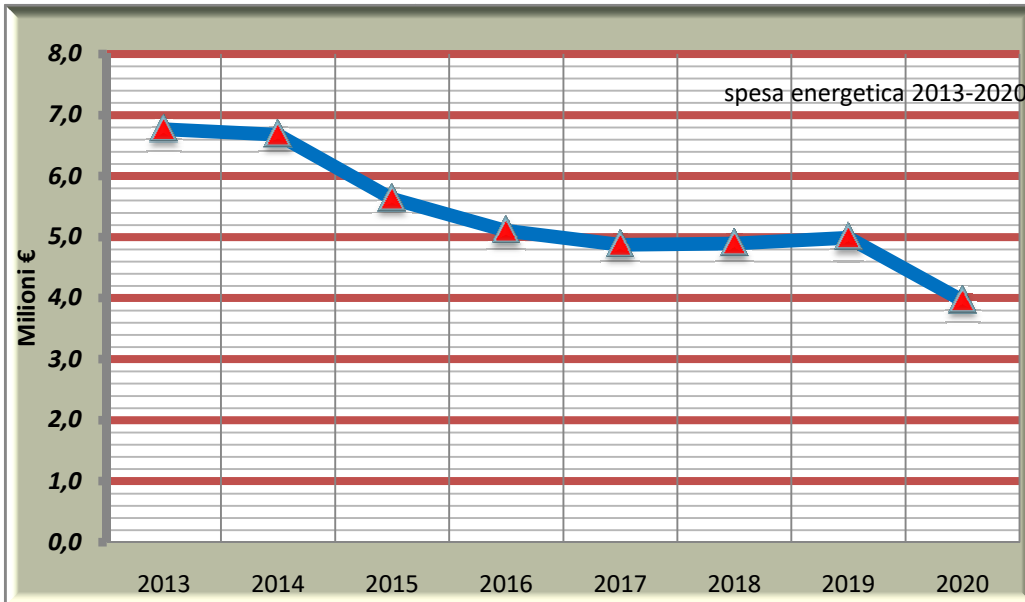


Fig. 2.5 – storico spesa energetica complessiva

Come anticipato la quota preponderante è di competenza dell'energia elettrica; i dati splittati per tipologia di vettore configurano un andamento analogo.

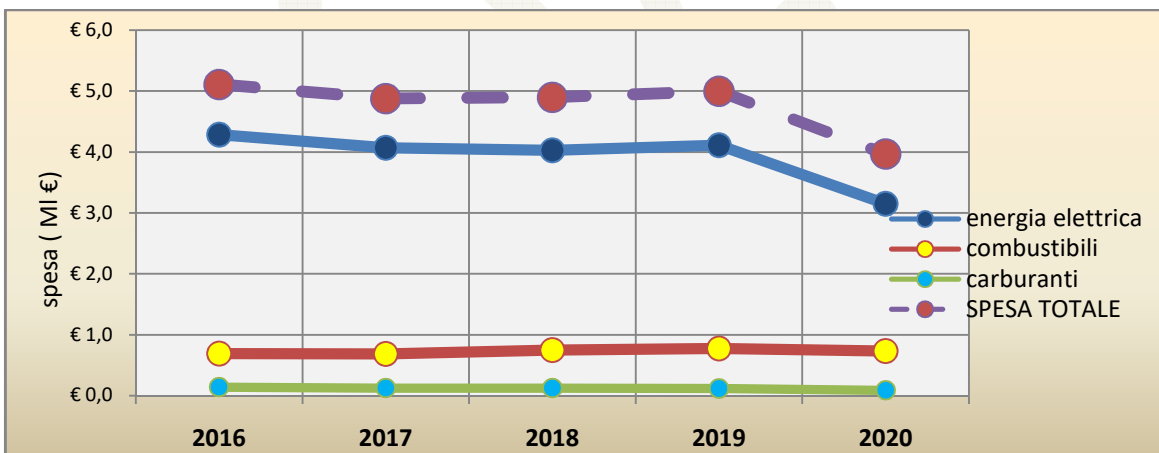


Fig. 2.6 – storico spesa per fonti energetiche

La riduzione di spesa è come detto in parte attribuita alla cessazione delle anticipazioni sulla gestione ordinaria degli uffici giudiziari, trasferita all'amministrazione centrale a partire dal 2014, un ulteriore elemento è rappresentato dallo scorporo dei circa 11.000 punti luce dell'illuminazione pubblica, per i quali la liquidazione dei corrispettivi per l'energia compete al concessionario fino alla scadenza dell'affidamento (ottobre 2021, fatto salvo che l'amministrazione si è fatta carico della liquidazione delle prestazioni in maniera onnicomprensiva (ovvero delle quote energia, manutenzione e remunerazione dell'investimento) sotto forma di canoni indicizzati: si deduce che, salva la decisione (non auspicabile a parere dello scrivente) di riaffidare il servizio di gestione degli impianti con fornitura del vettore a nuovo soggetto, la

conversione a led delle armature potrà costituire un effettivo beneficio per il bilancio a partire dal 2022, salva l'esigenza di investimento per l'adeguamento degli impianti; la questione, inclusa la valutazione delle criticità emerse riguardo l'affidamento, compresa la valutazione di convenienza per l'Amministrazione è stata diffusamente trattata nel Report 2017 al quale si rimanda.

Per quanto riguarda più specificamente i costi sostenuti per le forniture elettriche, che come anticipato coprono quasi il 90% dei consumi, può essere di interesse riferire l'andamento in rapporto alle potenze (contrattuali) installate; questo parametro è a sua volta parzialmente distorto dal sovradimensionamento degli impegni di potenza: si tratta di una prassi diffusa che tende a mantenere potenze contrattuali esuberanti le necessità in relazione alle caratteristiche del fabbricato e alle necessità degli utilizzatori e che genera a sua volta un (relativo) aggravio nella parte dei costi fissi (cd "impegno di potenza"). Anche questo è uno degli aspetti sui quali una sempre auspicabile gestione amministrativa, più strutturata su input e con l'assistenza dell'ufficio E.M. darebbe la possibilità di incidere.

Il diagramma che segue mette in relazione lo storico del profilo dei consumi elettrici, i costi per le forniture e il dato di potenza contrattuale installata, correlata alle consistenze nel tempo e alle variazioni d'uso dei fabbricati. Si osserva nell'insieme una sostanziale coerenza nei rispettivi andamenti.

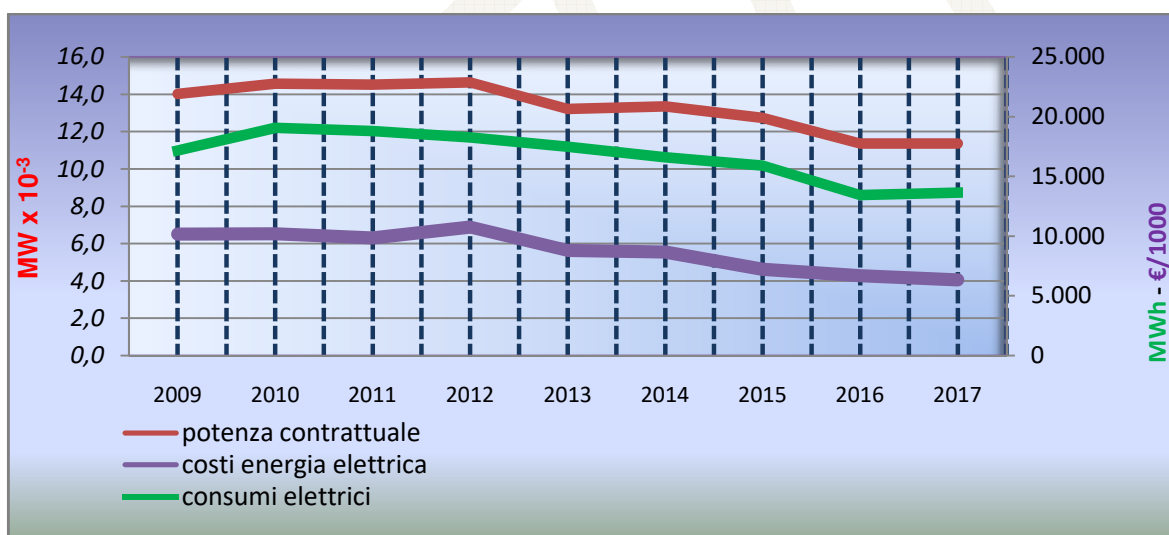


Fig. 2.7 – andamento storico dati elettrici

Rispetto al dato disponibile riferito al 2016<sup>3</sup> che fornisce un valore complessivo delle potenze contrattuali di 11.354 kW, le punte di potenza prelevata dai soli fabbricati, rilevata nel solo biennio 2017-2018 è risultata mediamente pari al 50 % dell'impegno contrattuale. I dati aggiornati al 2020 non sono ancora disponibili, ma è abbastanza presumibile non si discostino dalle considerazioni che precedono.

Il prezzo medio del kWh, ivato e al lordo delle componenti fisse nell'ultimo quinquennio si colloca nella fascia tra € 0,278 e € 0,340, mediamente inferiore alla tariffa nel quinquennio precedente (annualità omesse nel grafico, che comunque risultava superiore nella media a 0,35 c€. E' anche possibile rilevare delle linee di tendenza che indicano la diminuzione dell'incidenza dei consumi elettrici rispetto ai valori nominali dei contratti di fornitura; si ribadisce che nel prezzo di riferimento del kWh sono ricomprese le

<sup>3</sup> I dati degli impegni di potenza devono ancora essere aggiornati al 2020, ma è plausibile non abbiano subito particolari variazioni

componenti variabili (vendita, trasporto, dispacciamento, componenti A UC etc) e quelle fisse (potenza, misura, oneri di sistema etc), oltre l'IVA e le accise.

### 2.3 Energia elettrica

Si riporta la ripartizione tra forniture di energia elettrica in bassa tensione e in media tensione, quest'ultima attinente alle cabine elettriche di trasformazione di proprietà comunale.

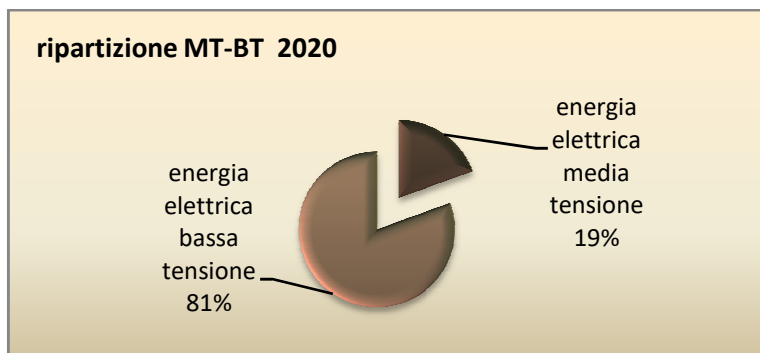


Fig. 2.8 – ripartizione percentuale forniture MT /BT – anno 2020

Attualmente sono in esercizio 11 cabine di trasformazione di proprietà comunale, come indicate nel prospetto seguente.

SITO	pot ( kW)
uffici Viale Trieste	625
mercato ittico V.Le La Playa	280
uffici giudici di pace Via Grazia Deledda	300
uffici Via Sonnino	558
palestra " A" Via Pessagno	150
palestra "B" Via Pessagno	196
casa rip terramaini Via Valerio Pisano	600
mercato s.benedetto Via Cocco Ortu	322
piscina terramaini Via Valerio Pisano	400
stadio s. elia Stadio S. Elia	600 <sup>4</sup>
Mediateca del Mediterraneo	625 <sup>5</sup>

In termini di bilancio complessivo la quota di forniture in MT è significativamente decrementata negli anni, passando dal 27% nel 2009 all'attuale 19%, principalmente a seguito della volturazione o messa fuori servizio di diverse utenze importanti ( palazzo di giustizia, anfiteatro etc) mentre sono presenti o sono state attivate forniture in BT anche con valori di potenza impegnata significativa

<sup>4</sup> In gestione al Cagliari Calcio dal 2014

<sup>5</sup> dato da verificare

## 2.4 Consumi elettrici dei fabbricati

Come anticipato nella premessa è stata sviluppata anche nel 2020 l'attività di rilevazione di dettaglio dei consumi di energia elettrica negli edifici e negli impianti inclusi nel patrimonio comunale, di cui l'amministrazione ha l'intestazione delle utenze. L'attività ha riguardato 348 utenze elettriche afferenti a fabbricati (scuole, uffici, strutture a finalità sociali, mercati, strutture destinate a scopi culturali, sportive etc) e utenze connesse a impianti dedicati al verde pubblico, alla circolazione stradale (impianti semaforici) alla mobilità pedonale (ascensori pubblici), al controllo dell'inquinamento atmosferico, oltre a un numero di utenza di scarsa o nulla utilità di cui in più occasioni l'ufficio ha proposto la dismissione (es. colonnine taxi, impianti di irrigazione a servizio di minuscole aree verdi etc), se non per la modesta entità dei consumi e relativi costi quantomeno per un'opera di riordino e razionalizzazione delle utenze comunali sulla base di un criterio di efficienza amministrativa.

Una auspicabile, strutturata e incisiva gestione amministrativa, come già auspicato, prevede una sistematica ricognizione delle utenze in collaborazione con i Servizi cointeressati, che, in base alle finalità d'uso e alle modalità contrattuali di affidamento/gestione esterna, consentirebbe la dismissione di utenze sostanzialmente inattive ma generatrici comunque di costi fissi, e la volturazione dell'utenze ai soggetti fruitori a vario titolo degli immobili, evitando di generare extracosti a carico al bilancio comunale.

Vengono anche rilevati i consumi di 223 impianti di pubblica illuminazione ancora in gestione diretta comunale, di cui comunque viene trascurata l'analisi di dettaglio dei singoli impianti ritenendo sufficiente la quantificazione complessiva. L'anagrafica tecnica disponibile, derivante dal Piano della Luce, consente di valutare con maggior dettaglio la situazione, in rapporto ai contesti urbani, e correlandola a parametri di efficienza illuminotecnica e energetica legati alla tipologia di armature. Questo tipo di valutazioni, per quanto sia di più stretta competenza dell'ufficio comunale preposto alla gestione, sarà oggetto di successive analisi dedicate.

Sono inoltre considerati gli ulteriori 148 impianti I.P. ancora in concessione alla Gemmo spa, convertiti a LED negli scorsi anni. Vengono acquisiti dalla società i dati complessivi di consumo, mentre la valorizzazione, posto che le utenze sono intestate alla ditta, viene effettuata d'ufficio con applicazione della tariffa media per kWh relativa alle utenze IP comunali.

Il grafico indica la ripartizione tra energia elettrica utilizzata dagli impianti di IP e la quota relativa alle utenze precedentemente citate. Si nota una progressiva riduzione dei consumi complessivi nella pubblica illuminazione legata essenzialmente al retrofit a LED delle armature stradali.

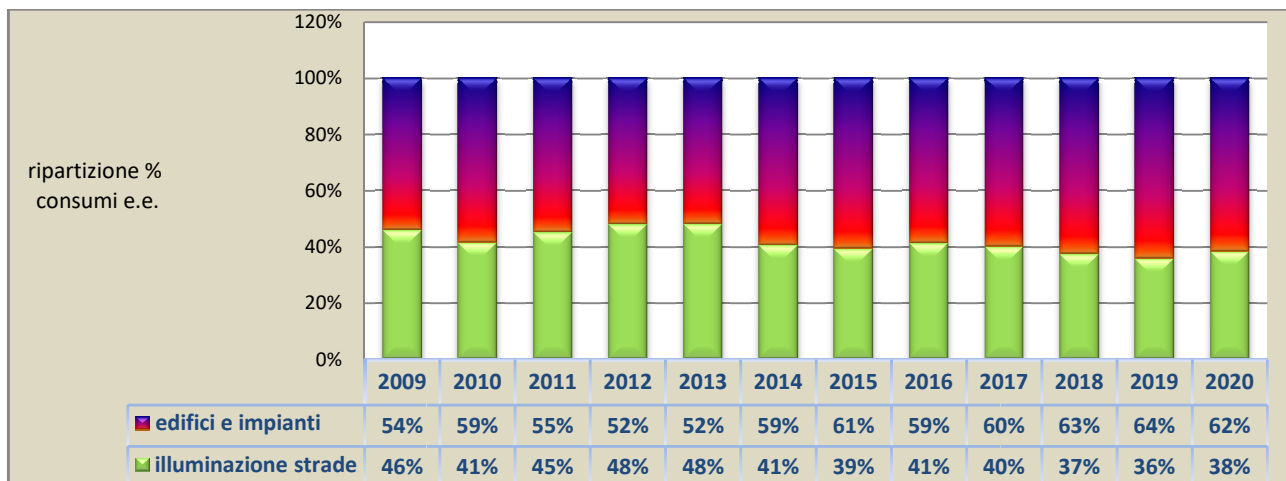


Fig. 2.9 – storico % ripartizione impianti IP e fabbricati

Di seguito vengono rappresentati in modalità grafica i dati relativi ai consumi e ai costi di approvvigionamento dell'energia elettrica, secondo i criteri di aggregazione funzionale indicati in premessa.

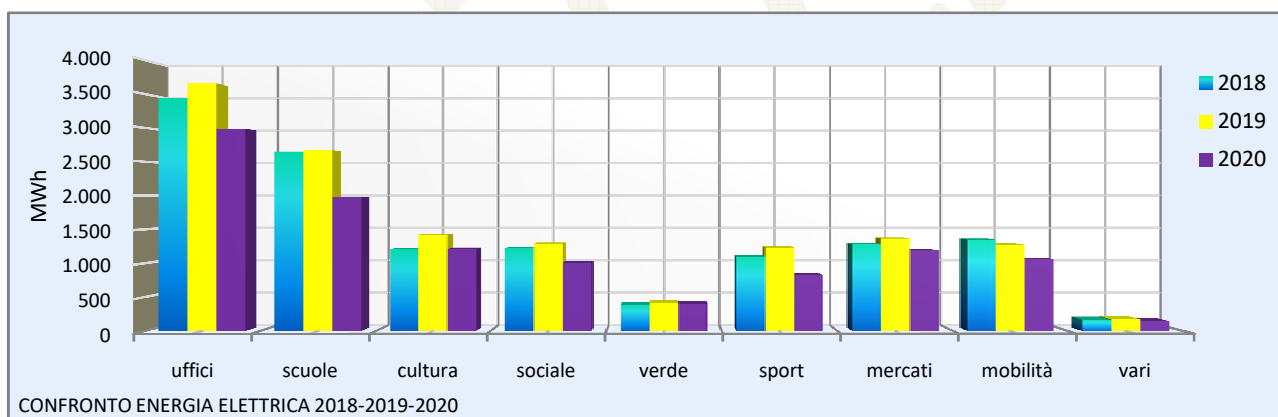


Fig. 2.10 – consumi energetici per comparto – triennio 2018-2020

Il grafico che precede fornisce la rappresentazione complessiva dell'andamento dei consumi elettrici per aree omogenee. Valgono tutte le considerazioni in premessa relative al consuntivo 2020.

Una diversa rappresentazione grafica considera la comparazione relative alle diverse annualità del quinquennio 2016 -2020. Il simbolo in nero indica la riduzione dei consumi elettrici dell'ultimo anno

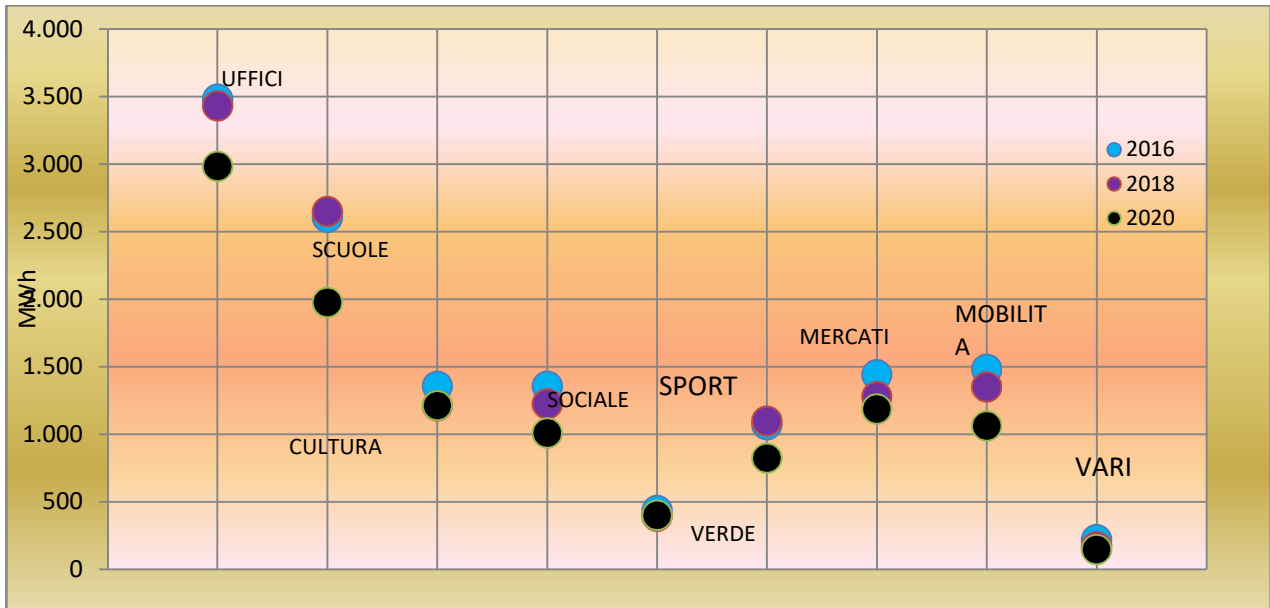


Fig. 2.11 – consumi energetici per comparto – 2016-2020

Sempre in relazione ai consumi di energia elettrica di seguito viene rappresentata la ripartizione percentuale dei consumi nei diversi settori, da cui si rileva una sostanziale continuità nell'ultimo triennio.

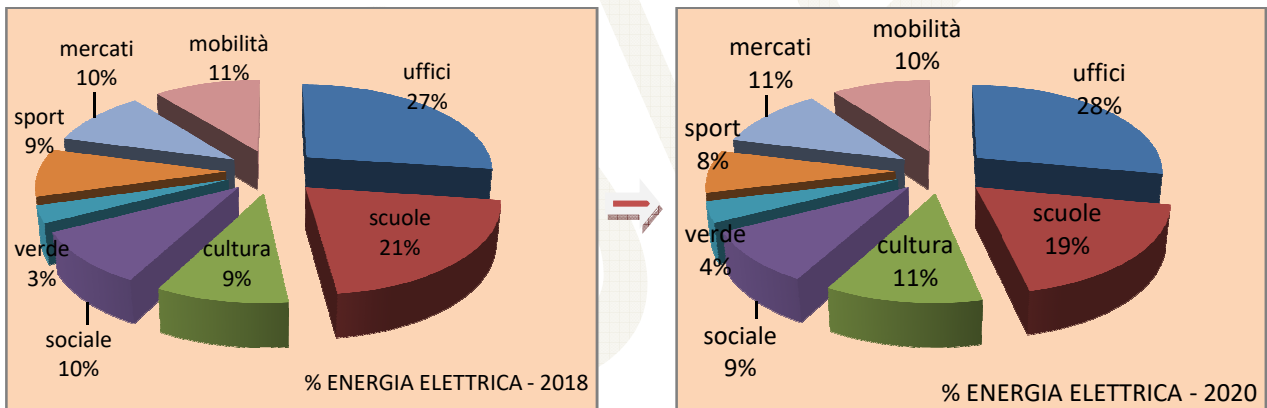


Fig. 2.12 – ripartizione consumi energia elettrica – 2018-2020

Più in dettaglio è possibile rappresentare l'andamento storico dei consumi e dei costi per le forniture elettriche dei fabbricati più rappresentativi.

Il fabbricato di piazza Degasperi è storicamente l'edificio più energivoro tra quelli comunali con un consumo complessivo che negli anni si attestava sopra la soglia "psicologica" di 1 GWh, scendendo solo negli ultimi 3 anni al di sotto di questa soglia, essendo nel 2020 poco oltre gli 820.000 kWh. Le problematiche di inefficienza energetica sono state oggetto in più occasioni di proposte di intervento da parte dell'ufficio. La questione viene ripresa successivamente nei paragrafi dedicati alle analisi e proposte di intervento. L'andamento generalmente declinante, così come già precisato nelle premesse generali, non si collega specificamente a interventi efficientanti sull'impiantistica o sull'involucro, quanto da

elementi sostanzialmente aleatori . La media di consumi nell'arco temporale di riferimento risulta di 1,07 GWh, con una spesa per la fornitura di € 203.000, scesa a € 129.000 nel 2020.

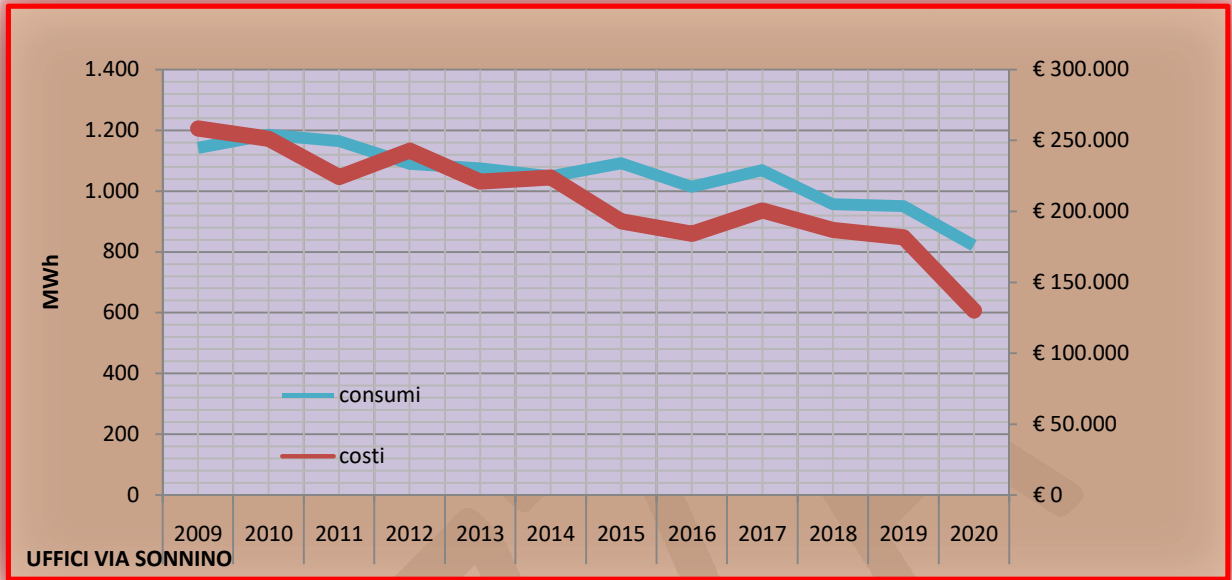


Fig. 2.13 – andamento consumi energetici e costi – palazzo via Sonnino

In modo analogo la rilevazione storica dei consumi e dei costi del vettore elettrico riferita ai 3 fabbricati per uffici più importanti. Il dato del 2020 non risente ancora in maniera significativa degli interventi di efficientamento in corso nel fabbricato di viale Trieste /Sauro , passato comunque da 842.000 kWh del 2019 a 659.000 kWh nel 2020, con una spesa nell'ultimo anno di € 106.000, a fronte di consumi di 757.000 nel quadriennio 2016-2019, con una spesa media di € 146.000

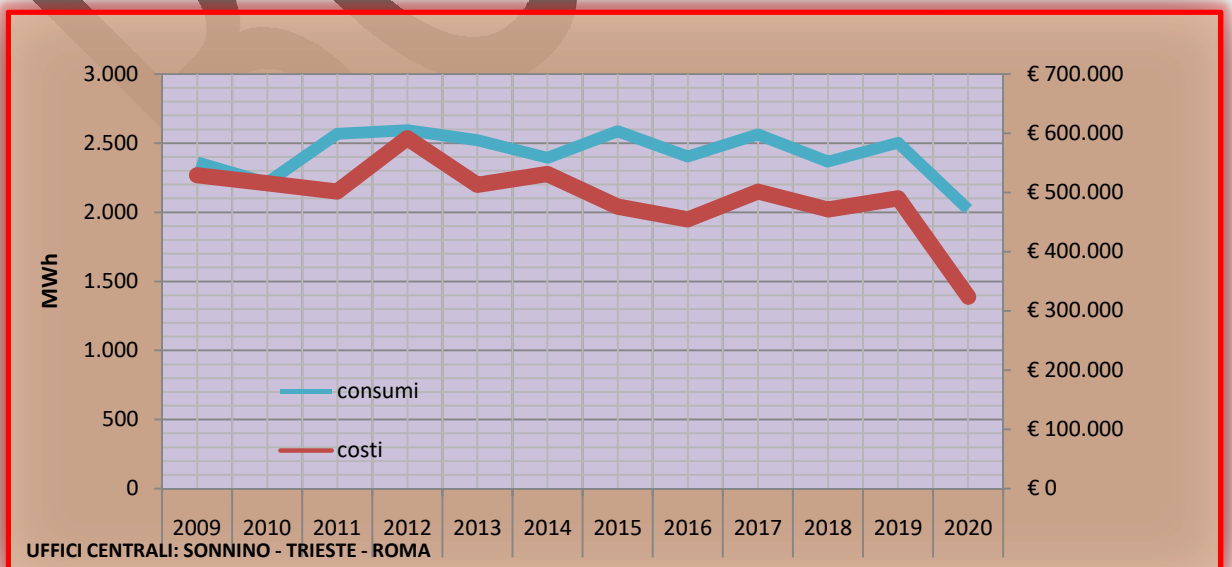


Fig. 2.14 – andamento consumi energetici e costi – aggregazione uffici comunali

I 3 edifici hanno comportato nel 2020 un costo energetico di € 323.000 rispetto a 2,02 GWh di forniture (erano 2,5 GWh nel 2019 con una spesa di € 490.000).

Seguono le rilevazioni dei consumi/costi dei comparti omogenei precedentemente considerati, il cui andamento grafico, al netto dell'entità dei numeri e delle cifre correlate, è sostanzialmente analogo.

Il comparto scuole include l'insieme dei plessi delle scuole materne, delle primarie e secondarie di 1° livello di competenza comunale.

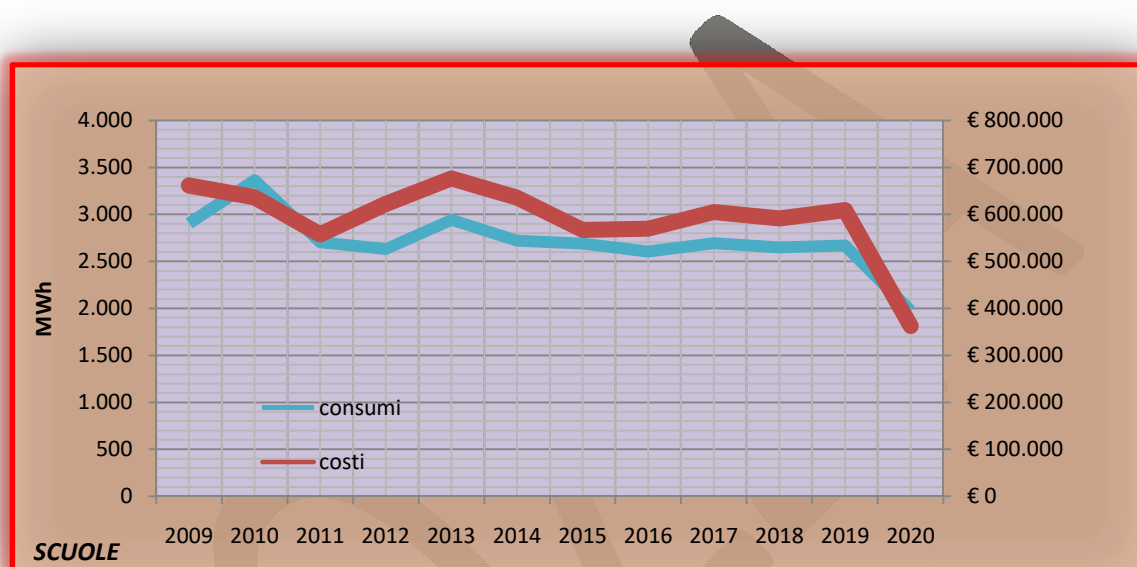


Fig. 2.15 – andamento consumi energetici e costi – comparto istruzione

Nell'ambito denominato "sociale" vengono accorpati i dati riferiti a 17 edifici, dai cimiteri (in particolare l'utenza del forno crematorio), i centri sociali in capo all'amministrazione, tra cui la casa di riposo Terramaini e il centro di accoglienza di viale Fra Ignazio e l'utenza comune della casa albergo di via Tiepolo. I dati 2020 risultano la somma dei consumi elettrici pari a 1,009 GWh e una spesa aggregata di € 163.000.

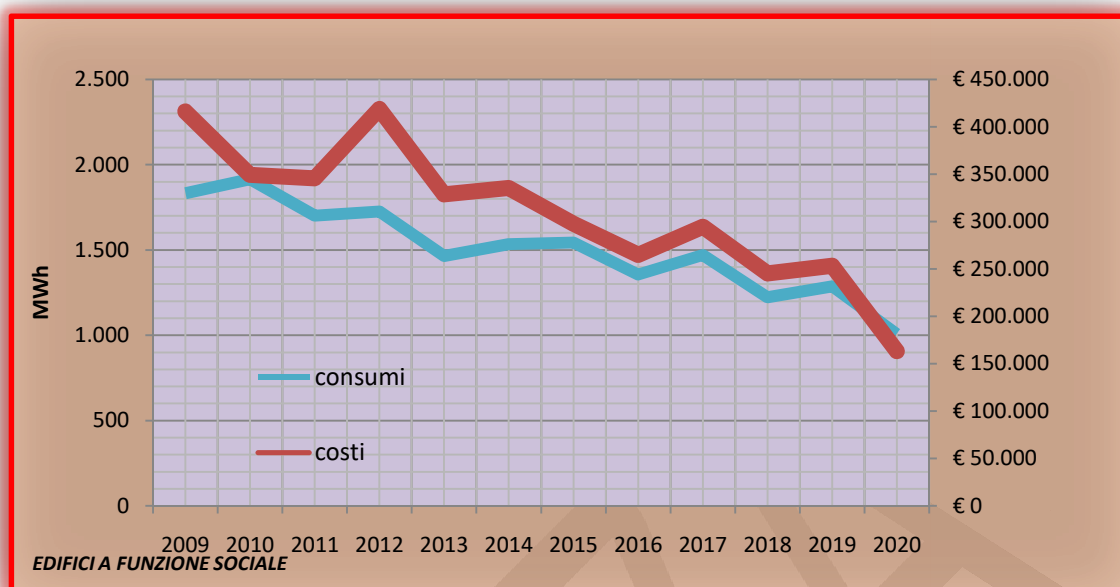


Fig. 2.16 – andamento consumi energetici e costi – comparto socio assistenziale

Sono 18 le utenze elettriche associate a impianti sportivi di vario genere, dalle palestre a impianti di quartiere; le più significative sono le due piscine di via degli Sport e quella in loc Terramaini, che fa parte degli edifici più energivori e costosi anche in termini di gestione energetica. Questo impianto da solo ha assorbito 410.800 kWh nel 2020 a fronte di una media nel triennio precedente di 571.000 kWh. La sola spesa elettrica della piscina olimpionica è scesa da € 114.000 del 2019 a poco più di 60.000 nel 2020, in cui sono prevalsi i mesi di chiusura. La piscina di via degli Sport ha pressochè dimezzato l'impegno della fonte elettrica (da 194.000 kWh a 101.000). Trascurabile l'incidenza del terzo impianto di via Campeda, ancora pressochè inutilizzato.

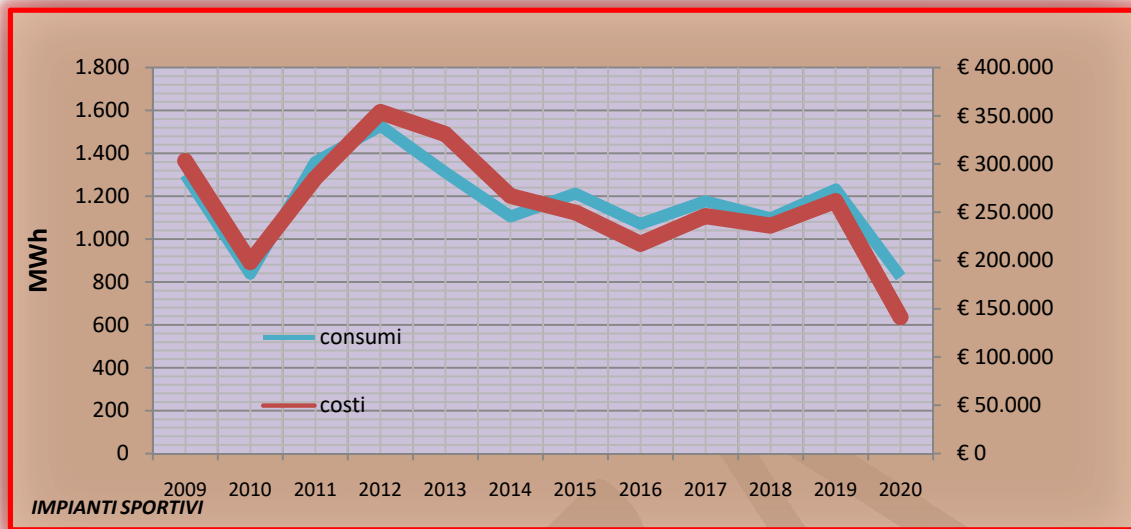


Fig. 2.17 – andamento consumi energetici e costi – comparto sport

Nel settore commercio sono inseriti sostanzialmente i mercati civici per complessive 8 utenze. L'incidenza preponderante del dato aggregato indicato nel grafico è costituita dalla struttura di S Benedetto, con un consumo di 482.000 kWh nel 2020 ( media di 551.000 kWh nel triennio 2017-2019 e costo energia passato da € 112.000 a €80.500 nel 2020)

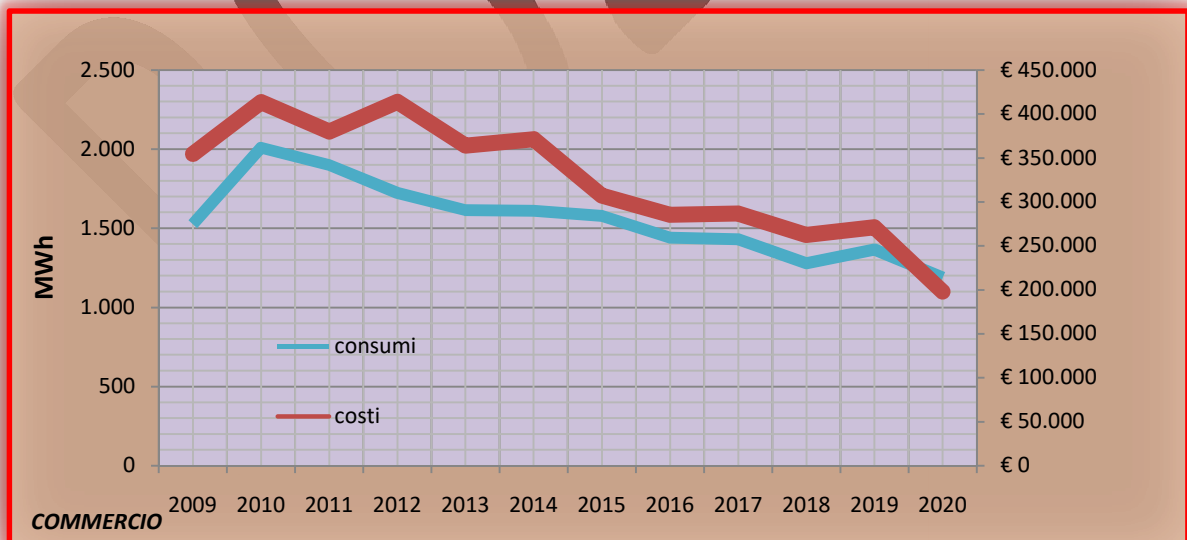


Fig. 2.18 – andamento consumi energetici e costi – comparto mercati

Nel comparto cultura sono inclusi 21 siti di varia natura, dalle utenze minimali di illuminazione di monumenti, agli uffici amministrativi di viale S.vincenzo, per arrivare alla Galleria d'Arte e alla MEM, che

rappresenta il terzo edificio più energivoro con un consumo nel 2020 di 653.000 kWh e una spesa di € 108.000 sul totale di comparto di € 200.500

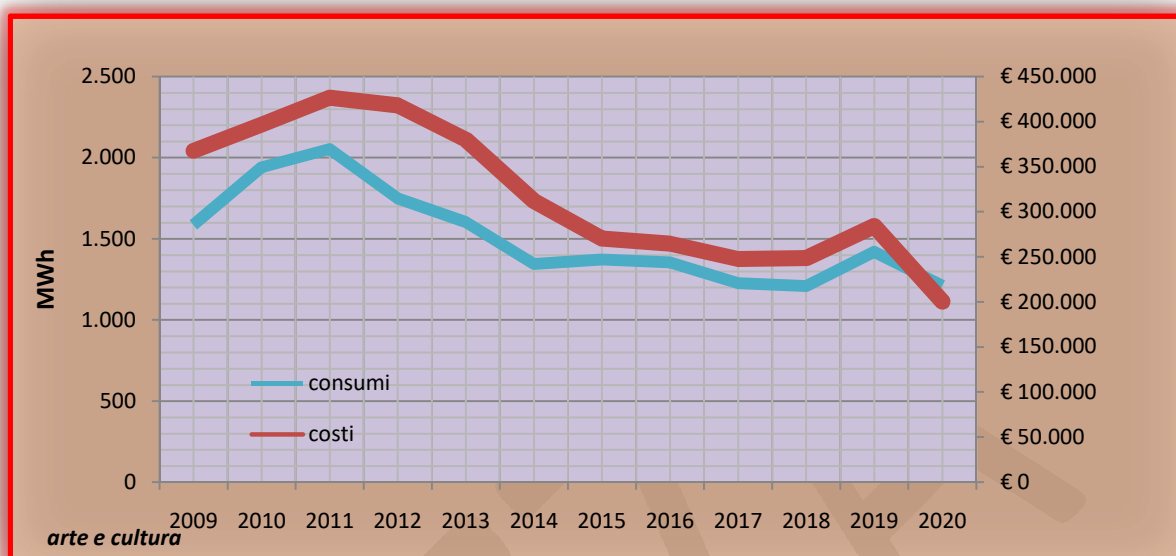


Fig. 2.19 – andamento consumi energetici e costi – comparto cultura

Il decoro urbano indica sostanzialmente 42 siti costituiti prevalentemente da aree di verde pubblico attrezzato, impianti di pompaggio, fontane alle quali è associata una utenza elettrica per illuminazione, irrigazione, FM etc; viene ricompreso anche la sede degli uffici tecnici e amministrativi di via Posada.

Il dato aggregato è pari a 400.400 kWh, sostanzialmente uniforme agli anni precedenti, la spesa energetica del comparto si attesta nel 2020 a € 77.476, leggermente inferiore alla media di € 100.000 del triennio 2016-2019.

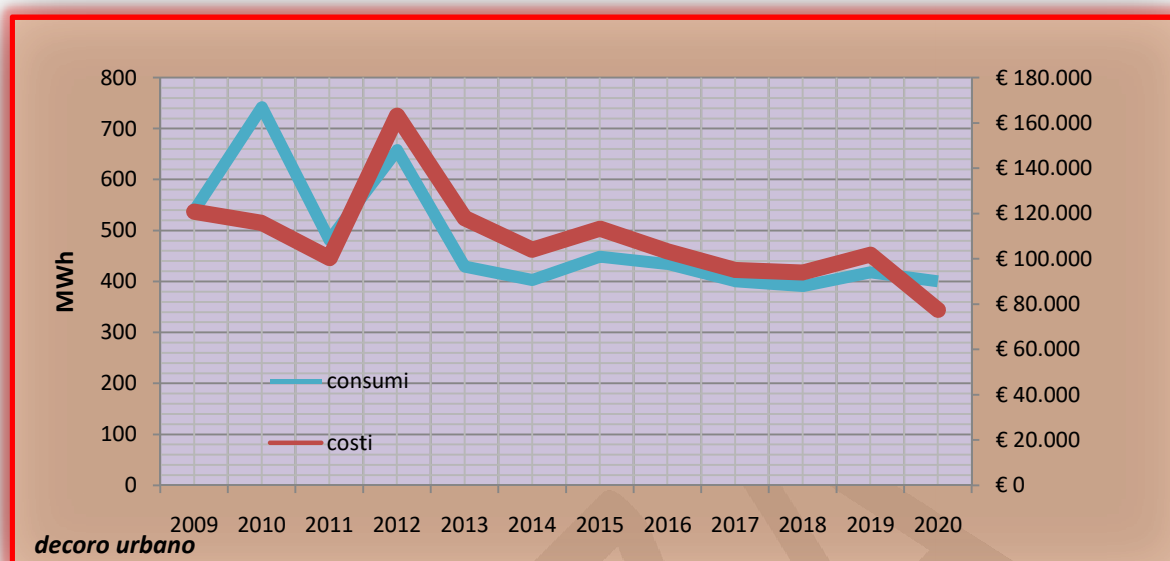


Fig. 2.20 – andamento consumi energetici e costi – comparto verde pubblico e decore urbano

Viene infine preso in considerazione il comparto definito “Mobilità” Si tratta in sostanza dell’insieme degli impianti semaforici, inclusi apparati ausiliari collegati ( telecamere di sorveglianza, pannelli a messaggio variabile), dei 5 parcheggi in gestione, degli ascensori di Castello. Tra questi rileva la annosa “questione semaforica” che è stata oggetto di svariati report e segnalazioni da parte dell’ufficio, inclusa la proposta di iniziative atte a eliminare uno stato di inefficienza, sia tecnologica che amministrativa che genera da anni extracosti notevoli e superflui a carico del bilancio comunale . Rinviando ai Reports già condivisi dall’ufficio negli scorsi anni ci si limita a ricordare che ancora al 2020 l’insieme delle utenze semaforiche assomma un consumo energetico cumulato di 750.000 kWh, leggermente inferiore alla media storica di 1,1 GWh; di questo consumo una quota di circa il 50% è attribuito al cd “coacervo semaforico” ovvero di un insieme di impianti ( molti verosimilmente dismessi) che scontano una tariffazione forfettaria non correlata a consumi effettivi né a gruppi di misura a monte del carico, ma imputati contrattualmente in epoche anche molto lontane con criteri di stima forfettaria. Il perpetuarsi di questa situazione è oggettivamente incomprensibile, a fronte del fatto che sarebbe sufficiente una ricognizione puntuale degli impianti effettivamente ancora attivi, dei carichi , e/o secondo valutazioni puntuali di fattibilità tecnico economica dell’auspicabile installazione di apparati di misurazione a monte. L’aspetto tecnologico riguarda l’impiego ancora prevalente nelle lanterne semaforiche di lampade a incandescenza. Le analisi di fattibilità degli interventi di ammordamento tecnologico e riordino amministrativo sono state, come detto, oggetto di analisi con ipotesi di affidamento del servizio di gestione su impostazione FTT.

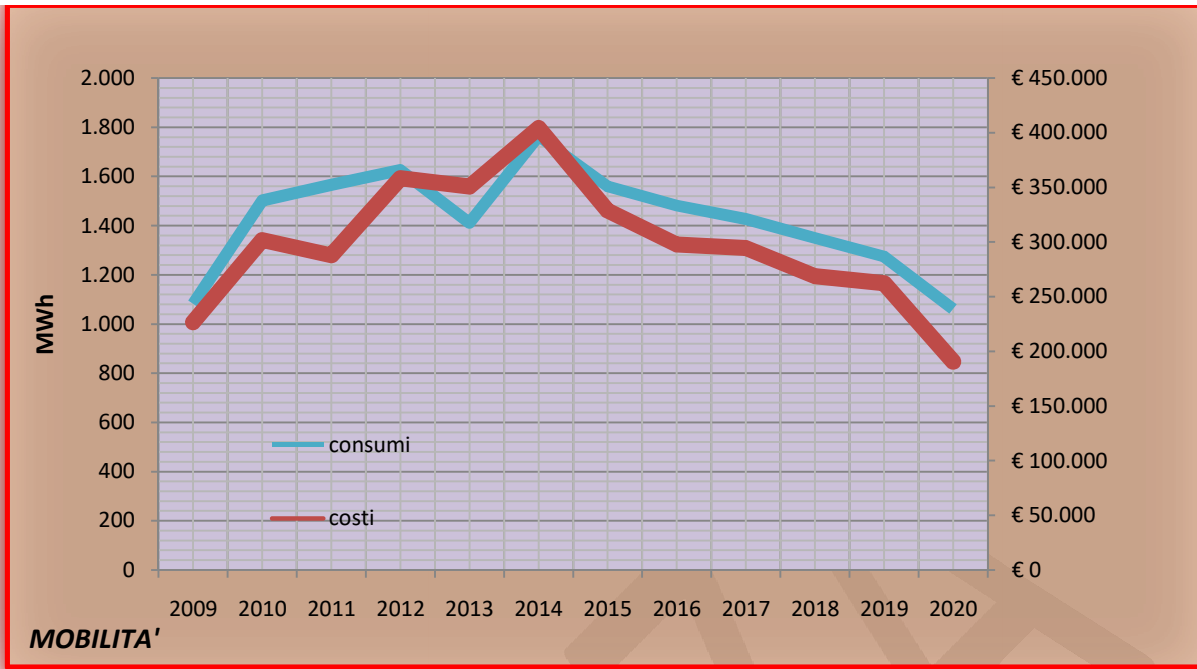


Fig. 2.21 – andamento consumi energetici e costi – comparto mobilità urbana

Viene proposta infine una rappresentazione della “classifica” dei 20 fabbricati più energivori del 2020, con l’indicazione del costo energetico associato; ad eccezione del forno crematorio, che utilizza in modo importante il gas di rete, per tutte le utenze l’energia elettrica rappresenta l’unico vettore impiegato.

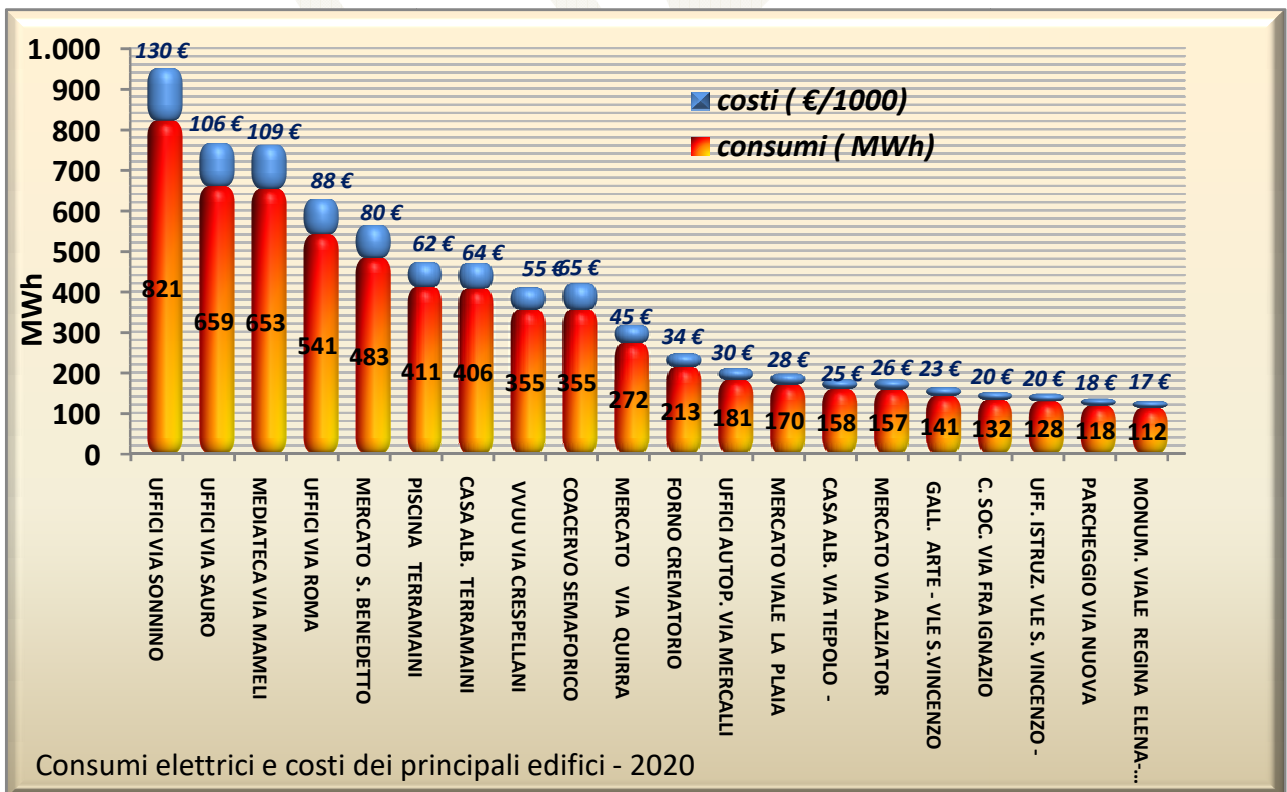


Fig. 2.22 – andamento consumi energetici e costi – classifica edifici energivori

La rappresentazione a torta sotto riportata fornisce un'idea dell'incidenza dei principali edifici nel bilancio energetico complessivo; i primi 20 rappresentano il 60% del totale di 348 utenze elettriche prese in considerazione, e il solo edificio di via Sonnino il 7,5%; se si somma l'incidenza dei primi 5 fabbricati (uffici via Sonnino, viale Trieste, via Roma, MEM e mercato S. Benedetto) questi assorbono il 30% del totale delle forniture elettriche del comune (esclusa illuminazione pubblica) e parallelamente della bolletta.

Viene quindi immediato, oltre che intuitivo, verificare come possono impattare nella spesa energetica complessiva un insieme relativamente delimitato di interventi di efficientamento, che avrebbero inoltre un tempo di ritorno relativamente contenuto.

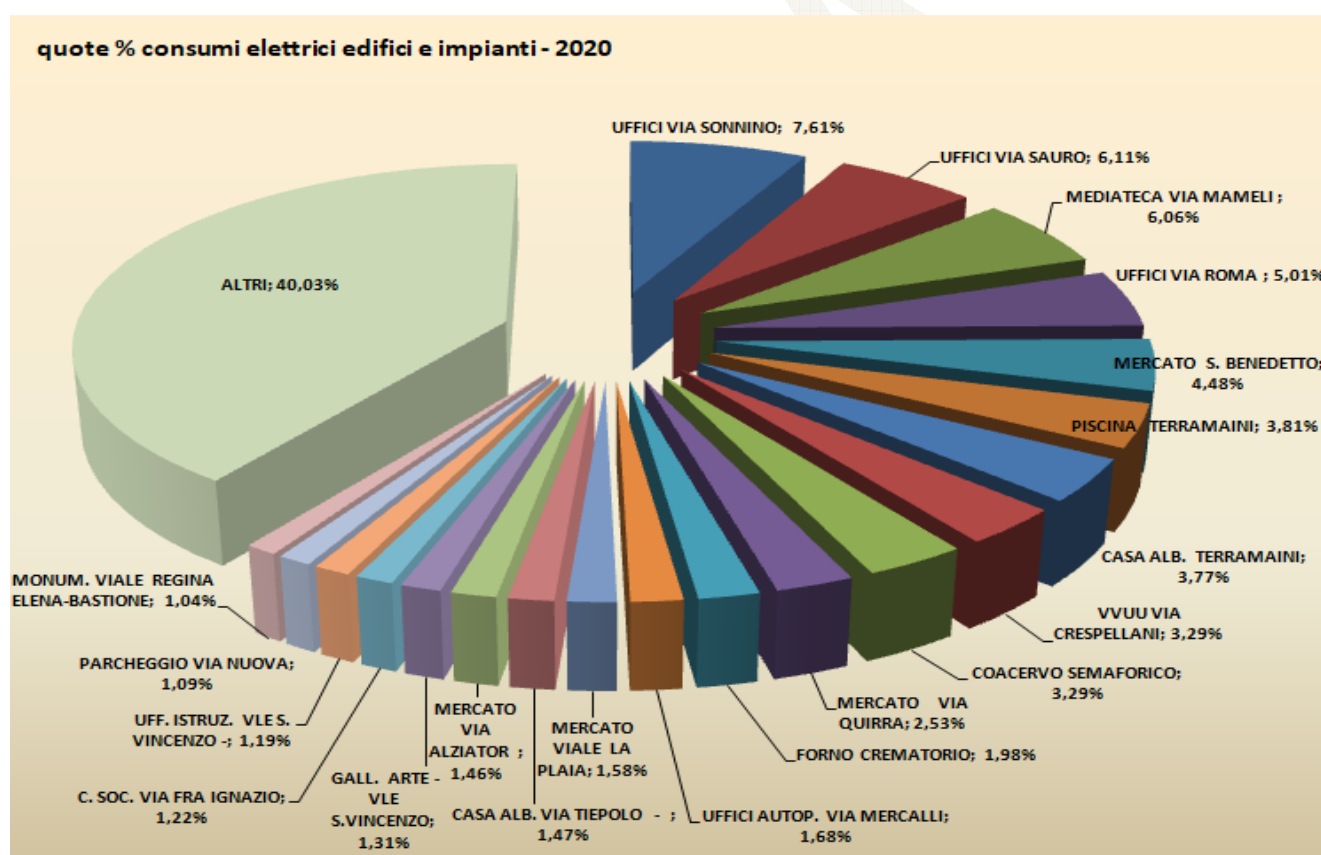


Fig. 2.23 – consumi energetici e costi – ripartizione % edifici energivori

## 2.5 Combustibili per riscaldamento

La componente energetica fornita dal gasolio mostra ancora una modesta prevalenza rispetto al gas di rete attualmente distribuito, ovvero l'aria propanata. L'incidenza dell'aria propanata è passata dal 28% della

quota combustibili nel 2010 al 60% del 2020 ( complice sempre la parziale chiusura al 2020 di scuole e altri fabbricati dotati di generatori a gasolio)

Come già evidenziato nelle analisi dei Report precedenti, a fronte di una maggiore praticità di gestione persiste una rilevante antieconomicità del vettore raffrontata alla resa termica unitaria. Le considerazioni di raffronto, nell'auspicata attesa della introduzione del metano nelle reti cittadine della Sardegna, verrà sviluppata meglio in successivo paragrafo. Viene riportato l'andamento del mix energetico per riscaldamento riferito agli ultimi 5 anni.

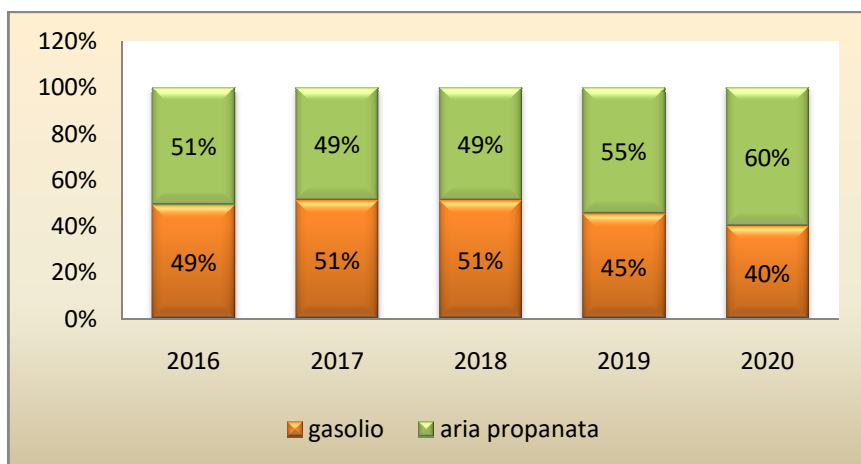


Fig. 2. 24 – % impiego gasolio e aria propanata negli edifici comunali

L'andamento dei due vettori denota un linea di tendenza pressochè costante negli ultimi anni; al riguardo si segnala la persistente insufficienza delle azioni di efficientamento delle centrali termiche, in particolare la cronica carenza (o inesistenza) dei sistemi di termoregolazione nelle centrali e negli ambienti; anche questo aspetto è stato più volte oggetto di analisi con successive proposte tecniche-economiche di intervento nei precedenti Reports; in questa sede ci si limiterà a un semplice richiamo di quanto già riportato. I dati sono espressi in MWh per uniformare le differenti caratteristiche energetiche dei vettori.

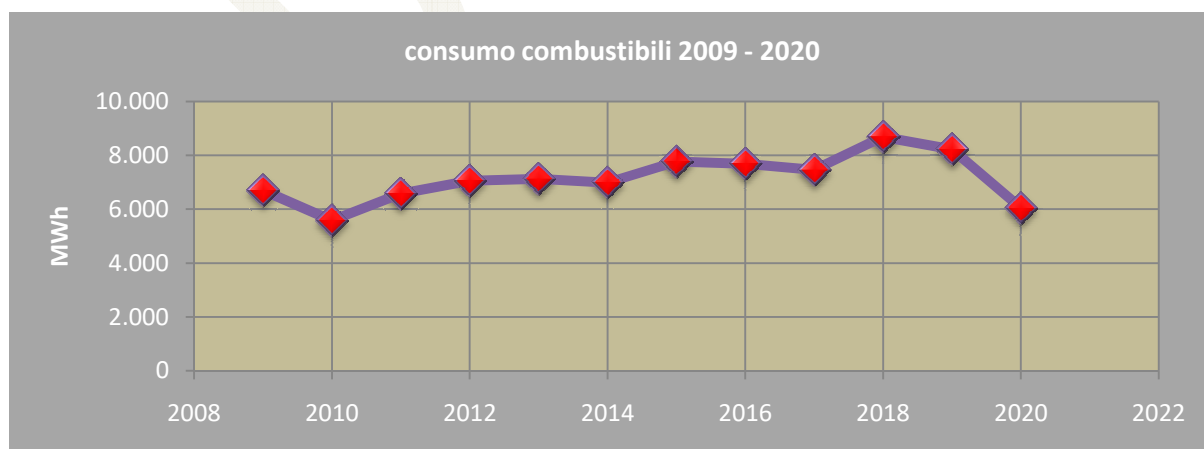


Fig. 2.25 – andamento storico consumo combustibili da riscaldamento

Nel 2020 rispetto al 2019 la ripartizione tra le macrocategorie di edifici in cui viene impiegato il gasolio si modifica come rappresentato nei due grafici accoppiati, come più volte rilevato i consumi in valori assoluti e in quota % sono stati modificati quasi esclusivamente da fattori esterni alla gestione energetica.

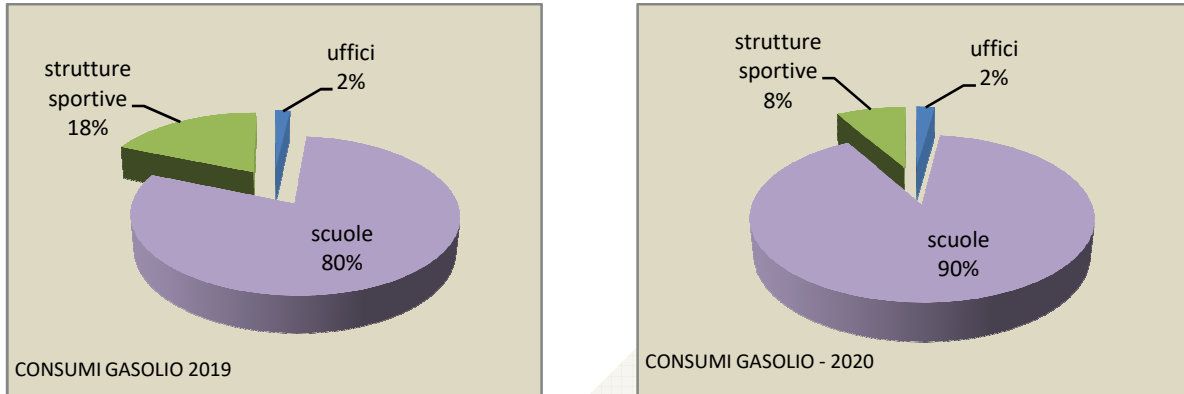


Fig. 2. 26 – confronto impiego gasolio 2019-2020

Ad ogni modo, stante le ricognizioni aggiornate al 2020, e con le premesse fatte, si possono fornire i dati dei principali fabbricati scolastici ; per quanto esposto in premessa non si è reputato opportuno rappresentare nel seguito le rilevazioni relative all'aria propanata, tuttora in fase di riaccertamento sia da parte del concessionario che dell'ufficio.

La tipologia di grafico impiegata è funzionale a ricomprendere nella lettura il margine di errore legato alla metodologia di acquisizione del dato. Vengono riportati i valori del triennio 2018-2020

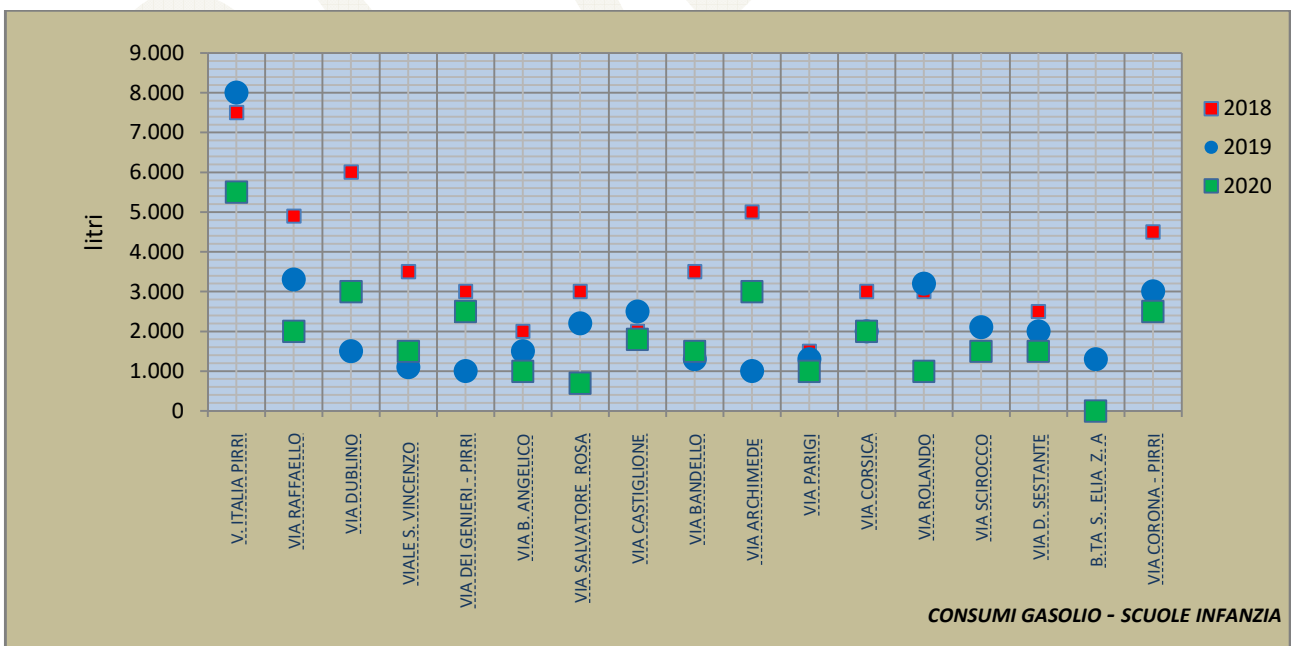


Fig. 2. 27 – consumi di gasolio scuole materne – triennio 2018-2020

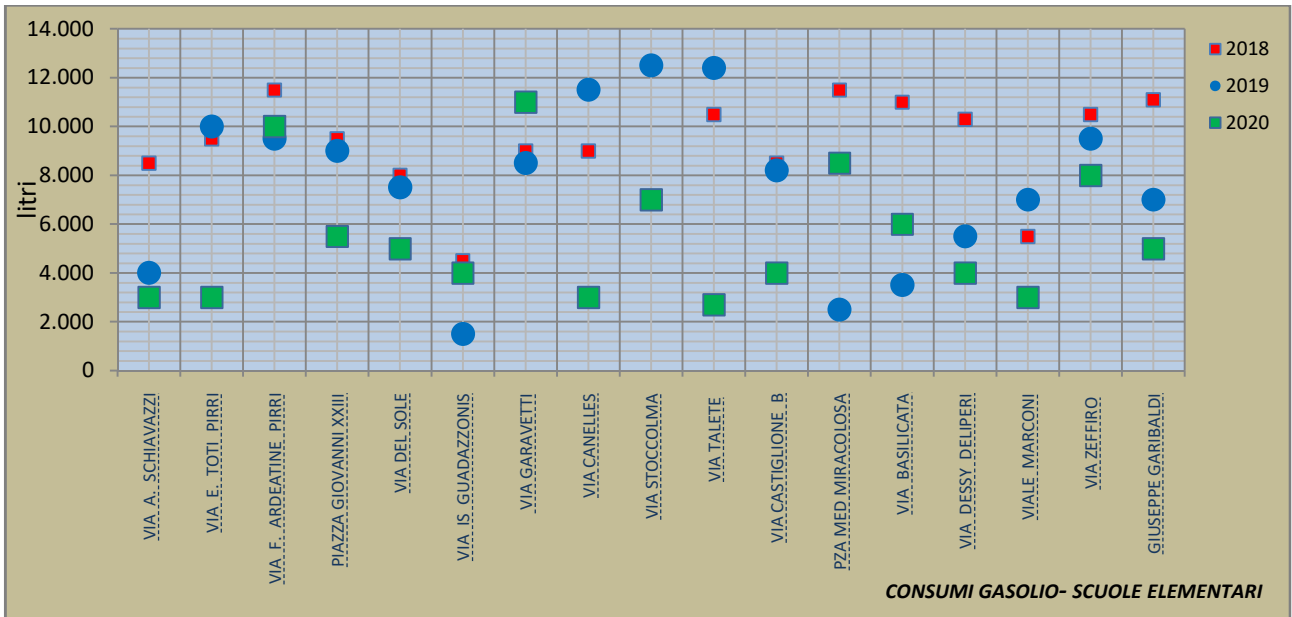


Fig. 2.28 – consumi di gasolio scuole primarie – triennio 2018-2020

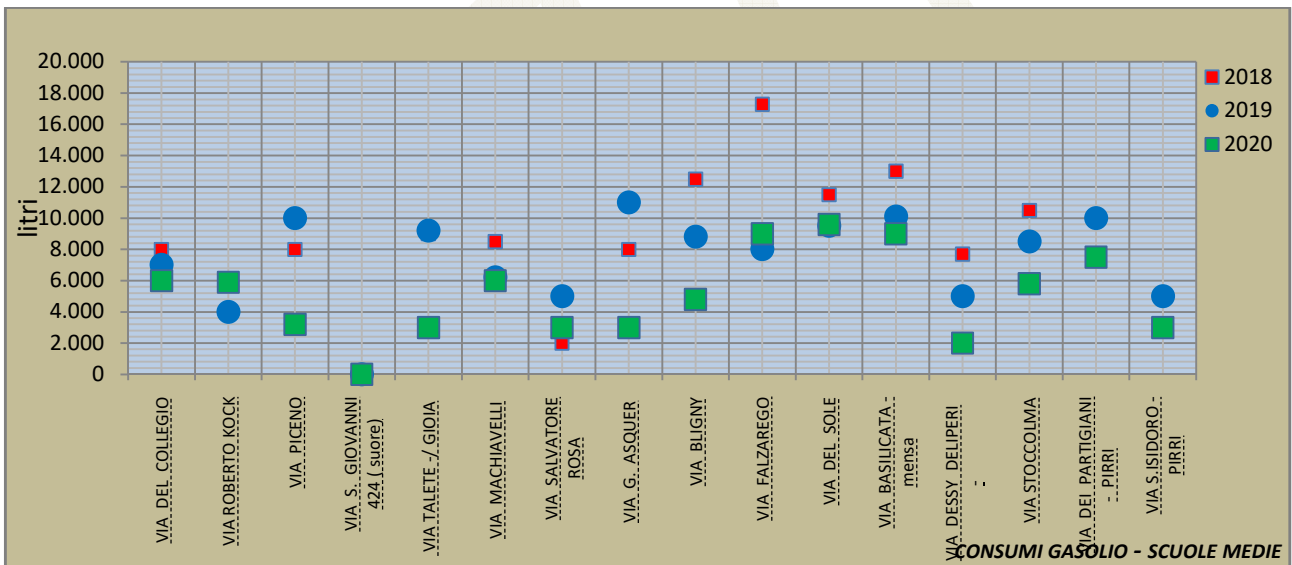


Fig. 2.29 – consumi di gasolio scuole secondarie 1° livello – triennio 2018-2020

## 2.6 Carburanti per autoveicoli

La quota riferita ai carburanti utilizzati nei mezzi di servizio dell'amministrazione rappresenta poco più dell'1% del totale dei consumi energetici, risultando pressochè irrilevante. L'amministrazione ha da anni avviato un percorso di progressiva dismissione di auto di servizio, utilizzando criteri di condivisione dei mezzi per ciascuno servizio, e avviato un percorso di acquisizione di veicoli elettrici plug-in ; al 2020 sono in

dotazione 13 autoveicoli e 15 motoveicoli in uso alla Polizia Locale ( oltre a 15 biciclette a pedalata assistita in dotazione alla P.M.) su un totale complessivo di 147 veicoli, inclusi veicoli per trasporto collettivo, mezzi d’opera etc.

I due grafici che seguono indicano i dati di consumo e la ripartizione tra le due tipologie di carburante impiegato . Si rileva una forte diminuzione dei consumi nel quinquennio 2012-2017 dovuta a una progressiva riduzione del parco circolante e all’istituzione di modalità di car-sharing per lo spostamento del personale per ragioni di servizio

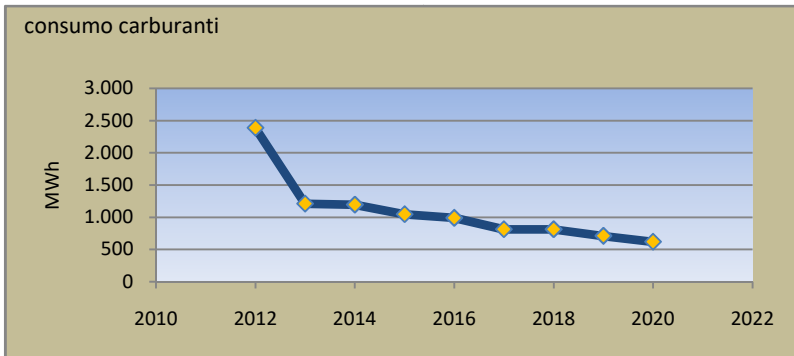


Fig. 2.30 – andamento storico carburanti

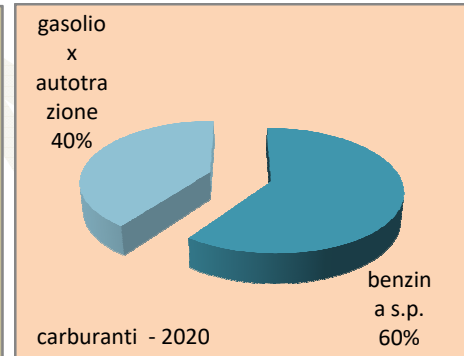


Fig. 2.31 – % tipologia carburanti

La drastica dismissione delle auto di servizio a disposizione del personale ( prevalentemente a benzina) ha determinato il progressivo calo dei relativi consumi di carburante, che vengono rappresentati nel grafico successivo.

La benzina verde è scesa dal consumo di 107.618 litri nel 2011 a 30.4800 nel 2020, mentre il gasolio è rimasto sostanzialmente stabile su una media poco superiore a 30.000 lt ( 29.877 lt nel 2020 ) . E' stata trascurata una quota residuale di alcuni veicoli alimentati a GPL utilizzati negli scorsi anni

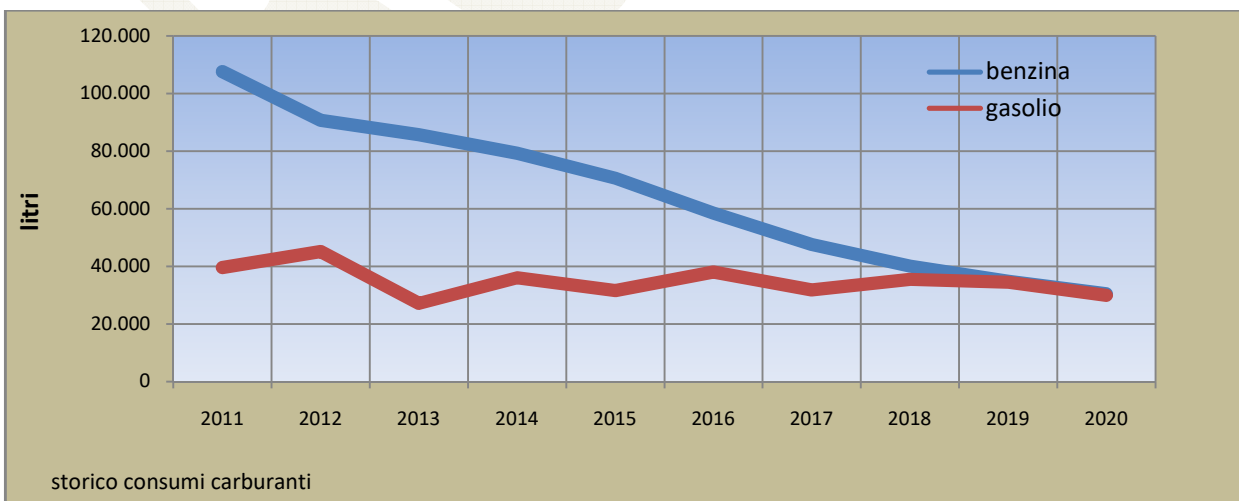


Fig. 2.32 – andamento storico per tipologia di carburanti

Relativamente ai costi per l'acquisto di carburanti per il parco auto si è passati da € 223.000 nel 2011 a € 88.645 nel 2020, in coerenza con quanto precede.

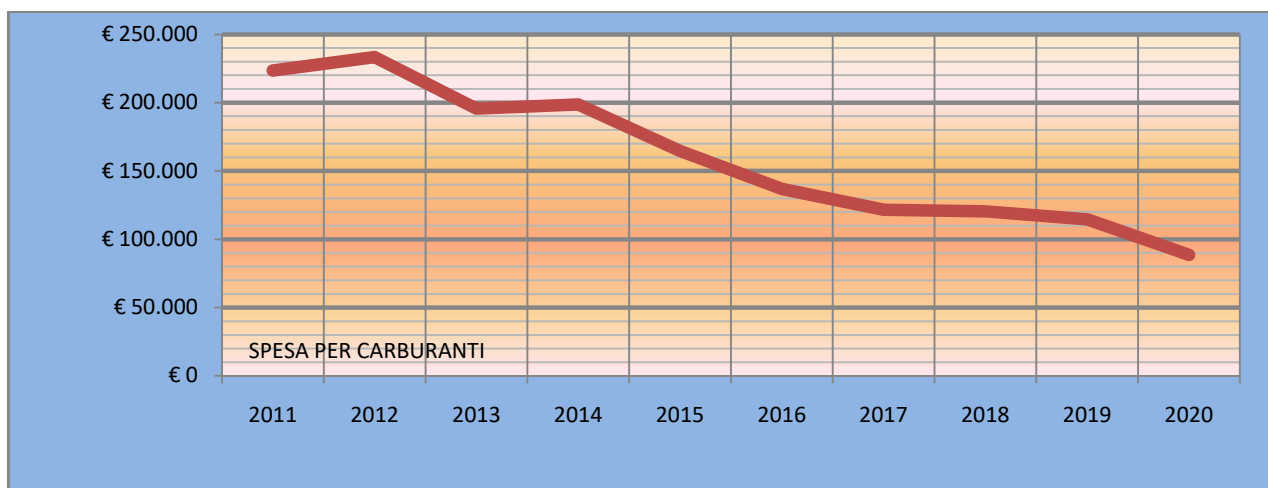


Fig. 2.33 – andamento storico per tipologia di carburanti

Come già accennato la componente energetica e la correlata quota di emissioni, insieme ai costi sostenuti dall'amministrazione nel settore carburanti, pur risultandone doverosa la considerazione, assumono un valore residuale nel complesso dei bilanci energetici e economici .

### 3 - ASSESMENT DEGLI EDIFICI – INDICATORI PARAMETRICI

Il database relativo ai consumi di energia, i dati economici associati e l'anagrafica tecnica dei fabbricati consentono di effettuare una ricognizione e comparazione sui più svariati indicatori di efficienza, definiti in base a grandezze fisiche, elementi prestazionali degli involucri dei fabbricati, caratteristiche di targa degli impianti, riferimenti contrattuali di esercizio dei contratti di fornitura elettrica e vari altri. A questo riguardo occorre specificare i limiti operativi di tale approccio.

Ci si propone di rappresentare, anche se in maniera non esaustiva alcuni dei criteri preliminari assumibili per la valutazione o l'analisi di possibili criticità; si tratta evidentemente di un metodo speditivo di prima analisi, non certo sostitutivo di una corretta e completa procedura di diagnosi energetica.

Non si tratta quindi di analisi energetiche secondo le metodologie normativamente fissate, che sono in via di predisposizione relativamente ai fabbricati comunali secondo la metodologia analitica con il criterio del "di rilievo sul posto". Una parte delle diagnosi energetiche sono state peraltro predisposte dalla ditta affidataria del servizio di facility management: al di là della rilevazione sostanzialmente coerente delle procedure di rilevazione dei flussi energetici, non sempre sono condivisibili le conclusioni relative agli interventi proposti, in quanto non sufficientemente indipendenti rispetto al ruolo del affidatario.

L'analisi che segue rappresenta piuttosto il criterio di priorità e/o di approfondimento in relazione alle criticità riscontrate dai riferimenti parametrici.

#### 3.1 Indicatori parametrici degli edifici comunali

Alcuni dei parametri di riferimento presentano delle similitudini logiche ai criteri normativi di cui al Dlgs 192/05, al DM 59/09 e alla UNI 11300 etc. trattandosi in forma generica di cd. "indici di prestazione energetica" desunti però da valutazioni ex- post dei consumi effettivi rilevati di energia, delle caratteristiche impiantistiche o delle modalità d'uso degli edifici; va precisato comunque che gli indicatori, in particolare quelli relativi all'energia elettrica, sono, a differenza dei criteri di analisi di cui alle norme di riferimento, riferiti alla totalità dei sistemi utilizzatori, incluse le componenti di forza motrice, illuminazione, sistemi ausiliari etc

L'analisi non copre la totalità ma una consistente percentuale degli edifici/impianti, sufficientemente rappresentativa delle diverse tipologie di fabbricati; non sono prese in considerazione l'insieme di utenze legate a impianti a servizio di aree verdi, impianti semaforici ( oggetto di specifica analisi nei paragrafi seguenti), oltre a un insieme di utenze di entità residuale nel bilancio complessivo del patrimonio impiantistico comunale. I dati dimensionali sono stati aggiornati rispetto a quelli disponibili nei Report precedenti a seguito dell'affinamento dell'anagrafica tecnica dei fabbricati; possono o tuttavia permanere incongruenze da verificare in relazione particolare ai criteri di valutazione delle superfici planimetriche.

Un successivo aggiornamento includerà la puntuale e complessiva rappresentazione con l'inclusione dei fabbricati non ricompresi, in modo da disporre di un quadro completo e raffrontabile per le individuazioni di anomalie e criticità. Va precisato comunque che le ricognizioni dei paragrafi che precedono relative ai consumi e ai costi per l'energia hanno riguardato invece la totalità dei fabbricati e impianti.

Il criterio seguito, reso possibile dalla disponibilità di una serie storica ormai consolidata, di cui in questa analisi vengono presi in considerazione le ultime sei annualità, è consistito nell'aggiornare i dati parametrici relativi alle grandezze di seguito elencate, con riferimento ai rilievi dei valori medi riferiti ai due trienni 2015-2017 e 2018-2020 inserendo, a scopo esemplificativo, la variazione dei costi parametrici unitari rispetto al triennio precedente (ultima colonna).

Sono quindi stati stabiliti con criterio discrezionale, tra i molteplici possibili, alcuni indicatori ritenuti più rappresentativi e indicativi delle condizioni di contorno che determinano l'utilizzo più o meno maggiore della fonte energetica.

In relazione ai prospetti seguenti si riassumono i termini dei parametri considerati:

- tipo combustibile : individua il vettore energetico per la climatizzazione invernale ( Gasolio – Aria propanata - Elettricità )
- EE/sup lorda : incidenza dei consumi elettrici, mediati nel triennio, riferiti alla superficie lorda del fabbricato
- incid. pot. elettrica : rapporto tra dato medio dei consumi elettrici e dato di potenza contrattuale: tanto più risulta basso si può desumere un sovradimensionamento della potenza contrattuale installata
- inc. costo e.e. : valore parametrico riferito al costo unitario dell'energia per mq di superficie lorda: ove il vettore per la climatizzazione sia costituito sempre dalla fonte elettrica, ( es pompe di calore ) rappresenta l'indicatore complessivo di "costo energetico unitario" del fabbricato
- GAS/sup netta: dato unitario del "consumo" in litri di gasolio o mc di gas per la climatizzazione invernale rapportata alla superficie netta del volume climatizzato. Anche in questo caso il consumo è rappresentato dalla media del triennio 2018-2020
- inc. pot.termica: indica il rapporto tra il dato di consumo di combustibile e la potenza nominale dell'impianto ( riferito ai fabbricati con centrale termica tipo G o A)
- inc. costo riscald indicatore unitario del costo della climatizzazione invernale, riferito alla media della spesa triennale 2018-2020
- inc. energia tot : indicatore complessivo unitario del costo/mq del consumo di energia del fabbricato (nel caso di fonte primaria elettrica coincide con "incid. pot. Elettrica")
- var % triennio: indica la variazione della spesa energetica parametrata all'unità di superficie nel triennio 2018-2020 rispetto al triennio precedente.

i valori parametrici sono stati ordinati in modo decrescente in rapporto alla colonna del costo energetico complessivo unitario; il dato medio è in alcuni casi arbitrariamente calcolato con la formula della "media troncata" sugli scostamenti oltre il 30% escludendo i massimi e i minimi, in analogia con il cd. metodo del "taglio delle ali" per depurare il valore medio da valori anomali imputabili a qualche circostanza specifica (

ad es. uso parziale del fabbricato, periodi di chiusura etc), non escludendo peraltro inesattezze di computazione dei parametri dimensionali di riferimento o altre situazioni eventualmente rilevabili da uno specifico controllo, e consentire in sintesi una rilevazione più omogenea degli scostamenti.

Il primo prospetto riguarda i principali fabbricati che ospitano gli uffici comunali.

FABBRICATI		INDICATORI									
tipo	indirizzo	EE/sup lorda	incid. pot. Elettrica	incidenza costo e.e.	tipo comb.	GAS/sup netta AGG	inc. pot. Termica	inc. costo riscald	inc. energia tot.	var% 2017-2020 su 2015	
		kWh/mq	kWh/kW	€/mq	G/A/E	lt/mq - mc/mq	lt/kW - mc/kW	€/mq	€/mq	% €	
										30%	
uffici	VIA SAURO	150	1.184	€ 27,89	E				€ 27,89	-0,1%	
uffici	VIALE S. VINCENZO -	123	1.446	€ 22,90	E				€ 22,90	19%	
uffici	VIA SONNINO	78	1.630	€ 14,27	E				€ 14,27	-14%	
uffici	VIA ROMA	60	1.776	€ 11,61	E				€ 11,61	-15%	
uffici	VIA AMPERE	39	786	€ 7,60	E				€ 7,60	-5%	
uffici	AUTOP. VIA MERCALLI	29	1.360	€ 5,41	E				€ 5,41	-7%	
	<i>dato medio</i>	<b>80</b>	<b>1.364</b>	<b>€ 14,95</b>					<b>€ 14,95</b>	<b>-4%</b>	

Si tratta di edifici dotati di impianti di climatizzazione ad alimentazione elettrica a pompa di calore, con valori COP e EER nell'ordine di 2,5 -3,0 ; alcuni dati di consumo elettrico , in particolare gli edifici principali sedi di uffici, e segnatamente le tre sedi amministrative principali, scontano la criticità dovuta all'assenza di sistemi di regolazione centralizzata: la questione è stata ripetutamente oggetto di attenzione e viene ulteriormente sviluppata in un successivo paragrafo. Peraltro è da rimarcare che il dato relativo al fabbricato di via Sauro non risente dell'implementazione degli interventi di efficientamento avviati solo a fine 2020, e che includono la gestione centralizzata dell'impianto clima, il relamping, la gestione domotica degli impianti e l'efficientamento dell'involucro. A questo progetto sarà dedicato un paragrafo apposito. Nelle sedi amministrative esaminate si rileva comunque un decremento, per quanto modesto del 4% della spesa media energetica complessiva. I parametri della quota di incidenza sulla climatizzazione ( estiva-invernale) sono evidentemente rappresentati nel dato globale dei consumi elettrici. La loro rilevanza può comunque essere valutata dai dati di targa delle macchine e dai profili orari di funzionamento, mentre nel caso della smart grid di viale Trieste/via Sauro il sistema di monitoraggio consente già alla data di redazione del presente Report una rilevazione estremamente puntuale dei carichi delle diverse componenti di impianto, inclusa la ripartizione per zone. Nel resto dei fabbricati un convenzionale criterio di analisi porta a individuare, con una discreta approssimazione la ripartizione dei consumi elettrici tra climatizzazione, illuminazione, forza motrice e usi diversi. La attuale situazione di "non governo" , in specie delle due prime componenti citate, costituisce una delle criticità dal punto di vista dell' "uso razionale dell'energia", secondo la definizione introdotta dalla L. 10/91

Il prospetto seguente riguarda alcune sedi circoscrizionali . I dati parametrici sui costi energetici unitari evidenziano un decremento medio del 10% rispetto al triennio precedente .

FABBRICATI		INDICATORI								
tipo	indirizzo	EE/sup lorda	incid. pot. Elettrica	incidenza costo e.e.	tipo comb.	GAS/sup netta AGG	inc. pot. Termica	inc. costo riscald	inc. energia tot.	var % 2018-2020 su 2017
		kWh/mq	kWh/kW	€/mq	G/A/E	lt/mq - mc/mq	lt/kW - mc/kW	€/mq	€/mq	% €
circoscr	VIA R. VILLASANTA	42	1.109	€ 8,85	G	7	43	€ 6,72	€ 15,56	7%
circoscr	VIA S.MARGHERITA	29	475	€ 9,85	E				€ 9,85	-21%
circoscr	VIA CASTIGLIONE	59	1.314	€ 12,38	E				€ 12,38	3%
circoscr	VIA MONTEVECCHIO	43	1.014	€ 9,08	E				€ 9,08	-11%
sala consiliare	VIA R. VILLASANTA	27	417	€ 8,00	E				€ 8,00	-12%
circoscr	VIALE S. AVENDRACE	23	399	€ 5,35	E				€ 5,35	-29%
	<i>dato medio</i>	<b>37</b>	<b>788</b>	<b>€ 8,92</b>					<b>€ 10,04</b>	<b>-10%</b>

Mediamente si rileva che l'incidenza dei consumi cresce in modo inversamente proporzionale all'ampiezza del fabbricato. La sede dei VVUU di v.le Diaz, nella quale figura un dato di incidenza del consumo elettrico eccessivo in rapporto alla modesta consistenza dimensionale del fabbricato necessita ad esempio di verifica.

vvuu	VIALE DIAZ	107	870	€ 27,89	E				€ 27,89	2%
vvuu	VIA CREPELLANI	62	4.126	€ 11,48	A	3	16	€ 2,68	€ 14,16	-13%
vvuu	PIAZZA S.BENEDETTO	33	440	€ 11,52	E				€ 11,52	-6%
vvuu	VICO TRIESTE	27	354	€ 5,32	E				€ 5,32	N.R
	<i>dato medio</i>	<b>58</b>	<b>1.448</b>	<b>€ 14,05</b>					<b>€ 14,72</b>	<b>-5%</b>

Gli edifici museali- culturali presi in esame denotano un livello abbastanza disomogeneo dei parametri di consumo, stante che le due strutture espositive hanno risentito in misura maggiore del periodo di chiusura nel 2020; nelle precedenti rilevazioni si riscontrava viceversa un dato parametrato alla consistenza edilizia e impiantistica particolarmente elevato, nell'ordine di 110 kWh/mq. Si rileva anche la riduzione dell'incidenza sotto l'aspetto della spesa, che si colloca in media a € 14,4 /mq . La sigla N.R nell'ultima

colonna a destra indica che lo scostamento, eccedente il valore del 30% rispetto al triennio precedente, non viene riportato in quanto ritenuto non sufficientemente attendibile. La Mediateca di via Mameli rimane comunque tra gli edifici maggiormente energivori in termini assoluti, collocandosi con un consumo elettrico pari a 653.000 kWh al 3° posto nella graduatoria riportata nel capitolo 2.

FABBRICATI		INDICATORI								
tipo	indirizzo	EE/sup lorda	incid. pot. Elettrica	incidenza costo e.e.	tipo comb.	GAS/sup netta AGG	inc. pot. Termica	inc. costo riscald	inc. energia tot.	var % 2018-2020 su 2017
		kWh/mq	kWh/kW	€/mq	G/A/E	lt/mq - mc/ma	lt/kW - mc/kW	€/mq	€/mq	% €
bibl musei	VIA MAMELI MEDIATECA	126	1.851	€ 23,63	E				€ 23,63	-0,1%
bibl musei	VLE S. VINCENZO	75	2.546	€ 14,02	E				€ 14,02	-30%
bibl musei	PZA ARSENALE	26	364	€ 5,63	E				€ 5,63	N.R
	<i>dato medio</i>	<b>76</b>	<b>1.587</b>	<b>€ 14,43</b>					<b>€ 14,43</b>	

Si tratta di siti che, come pure avviene per le sedi amministrative principali, e diversamente dai plessi scolastici svolgono un orario di attività generalmente prolungato nell'arco della giornata, e, nel caso di strutture espositive in taluni casi utilizzano i sistemi di climatizzazione in orario di chiusura per tutelare l'integrità dei beni conservati; data per accertata l'efficienza dei sistemi si devono verificare anche in questo caso le possibili regolazioni orarie e climatiche degli impianti di climatizzazione, e le possibili parzializzazioni degli impianti di illuminazione negli orari di inattività temperando le esigenze di sicurezza e di salvaguardia di beni conservati all'interno.

La valutazione di tre strutture di accoglienza della prima infanzia denota dati sufficientemente omogenei se riferiti al mix energetico, e una riduzione dei consumi media del 10% rispetto al triennio 2015-2017

FABBRICATI		INDICATORI								
tipo	indirizzo	EE/sup lorda	incid. pot. Elettrica	incidenza costo e.e.	tipo comb.	GAS/sup netta AGG	inc. pot. Termica	inc. costo riscald	inc. energia tot.	var % 2018-2020 su 2017
		kWh/mq	kWh/kW	€/mq	G/A/E	lt/mq - mc/ma	lt/kW - mc/kW	€/mq	€/mq	% €
asili nido	VIA CREPELLANI	83	941	€ 18,69	G				€ 18,69	-13%
asili nido	VIA SCHIAVAZZI	33	350	€ 8,25	G	5	39	€ 5,83	€ 14,08	-20%
asili nido	VIA WATT. JAMES	74	912	€ 15,49					€ 15,49	4%
	<i>dato medio</i>	<b>63</b>	<b>735</b>	<b>€ 14,15</b>		<b>5</b>	<b>39</b>	<b>€ 5,83</b>	<b>€ 16,09</b>	<b>-10%</b>

Nell'ambito dei mercati comunali il solo fabbricato di S. Benedetto evidenzia parametri complessivi di costo energetico relativamente contenuto, considerando l'estensione notevole delle superfici di vendita e la migliorata efficienza a seguito del parziale rifacimento del sistema di climatizzazione estiva effettuato circa sette anni orsono, con un sistema distribuito di pompe di calore di zona con regolazione oraria a

gruppi. Gli impianti di climatizzazione dei mercati, eccetto il mercato S.Chiara, ( da valutare in relazione alle future destinazione d'uso) necessitano di interventi radicali di rifacimento, sia in relazione alla obsolescenza e alle conseguenti problematiche manutentive, alla scarsa efficienza dei gruppi frigo di installazione ormai quasi trentennale, alle problematiche legate alla presenza dei gas refrigeranti di tipo HCFC, ormai banditi dalle norme internazionali prescrittive della eliminazione dei prodotti a effetto serra. Resta comunque particolarmente rilevante l'incidenza del consumo parametrico del mercato ittico di via La Plaia, con un valore di 300 kWh per mq di superficie e un incidenza di costo di € 55. Nell'insieme la riduzione dei consumi nella media del triennio è risultata del 17% . Analogamente il mercato rionale di via Curtatone, struttura di dimensioni contenute, presenta una evidente incongruenza nel dato parametrico di consumo elettrico rapportato alla consistenza piano volumetrica.

FABBRICATI		INDICATORI								
tipo	indirizzo	EE/sup lorda	incid. pot. Elettrica	incidenza costo e.e.	tipo comb.	GAS/sup netta AGG	inc. pot. Termica	inc. costo riscald	inc. energia tot.	var % 2018-2020 su 2017
		kWh/mq	kWh/kW	€/mq	G/A/E	lt/mq - mc/ma	lt/kW - mc/kW	€/mq	€/mq	% €
merc rionali	VIALE LA PLAIA	299	573	€ 55,53	E				€ 55,53	-22%
merc rionali	VIA CURTATONE	226	1.332	€ 44,56	E				€ 44,56	-18%
merc rionali	SCALETTE S. CHIARA	112	2.307	€ 22,82	E				€ 22,82	-13%
merc rionali	VIA QUIRRA	77	1.533	€ 14,49	E				€ 14,49	-26%
merc rionali	S. BENEDETTO	63	1.629	€ 12,00	E				€ 12,00	-5%
	<i>dato medio</i>	<b>155</b>	<b>1.475</b>	<b>€ 29,88</b>					<b>€ 29,88</b>	<b>-17%</b>

Per quanto riguarda la strutture socioassistenziali di Terramaini il dato riferito al consumo "unitario di combustibile è contenuto sia per le finalità relative alla sola produzione acs, peraltro in soccorso rispetto ai sistemi di recupero calora del c/to pdc, e in particolare all'inserimento del campo solare termico in copertura; il costo unitario complessivo, in relazione all'estensione del fabbricato, non si discosta da da quelli di strutture assistenziali assimilabili.

FABBRICATI		INDICATORI								
tipo	indirizzo	EE/sup lorda	incid. pot. Elettrica	incidenza costo e.e.	tipo comb.	GAS/sup netta AGG	inc. pot. Termica	inc. costo riscald	inc. energia tot.	var % 2018-2020 su 2017
		kWh/mq	kWh/kW	€/mq	G/A/E	lt/mq - mc/ma	lt/kW - mc/kW	€/mq	€/mq	% €
casa albergo	LOC.-TERRAMAINI	56	870	€ 10,28	E/A	6			€ 10,28	6%
centro sociale	VIA FRA IGNAZIO	54	1.709	€ 10,15	A	5	44	€ 8,22	€ 18,37	N.R

La metodologia di prima analisi come sopra esposta è stata estesa ai fabbricati scolastici di cui vengono rappresentati i medesimi prospetti di riepilogo. Il fabbisogno di energia dei plessi scolastici nel complesso è

rilevante e i margini di efficientamento e contenimento della spesa concreti. Il criterio di ordinamento utilizzato per quanto attiene agli edifici scolastici è riferito al costo parametrico per mq di superficie, stante la presenza nella quasi totalità dei plessi di due vettori energetici .

FABBRICATI		INDICATORI								
tipo	indirizzo	EE/sup lorda	incid. pot. Elettrica	incidenza costo e.e.	tipo comb.	GAS/sup netta AGG	inc. pot. Termica	inc. costo riscald	inc. energia tot.	var% 2018-2020 su 2015
		kWh/mq	kWh/kW	€/mq	G/A/E	lt/mq - mc/ma	lt/kW - mc/kW	€/mq	€/mq	% €
materna	VIALE S. VINCENZO	29	737	€ 6,19	G	5	34	€ 5,29	€ 11,49	10%
materna	V. ITALIA PIRRI	19	988	€ 4,19	G	7	48	€ 6,58	€ 10,77	1%
materna	VIA DEI GENIERI - PIRRI	19	529	€ 5,25	G	7	37	€ 5,49	€ 10,73	-11%
materna	VIA FERMI	17	1.035	€ 4,17	A	5	19	€ 6,55	€ 10,72	-6%
materna	VIA CASTIGLIONE	15	1.048	€ 3,91	G	4	30	€ 4,52	€ 8,43	4%
materna	VIA CAVALLEGGERI	38	485	€ 8,43	E				€ 8,43	N.R
materna	VIA DUBLINO	13	494	€ 3,05	G	6	49	€ 5,03	€ 8,08	-15%
materna	VIA RAFFAELLO	21	920	€ 3,85	G	3	28	€ 3,71	€ 7,56	12%
materna	VIA PARIGI	17	989	€ 4,44	G	4	24	€ 2,81	€ 7,25	-17%
materna	VIA SALVATORE ROSA	12	854	€ 3,36	G	4	28	€ 3,57	€ 6,92	-6%
materna	VIA CANELLES	33	690	€ 6,54	E				€ 6,54	6%
materna	VIA CORONA - PIRRI	12	1.229	€ 2,81	G	4	30	€ 3,02	€ 6,43	-6%
materna	VIA QUESADA	21	476	€ 4,85	E				€ 4,85	-25%
materna	V. SCHIAVAZZI	11	427	€ 3,88	G				€ 3,88	0%
materna	VIA ROLANDO	13	843	€ 3,45	G	5			€ 3,45	10%
materna	VIA P. D. FRANCESCA	16	1.292	€ 3,28	G		0	€ 0,00	€ 3,28	N.R
	<i>dato medio</i>	<b>19</b>	<b>805</b>	<b>€ 4,48</b>		<b>5</b>	<b>30</b>	<b>€ 4,51</b>	<b>€ 7,66</b>	<b>-3%</b>

Esaminando elenchi con numero di fabbricati più consistente si rileva la notevole variabilità dei rilievi parametrici; è verosimile che in molte circostanze questo può essere attribuibile alle differenti modalità d'uso degli edifici, che peraltro sono caratterizzati da consistenze plano volumetriche abbastanza comparabili.

FABBRICATI		INDICATORI									
tipo	indirizzo	EE/sup lorda	incid. pot. Elettrica	incidenza costo e.e.	tipo comb.	GAS/sup netta AGG	inc. pot. Termica	inc. costo riscald	inc. energia tot.	var % 2018-2020 su 2017	
		kWh/mq	kWh/kW	€/mq	G/A/E	lt/mq - mc/ma	lt/kW - mc/kW	€/mq	€/mq	% €	
elementare	VIA TALETE	151	1.716	€ 29,48	G	27	21	€ 25,98	€ 55,46	-2%	
elementare	VIA DESSY DELIPERI	24	1.013	€ 4,77	G	5	38	€ 5,07	€ 9,84	3%	
elementare	VIA BASILICATA	24	1.597	€ 5,07	G	4	38	€ 4,20	€ 9,27	-1%	
elementare	VIA VENEZIA	21	1.903	€ 4,19	A	4	18	€ 4,82	€ 9,01	-6%	
elementare	VIA GARAVETTI	17	835	€ 3,60	G	5	35	€ 4,78	€ 8,39	-5%	
elementare	VIA CABONI	20	1.511	€ 4,30	A	3	20	€ 3,62	€ 7,92	-10%	
elementare	VIA REDIPUGLIA	21	2.078	€ 4,02	A	3	27	€ 3,83	€ 7,84	8%	
elementare	VIA CANELLES	14	796	€ 2,98	G	5	30	€ 4,72	€ 7,70	7%	
elementare	PZA MED MIRACOLOSA	17	699	€ 3,67	G	5	41	€ 4,03	€ 7,70	-15%	
elementare	VIA S. MARIA CHIARA	16	495	€ 3,39	A	4	23	€ 4,28	€ 7,67	-7%	
elementare	VIA G. M. ANGIOY	12	1.082	€ 2,51	A	4	55	€ 4,71	€ 7,22	-21%	
elementare	VIA CASTIGLIONE B	17	1.641	€ 3,57	G	4	16	€ 3,58	€ 7,15	-9%	
elementare	VIA IS. MIRRIONIS	11	670	€ 2,39	A	3	27	€ 4,28	€ 6,68	-6%	
elementare	VIA IS. GUADAZZONIS	16	1.366	€ 3,58	G	3	25	€ 2,71	€ 6,30	-10%	
elementare	PIAZZA GIOVANNI XXIII	7	709	€ 1,59	G	5	37	€ 4,53	€ 6,12	8%	
elementare	VIA DEL SOLE	9	1.046	€ 2,20	G	3	34	€ 3,67	€ 5,87	17%	
elementare	VIA ZEFFIRO	10	1.657	€ 2,06	G	4	27	€ 3,73	€ 5,79	-12%	
elementare	VIA STOCOLMA	12	1.499	€ 2,53	G	3	33	€ 3,20	€ 5,73	0%	
elementare	VIA F. ARDEATINE PIRRI	10	668	€ 1,91	G	4	45	€ 3,56	€ 5,47	7%	
elementare	VIALE MARCONI	10	857	€ 2,14	G	3	22	€ 3,13	€ 5,27	-10%	
elementare	VIA E. TOTI PIRRI	11	837	€ 2,28	G	3	16	€ 2,81	€ 5,09	-5%	
elementare	VIA A. SCHIAVAZZI	11	357	€ 2,32	G	3	20	€ 2,34	€ 4,65	-14%	
		dato medio	21	1.138	€ 4,30		5	29	€ 3,96	€ 7,10	-4%

Dal prospetto relativo alle scuole materne si rileva un'incidenza media del costo energetico di ca. 7,0 €/mq, includendo sia la componente elettrica che quella relativa ai generatori a gasolio/gas; anche in questo caso il prospetto ordinato suggerisce le situazioni su cui approfondire l'analisi; Alcuni dati sono ininfluenti trattandosi di plessi chiusi da alcuni anni per lavori (segnatamente gli ultimi due fabbricati nel prospetto). Il plesso di via Talete sconta un elevato consumo del vettore elettrico legato alla circostanza che l'unica utenza allacciata serve il complesso dei padiglioni in parte concessi in uso a soggetti esterni all'amministrazione, rispetto agli spazi effettivamente occupati dalla scuola; ciò rappresenta una delle criticità da affrontare a livello tecnico-amministrativo. Analogamente si verifica la circostanza che a fronte di una superficie effettivamente utilizzata per le attività scolastiche molto ridotta rispetto a quella totale del plesso persiste la presenza di un generatore di potenza decisamente sovradimensionata (oltre 400 kW); è evidente che si dovranno adottare dei correttivi, ovvero la sostituzione del generatore e l'intercettazione dei circuiti a servizio di zone non pertinenti all'attività in carico all'Amministrazione, insieme, verosimilmente realizzabile, alla separazione dei circuiti elettrici in modo che ciascuno dei padiglioni sia dotato di autonomo GDM.

Al di là degli aspetti "tecnici" questa rappresenta in effetti una delle linee di intervento, consistenti nella ricognizione degli aspetti contrattuali riguardanti la concessione d'uso di immobili comunali e le verifiche di

tipo “amministrativo” circa la corretta imputazione delle utenze elettriche e termiche in relazione a eventuali utilizzi in varie forme da parte di soggetti terzi, di edifici e pertinenze di proprietà comunale; questa circostanza è stata ripetutamente segnalata nei precedenti Report.

Dal prospetto che segue, si rileva che gli edifici destinati all’istruzione secondaria di primo livello hanno l’incidenza media più bassa rispetto ai costi energetici. L’incidenza media della spesa per unità di superficie è decrementata nell’ultimo triennio del 3%, mentre il dato relativo al vettore elettrico risulta abbastanza omogeneo intorno a 12 kWh/mq, che dovrebbe rappresentare un valore di riferimento da comparare con le altre tipologie di fabbricati

FABBRICATI		INDICATORI								
tipo	indirizzo	EE/sup lorda	incid. pot. Elettrica	incidenza costo e.e.	tipo comb.	GAS/sup netta AGG	inc. pot. Termica	inc. costo riscald	inc. energia tot.	var% 2018-2020 su 2015-2017
		kWh/mq	kWh/kW	€/mq	G/A/E	lt/mq - mc/ma	lt/kW - mc/kW	€/mq	€/mq	% €
media	VIA BLIGNY	13	1.488	€ 2,63	G	6	25	€ 5,37	€ 8,00	-1%
media	VIA MACHIAVELLI	22	1.848	€ 4,61	G	3	20	€ 3,10	€ 7,71	21%
media	VIA DEL COLLEGIO	13	532	€ 2,65	G	4	29	€ 4,44	€ 7,09	-12%
media	VIA PICENO	14	1.262	€ 2,84	G	4	27	€ 4,00	€ 6,84	23%
media	VIA BASILICATA	10	770	€ 2,17	G	5	37	€ 4,62	€ 6,79	-6%
media	VIA FALZAREGO	11	2.014	€ 2,30	G	5	26	€ 4,13	€ 6,43	-5%
media	VIA DE GIOANNIS	12	1.026	€ 2,62	A	3	16	€ 3,05	€ 5,66	-28%
media	VIA DEL SOLE	14	1.137	€ 2,90	G	3	25	€ 2,69	€ 5,59	-17%
media	VIA VENEZIA 1	11	2.407	€ 2,20	A	3	19	€ 3,17	€ 5,37	-21%
media	VIA ROBERTO KOCK	9	453	€ 1,85	G	3	30	€ 3,20	€ 5,05	-15%
media	VIA G. ASQUER	8	762	€ 1,93	G	3	37	€ 3,03	€ 4,96	12%
media	VIA STOCCOLMA	12	1.855	€ 2,34	G	3	28	€ 2,40	€ 4,74	-17%
media	VIA DESSY DELIPERI -	10	712	€ 2,04	G	3	27	€ 2,62	€ 4,66	-22%
media	VIA SALVATORE ROSA	8	535	€ 2,07	G	2	14	€ 2,25	€ 4,32	N.R
media	PIAZZA GIOVANNI XXIII	20	226	€ 4,29	E				€ 4,29	-14%
media	VIA S.ISIDORO - PIRRI	7	453	€ 1,46	G	2	13	€ 1,92	€ 3,38	6%
media	VIA DEI PARTIGLIANI	13	1.851	€ 2,81	G	3			€ 2,81	13%
	<i>dato medio</i>	<b>12</b>	<b>1.125</b>	<b>€ 2,58</b>		<b>4</b>	<b>25</b>	<b>€ 3,48</b>	<b>€ 5,67</b>	<b>-3%</b>

Anche in questo raggruppamento vengono individuati degli edifici in cui è ipotizzabile un uso non ottimale dell’energia elettrica ( scuola media via Machiavelli) In questo caso viceversa l’incidenza molto bassa del consumo del vettore energetico per riscaldamento testimonia l’efficacia di un precedente intervento di ristrutturazione impiantistica con l’inserimento di un sistema di regolazione sia in centrale termica ( nuova centralina di regolazione, realizzazione di c/to primario secondario, nuove pompe elettroniche modulanti ad alta efficienza) sia della distribuzione con sostituzione dei terminali, aggiunta di valvole termostatiche , rifacimento a norma della rete di distribuzione con corretta coibentazione delle linee, e altri accorgimenti che hanno portato a un netto abbassamento del consumo di combustibile. Con le cautele del caso si è riscontrata una riduzione dl 20% del consumo di gasolio: il caso è esemplificativo per quanto verrà esposto nel paragrafo dedicato alle proposte di intervento per il contenimento dei consumi di energia dei fabbricati scolastici.

Detti interventi andrebbero comunque accompagnati da ulteriori iniziative finalizzate al miglioramento delle prestazioni dell'involucro edilizio, allo stato assolutamente inadeguato.

### 3.2 Indicatori di efficienza delle scuole

Un affinamento dell'analisi consiste nell'impiego di una metodologia di valutazione del grado di efficienza energetica<sup>6</sup>, già anticipato a titolo di campionamento nel precedente Report. La metodologia, per quanto risalente agli anni 90, riveste interesse in quanto consente di valutare i consumi di energia elettrica e di combustibile da riscaldamento, sulla base di un campione statisticamente significativo della realtà italiana dei fabbricati scolastici ( principio di benchmark ). Il metodo è stato sviluppato in periodo antecedente l'emanazione del Dlgs 192/05 e successivi provvedimenti, tuttavia ne precede i principi ispiratori, relativamente alla valutazione delle prestazioni energetiche degli involucri e indirettamente dell'efficienza degli impianti per pervenire alla definizione di indicatori di prestazione energetica assimilabili a quelli successivamente entrati nella pratica corrente delle diagnosi energetiche, in base a più recenti disposti legislativi.

I criteri, calati peraltro nella realtà della funzione scolastica, tengono in conto, oltre che i dati termotecnici e geometrici, il numero di ore di effettivo utilizzo della struttura, i parametri di forma ( $S/V$ ) dell'edificio, la sua collocazione geografica, rapportando i consumi della fonte energetica per riscaldamento invernale ai parametri climatici del luogo, espressi tramite i gradi-giorno della località. Sono stati presi in considerazione gli edifici scolastici di cui alle precedenti esemplificazioni, introducendo i dati ricavati dall'anagrafica tecnica dei fabbricati, tra le cui informazioni sono state rese disponibili quelle relative alle superfici disperdenti, ai volumi climatizzati, oltre a quelle relative ai consumi reali di energia derivati dallo storico, di cui si sono imputati i valori medi del triennio 2018-2020

I prospetti di riepilogo sopra rappresentati infatti forniscono la rappresentazione "interna" del campione rappresentativo dei plessi scolastici del comune di Cagliari, il cui riferimento può essere costituito esclusivamente dal dato medio del campione rilevato, mentre la metodologia sopra descritta permette di relazionarli alla totalità dell'edilizia scolastica italiana, ricavandone degli indicatori più significativi del grado di efficienza in termini comparativi.

Vengono individuate le grandezze:

- *COMB*. Tipo di vettore energetico
- *QUANTITA'* ( lt o mc): consumo medio del triennio di combustibile
- $kWh_t$ : energia termica utilizzata
- $kWh_e$ : energia elettrica utilizzata
- $V_{LR}$ : volume lordo riscaldato
- $S_d$ : Superfici disperdenti delimitanti  $V_{LR}$
- $A_p$ : Superficie planimetrica lorda volume climatizzato
- $S/V$  ( mq/mc) : fattore di forma
- $F_e$ : fattore di normalizzazione tabellato in base al fattore di forma  $S/V$ , variabile in relazione alla tipologia di plesso ( materna elementare, media)

<sup>6</sup> ENEA: Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole

- $F_h$ : fattore di normalizzazione per tenere conto delle ore di durata delle attività variabile in relazione alla tipologia di plesso ( materna elementare, media)
- $IEN_R$ : indicatore energetico normalizzato per il riscaldamento
- $IEN_E$ : indicatore energetico normalizzato per consumo emergenza elettrica

Si riportano nei prospetti che seguono gli esiti delle analisi secondo la metodologia descritta sulla base degli indicatori di prestazione configurati da ENEA sulla base del campione nazionale.

Nel caso delle scuole materne si evidenzia che il giudizio sintetico, valutabile sia sul dato medio che riguardo i singoli fabbricati è mediamente soddisfacente per quanto riguarda l'indicatore normalizzato relativo al consumo di combustibile, posto che i valori inferiori a 18,5 vengono ritenuti "buono", mentre i valori tra 18,5 e 23 assumono la valutazione " sufficiente" ; relativamente all'energia elettrica, la valutazione è sostanzialmente di insufficienza ( valori del  $IEN_E$  superiori a 16,5) con qualche situazione particolarmente critica ( in particolare nei plessi in cui la climatizzazione invernale è realizzata con piastre elettriche ( vd es. via Cavallegeri, via Quesada, viale S Vincenzo) Il dato  $IEN_R$  della scuola di via Fermi, nella quale è impiegata aria propanata e la centrale è tutto sommato di recente concezione, viene calcolato un indicatore positivo, mentre è da valutare in dettaglio l'uso di energia elettrica.

SCUOLA MATERNA	kWh <sub>e</sub>	V <sub>LR</sub>	S <sub>d</sub>	A <sub>p</sub>	S/V	F <sub>e</sub>	F <sub>h</sub>	IEN <sub>R</sub>	IEN <sub>E</sub>
VIA DEI GENIERI - PIRRI	10.580	1.271	1.472	396	1,2	0,9	1	18,4	26,7
VIA FERMI	15.518	2.382	2.615	712	1,1	0,9	1	10,8	21,8
VIA ARCHIMEDE	9.739	1.556	1.692	431	1,1	0,9	1	20,8	22,6
B.TA S. ELIA Z. A	6.406	1.740	1.740	426	1,0	0,9	1	-	15,0
V. ITALIA PIRRI	25.301	4.363	3.388	1010	0,8	0,9	1	17,3	25,0
VIA ROLANDO	8.431	1.820	1.786	509	1,0	0,9	1	14,2	16,6
VIALE S. VINCENZO	14.156	1.378	1.705	378	1,2	0,9	1	15,9	37,4
VIA SALVATORE ROSA	8.541	1.793	1.789	541	1,0	0,9	1	11,8	15,8
VIA RAFFAELLO	25.037	3.457	2.602	865	0,8	0,9	1	10,6	28,9
VIA CAVALLEGGERI	12.126	985	1.006	320	1,0	0,9	1	0,0	37,9
VIA CASTIGLIONE	10.481	1.776	1.761	531	1,0	0,9	1	12,7	19,7
VIA P. D. FRANCESCA	12.920	1.882	1.877	518	1,0	0,9	1	-	24,9
VIA PARIGI	9.893	1.501	1.500	429	1,0	0,9	1	9,1	23,1
VIA CORONA - PIRRI	12.285	3.066	2.877	903	0,9	0,9	1	11,7	13,6
VIA QUESADA	23.807	2.927	2.686	747	0,9	0,9	1	-	31,9
VIA CANELLES	36.578	2.372	1.534	709	0,6	1	1	-	51,6
VIA DUBLINO	11.862	2.281	2.538	689	1,1	0,9	1	16,5	17,2
<i>dato medio</i>								<b>11,8</b>	<b>25,3</b>

Le scuole primarie si denotano per valori sostanzialmente accettabili dell'indicatore parametrico legato al combustibile, che risulta mediamente inferiore al valore soglia di giudizio positivo (  $IEN_R < 18$  ) , mentre risulta gravemente insufficiente (  $IEN_R > 16,5$  ) il dato specifico riferito ai consumi elettrici.

SCUOLE ELEMENTARI	kWh <sub>e</sub>	V <sub>LR</sub>	S <sub>d</sub>	A <sub>p</sub>	S/V	F <sub>e</sub>	F <sub>h</sub>	IEN <sub>R</sub>	IEN <sub>E</sub>
PIAZZA GIOVANNI XXIII	18.138	6.860	3.747	1748	0,5	0,8	1	11,2	10,4
VIA CABONI	45.324	6.785	4.010	1793	0,6	0,8	1	4,7	25,3
VIA VENEZIA	57.105	7.085	4.176	1742	0,6	0,8	1	6,1	32,8
VIA S. MARIA CHIARA	29.711	5.838	3.636	1355	0,6	0,8	1	5,0	21,9
VIA BASILICATA	49.974	6.184	4.014	1619	0,6	0,8	1	10,6	30,9
VIA E. TOTI PIRRI	36.163	11.273	7.328	2625	0,7	0,8	1	6,4	13,8
VIA G. M. ANGIOY	57.346	16.162	6.733	3291	0,4	0,8	1	4,8	17,4
VIA IS GUADAZZONIS	27.317	4.015	2.845	1248	0,7	0,8	1	8,0	21,9
VIA A. SCHIAVAZZI	26.764	7.833	4.825	2194	0,6	0,8	1	6,3	12,2
VIA GARAVETTI	33.397	6.648	5.531	1923	0,8	0,8	1	13,7	17,4
VIA DESSY DELIPERI	37.976	4.366	2.657	1284	0,6	0,8	1	14,5	29,6
VIA DEL SOLE	20.926	7.165	6.237	1795	0,9	0,8	1	9,1	11,7
PZA MED MIRACOLOSA	30.626	4.972	3.098	1347	0,6	0,8	1	14,5	22,7
VIA CANELLES	38.196	8.185	4.841	1584	0,6	0,8	1	9,2	24,1
VIA REDIPUGLIA	65.038	12.287	5.320	2710	0,4	0,9	1	4,7	24,0
VIA IS. MIRRIONIS	35.521	9.342	5.088	2364	0,5	0,8	1	5,4	15,0
VIA CASTIGLIONE B	52.511	6.447	3.675	1896	0,6	0,8	1	10,3	27,7
VIA ZEFFIRO	45.568	10.353	5.990	2466	0,6	0,8	1	8,6	18,5
VIA STOCCOLMA	47.981	11.462	6.406	3238	0,6	0,8	1	8,9	14,8
VIALE MARCONI	21.431	6.357	3.573	1615	0,6	0,8	1	7,8	13,3
VIA F. ARDEATINE	35.427	9.646	6.525	2842	0,7	0,8	1	10,3	12,5

dato medio

9,0 26,9

Nelle scuole secondarie il valore medio di IENR è nel campo della sufficienza ( IENr max = 16,7 )

Anche in questo caso i risultati migliori vengono forniti dalle centrali alimentate a gas di rete. E' superfluo ribadire che ci si riferisce solo ai dati di efficienza termica delle centrali, mentre per quanto riguarda le valutazioni del rapporto costi/benefici le centrali a gas sono, come già rilevato, sostanzialmente perdenti stante il quadro tariffario attuale, in attesa della distribuzione del metano ( auspicabilmente a condizioni tariffarie largamente inferiori rispetto all'aria propanata.

SCUOLE MEDIE	kWh <sub>e</sub>	V <sub>LR</sub>	S <sub>d</sub>	A <sub>p</sub>	S/V	F <sub>e</sub>	F <sub>h</sub>	IEN <sub>R</sub>	IEN <sub>E</sub>
VIA DEL COLLEGIO	31.916	7.352	2.833	1575	0,4	0,9	1,1	11,3	22,3
VIA MACHIARELLI	59.121	7.963	3.636	2217	0,5	0,9	1,1	10,3	29,3
VIA DE GIOANNIS	44.953	9.163	4.253	2628	0,5	0,9	1,1	5,4	18,8
VIA VENEZIA 1	60.182	17.291	8.661	3632	0,5	0,9	1,1	6,6	18,2
VIA BLIGNY	50.002	6.343	3.161	1575	0,5	0,9	1,1	16,3	34,9
VIA DEL SOLE	60.265	12.830	6.486	3602	0,5	0,9	1,1	9,4	18,4
VIA SALVATORE ROSA	13.378	5.117	2.846	1447	0,6	0,9	1,1	7,7	10,2

VIA BASILICATA	28.877	7.781	4.754	2231	0,6	0,9	1,1	16,3	14,2
VIA ROBERTO KOCK	17.001	6.268	3.910	1589	0,6	0,9	1,1	10,0	11,8
VIA S.ISIDORO - PIRRI	17.006	8.032	4.064	1943	0,5	0,9	1,1	5,4	9,6
VIA FALZAREGO	38.265	10.587	4.613	2663	0,4	0,9	1,1	12,8	15,8
VIA STOCCOLMA	47.483	12.252	6.656	3277	0,5	0,9	1,1	8,0	15,9
VIA G. ASQUER	22.858	11.397	5.933	2356	0,5	0,9	1,1	7,6	10,7
VIA DEI PARTIGIANI -	55.518	12.086	6.452	3176	0,5	0,9	1,1	9,0	19,2
VIA DESSY DELIPERI -	26.698	6.550	4.210	1884	0,6	0,9	1,1	8,9	15,6
PIAZZA GIOVANNI	20.307	2.417	2.656	1008	1,1	0,9	1,1	-	22,2
VIA TALETE -/ GIOIA	29.194	5.009	3.926	1225	0,8	0,9	1,1	16,7	26,2
VIA PICENO	31.548	6.487	3.840	1718	0,6	0,9	1,1	12,9	20,2

*dato medio*

**10,3 18,5**

In estrema sintesi si evidenziano criticità particolarmente nell'ambito dell'uso della risorsa energetica elettrica, anche se restano valide le valutazioni e le considerazioni espresse circa i margini di efficientamento delle centrali termiche dei plessi scolastici

In effetti, come rilevato in precedenza si tratta di un approccio speditivo, utile per una panoramica delle situazioni meritevoli di approfondimenti; da una sommaria valutazione è da ipotizzare che la classificazione proposta sia relativamente "permissiva" nell'individuazione delle classi di merito, e pertanto ci si riserva ulteriori approfondimenti, ritenendo comunque, dai dati fin qui illustrati che vi siano, significativi margini di miglioramento con l'implementazione di sistemi di regolazione efficienti, come in seguito esposto. La tematica dei sistemi di regolazione termostatica vale la pena sottolineare che è stata ricorrente nei reports succedutisi negli ultimi anni; fatti salvi alcuni interventi "spot", prevalentemente riconducibili a "obblighi contrattuali" in materia di efficientamento rientranti negli affidamenti Consip di facility management.

L'ulteriore indicatore normalizzato relativo all'energia elettrica è sostanzialmente assimilabile al metodo già individuato, nel rapportare i consumi elettrici al parametro geometrico (superficie lorda interna) e al solo fattore correttivo dell'orario di attività; emerge in questo caso che il dato medio rilevato nelle tre categorie di edifici scolastici è sempre giudicato come "insufficiente" (classe riferita a valori superiori a 16,5 kWh/mq anno nelle materne e 12,0 kWh/mq anno nelle elementari e medie).

Infine, a solo scopo indicativo di seguito viene fornita la rappresentazione dei costi energetici parametrati al numero di alunni frequentanti i diversi plessi scolastici<sup>7</sup>, aggiornati al triennio 2017-2020

Si tratta di un indicatore di tipo "socioeconomico", funzionale alla gestione di politiche scolastiche, materia del tutto avulsa dalla presente trattazione.

E' anche opportuno accennare che la componente delle forniture energetiche rappresenta una voce relativamente modesta nel complesso dei costi parametrici del "sistema scuola" (costo del personale, ausili per la didattica, manutenzioni etc)

<sup>7</sup> fonte: rilevazione presso le direzioni didattiche – anno 2020

Tuttavia è possibile rappresentare, qui sintetizzato in forma grafica, un indicatore di utilizzo più o meno ottimale delle risorse energetiche ove lo si relazioni alla “densità abitativa studentesca” più o meno ottimale dei plessi scolastici

Nel caso delle scuole dell’infanzia ( cd “materne”) il dato medio ( linea tratteggiata) si colloca su un valore poco oltre 75 € per alunno; il dato è fortemente influenzato da quello riferito alla struttura di via Canelles , che a fronte di un numero inferiore a 15 bimbi frequentanti fornisce un costo unitario energetico addirittura oltre 280€/alunno, mentre come detto la media

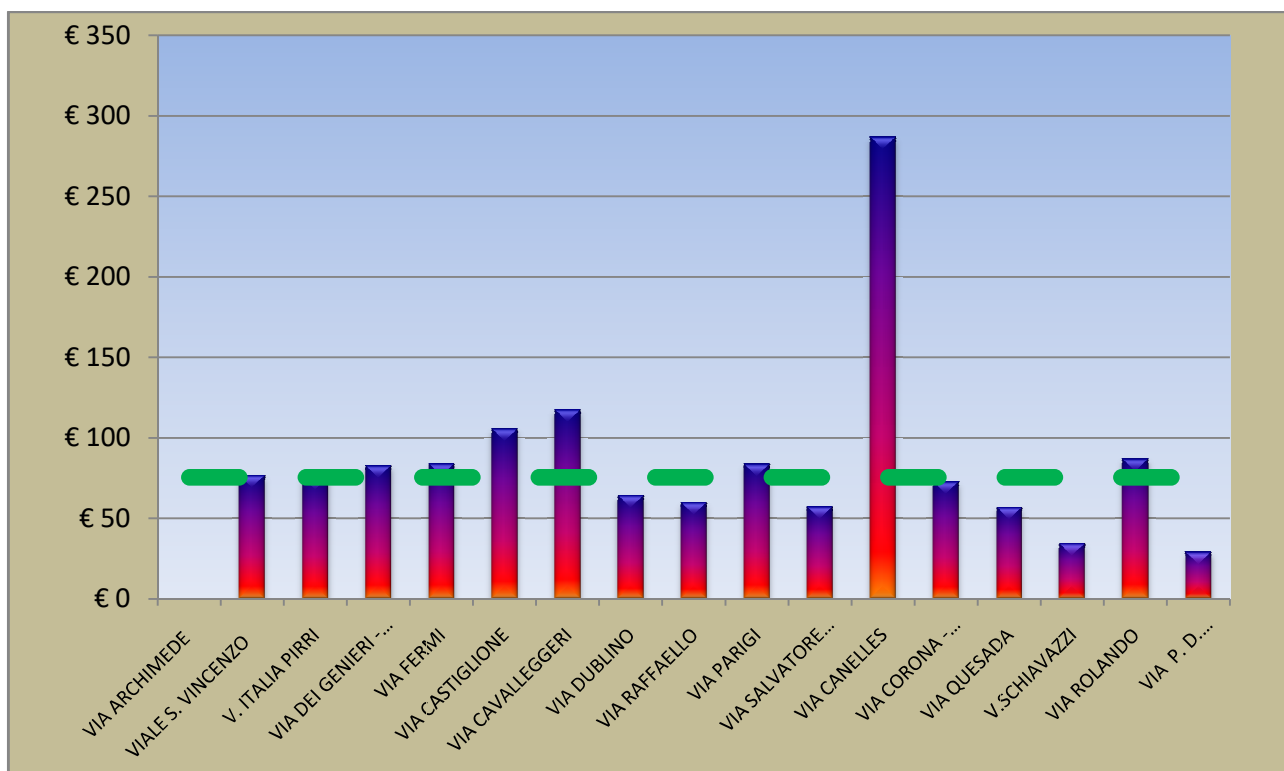


fig . 3.01 – costo energetico per alunno – scuole materne

Anche nel caso delle scuole primarie, il energetico rapportato alla frequenza scolastica non si discosta eccessivamente rispetto al precedente: la linea tratteggiata fornisce la rappresentazione nel grafico al valore di € 77 per alunno; anche in questo comparto il dato medio risente di un valore di picco particolarmente elevato, rappresentato dal plesso di via Talete, di cui si sono già accennate le criticità, che trovano ulteriore conferma a fronte della limitata popolazione scolastica di 82 allievi, con un costo per alunno di circa 230 euro /anno.

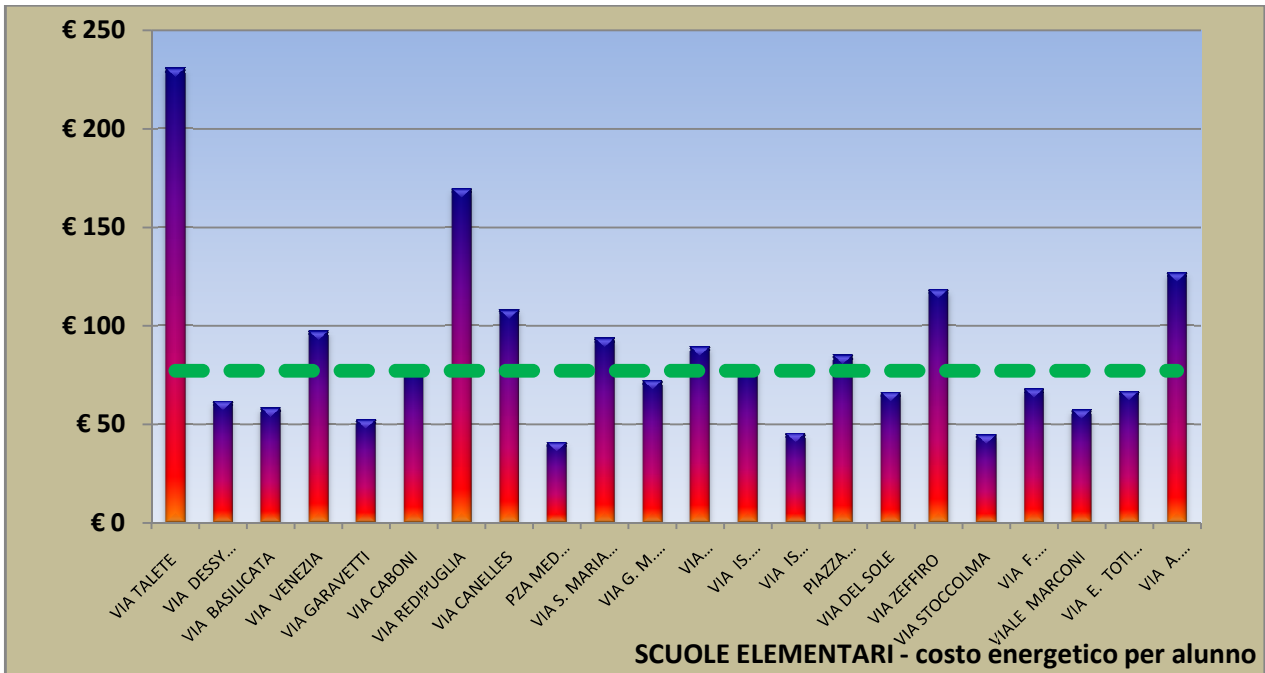


fig . 3.02 – costo energetico per alunno – scuole elementari

Analogo il discorso relativo ai plessi che ospitano le scuole secondarie di 1° livello ; il plesso di via Talete/Gioia risulta essere frequentato da soli 47 ragazzi ( il dato è da verificare), il che determina un costo energetico di quasi 280 €/alunno, oggettivamente significativo. Peraltro, ad esclusione del suddetto fabbricato, e di quello altrettanto oneroso di via Bligny ( 80 alunni con costo specifico di 228€ ) il dato medio delle altre strutture si colloca su valori da 25 € / alunno ( scuola via S Rosa, 276 studenti) a ordini di grandezza tra 60 € e 85 €, all'incirca in linea con le precedenti tipologie esaminate.

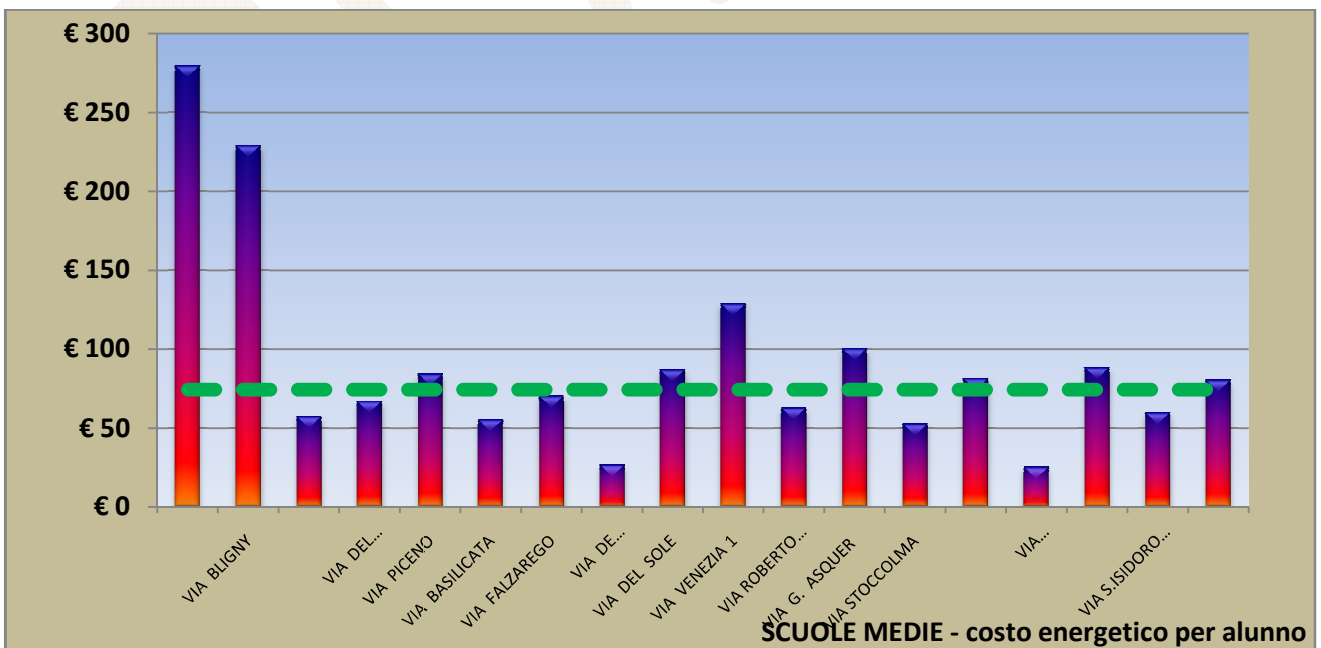


fig . 3.03 – costo energetico per alunno – scuole medie

Con tutte le riserve e le precisazioni del caso il grafico seguente riporta la sintesi della media di costo energetico nei plessi scolastici di competenza comunale

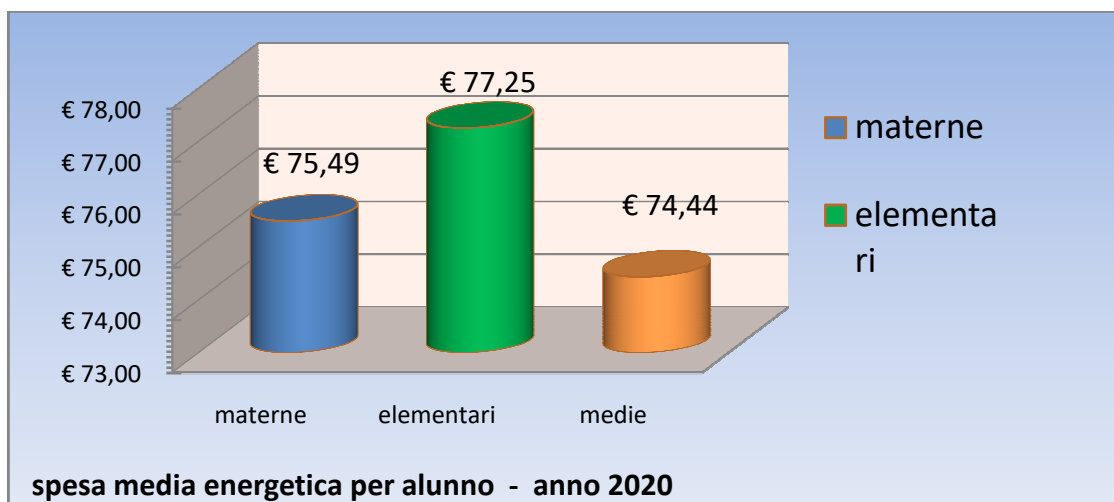


fig . 3.04 – costo energetico per alunno – comparazione

Va precisato che gli esiti delle analisi che precedono non vanno intese come valutazione di merito circa la maggiore o minore attenzione all'efficienza energetica da parte delle scuole o dei loro responsabili, quanto piuttosto degli indicatori che inducano a una riflessione o a una più approfondita analisi delle motivazioni che sottendono tali evidenze, oltre a fornire un contributo a eventuali valutazioni di competenza dei soggetti preposti alla gestione delle politiche e dell'organizzazione dell'offerta scolastica.

## 4 - EFFICIENTAMENTO DI EDIFICI E IMPIANTI - RILEVAZIONE DELLE CRITICITÀ

Questo capitolo tratta alcune situazioni nelle quali si sono potute riscontrare situazioni di problematicità che si ritiene rappresentare, sia sotto il profilo strettamente tecnico dell'efficienza energetica dei sistemi e impianti, sia anche sotto l'aspetto economico finanziario; il proposito è quello di segnalarle e auspicabilmente fornire impulso alla loro risoluzione, o all'effettuazione nel futuro di valutazioni di congruità e di ponderazione dell'interesse dell'amministrazione nelle scelte operative in tema di affidamenti .

### 4.1 Impianti di illuminazione pubblica

La rete di impianti dell'illuminazione pubblica cittadina è costituita da 503 impianti afferenti ciascuno a un proprio quadro di alimentazione e al relativo gruppo di misura. Il totale degli apparecchi alimentati risulta di 21.034 suddivisi in varie tipologie di lampade e classi di potenza. Negli ultimi anni la rete è stata ampliata a seguito dell'urbanizzazione di zone precedentemente prive di illuminazione ( es. Barracca Manna ) ; è stata inoltre sviluppato il piano di ammodernamento con retrofit a LED di armature dotate in precedenza di lampade con tecnologie e potenze ormai superate, principalmente sodio ad alta pressione .

#### 4.1.1 Quadro di insieme

Il prospetto che segue illustra la ripartizione degli apparecchi presenti nelle vie cittadine, e le relative potenze cumulate.

<b>TIPO</b>	<b>N°</b>	<b>POT. (kW)</b>
CPO	140	19.600
SAP	5.908	1.147.030
JM	649	93.270
HG	478	100.825
ALO	20	460,0
NEO	224	6.948
LED	13.615	948.099

Fig. 4.01 ripartizione apparecchi e potenze

Nel grafico seguente è fornita la rappresentazione della percentuale di incidenza di ciascuna tipologia di apparecchi.

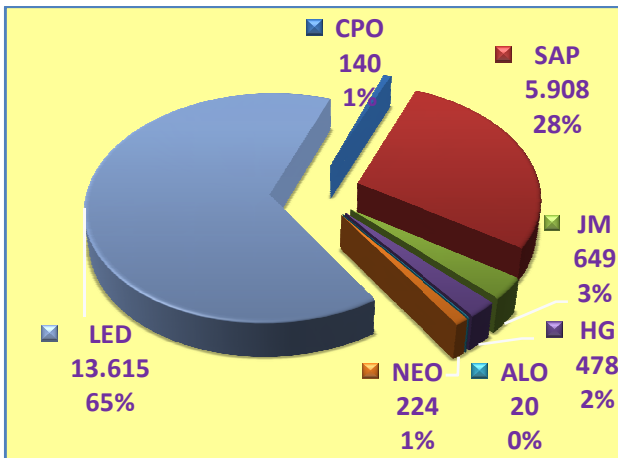


Fig. 4.02 - ripartizione % tra tipologie di lampade – 2020

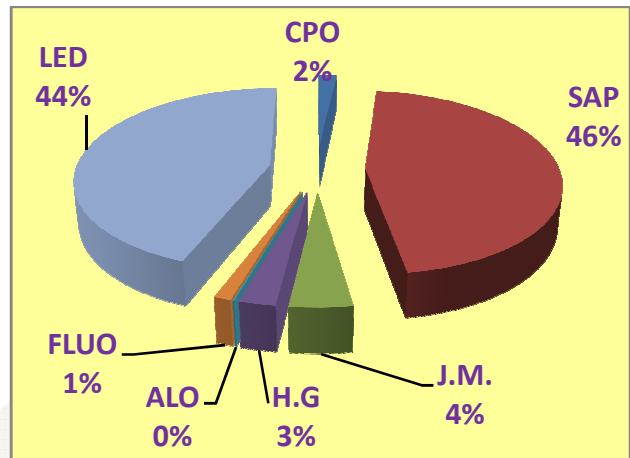


fig. 4.03 - ripartizione % tra tipologie di lampade – 2016

Ponendo a confronto la ripartizione delle tecnologie presenti attualmente con la stessa ripartizione riferita al 2016, si nota il progressivo incremento dell'impiego dei LED, che è passato dal 44% al 66 % attuale, al netto di ulteriori interventi in progetto finalizzati a ulteriori operazioni di relamping nel quadro del PON Metropolitano.

Il primo intervento sistematico di ammodernamento degli impianti, accompagnato dall'inserimento di sistemi più avanzati di telecontrollo degli impianti, si è sviluppato a partire dall'affidamento in concessione di una quota di impianti nel 2013; sul punto si tornerà in seguito in ordine a alcune valutazioni di convenienza economica.

E' evidente che con la sostituzione delle vecchie armature al sodio ( in prevalenza con potenze da 150 a 250 W) con fonti luminose di efficienza superiore e potenze pressoché dimezzate, l'entità dei consumi elettrici risulta sensibilmente ridotta; il grafico seguente indica contestualmente il numero di apparecchi e la relativa potenza cumulata; si nota che a fronte di un numero ancora rilevante di tipologie al sodio ( oltre 5.900 apparecchi) rispetto a un numero più che doppio di armature a LED, la potenza totale degli impianti di uova concezione risulta più bassa ( 1,1 MW contro 0,95 MW )

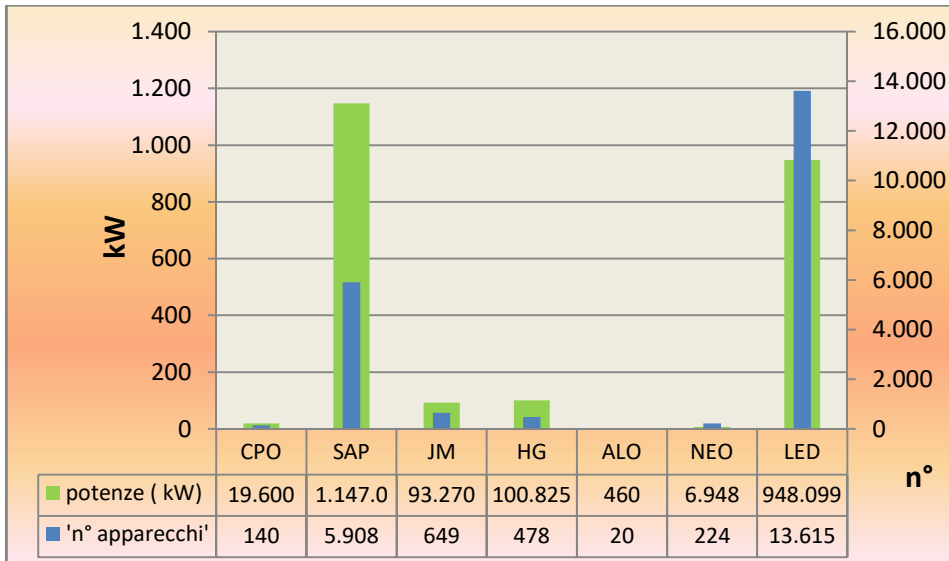


Fig. 4.04 - Consistenza e potenze armature per tipologia

Come detto oltre il 65% delle armature sono dotate di piastre LED, con potenze ripartite in maniera progressiva da 7 W a 210 W. Stante l'implementazione avutasi nel corso degli ultimi 9 anni e le differenziazione degli standard di diversi produttori, la gradazione di potenze risulta molto ampia distribuita su circa 24 livelli di potenza; essendo in molti casi i valori prossimi tra loro, in via semplificativa, accorpando per gruppi di potenza si ricava la composizione del grafico successivo; si rileva che circa il 95 % della armature sono equipaggiate con piastre di potenza inferiore a 105 W, e oltre il 70% inferiore a 75 W

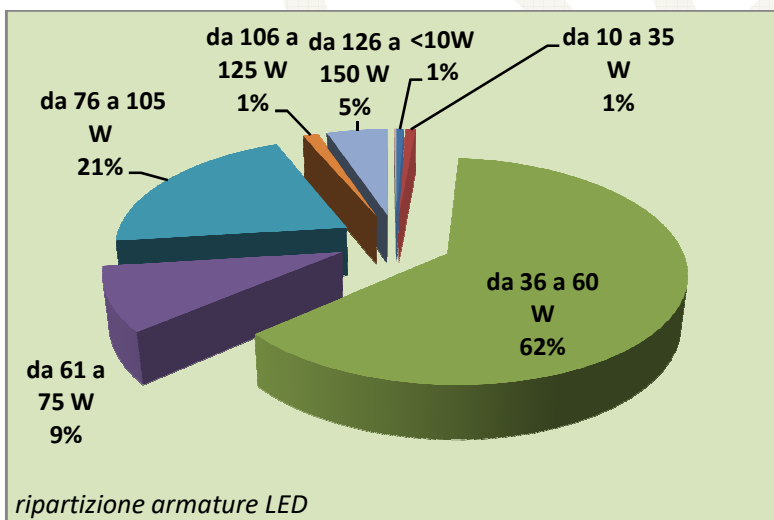


Fig. 4.05 - Ripartizione per intervalli di potenza apparecchi a LED – agg. 2020

il grafico seguente rappresenta infine lo storico dei consumi attribuiti all'insieme degli impianti di IP del comune a partire dal 2011, nel quale si può evidenziare la riduzione dell'impiego di energia a partire dall'avvio della riconversione a LED (inizi 2014) fino al completamento dello stock di apparecchi sostituiti in base alla convenzione Consip, avvenuto a fine 2014; sostanzialmente i consumi sono passati dal valore

medio di oltre 13.000 MWh riferito al quadriennio 2009-2012 , al dato medio di 7.400 MWh calcolato sul quadriennio triennio 2017-2020 , ovvero una riduzione del 43% , pur con la permanenza di una quota di apparecchi di vecchia generazione incidenti per il 35% sul totale .

Il grafico riporta inoltre ( linea viola ) l'andamento dei consumi della quota in carico all'affidatario Consip, al quale fanno carico la quota dei consumi elettrici a seguito dell'intestazione delle relative utenze a fronte del canone di gestione . I consumi si sono attestati “ a regime” ovvero a conclusione della fase di relamping, intorno al dato medio di 1.800 MWh/anno, sulla media delle annualità 2017-2020 .

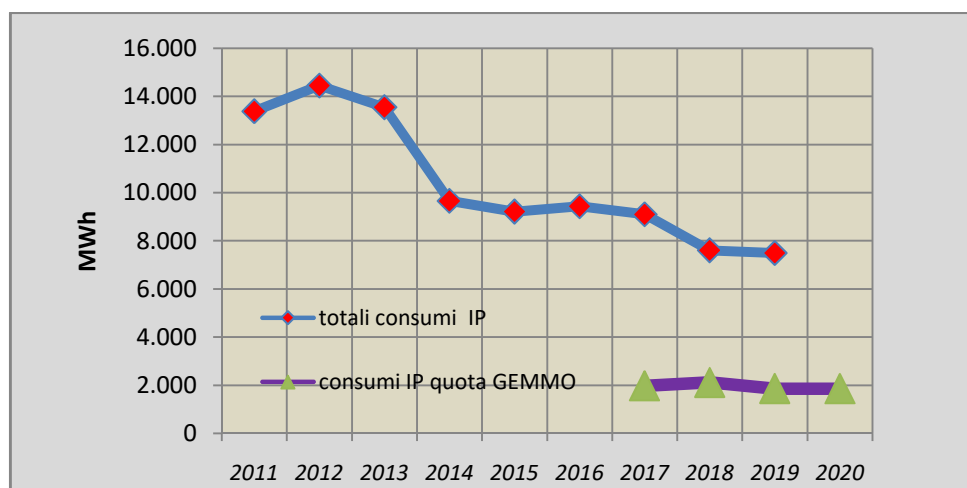


Fig. 4.06 - Storico dei consumi elettrici impianti IP

#### 4.2.2 Valutazioni economiche

Il quadro delineato è senz'altro positivo se esaminato esclusivamente sul piano della riduzione dei consumi di energia e del relativo contributo alla mitigazione dello stock di emissioni climalteranti rappresentato, essendo gli impianti di illuminazione pubblica una delle componenti di maggior impatto nel mix dell'utilizzo dei vettori energetici da parte del comune.

Sul piano delle valutazioni di convenienza economica si possono invece avere degli spunti di riflessione, correlati in particolare alla necessità/opportunità di soluzioni impostate su servizi a canone da operatori di mercato, rispetto a all'ipotesi di affidamenti relativi alla sola messa in opera di apparecchi e sistemi di gestione, con gestione manutentiva "in house".

A tale proposito sono svolte di seguito alcune sommarie valutazioni riguardanti il tema dell'affidamento della rete di illuminazione pubblica, nelle diverse configurazioni ( adesione CONSIP, concessione etc) merita qualche considerazione a margine sotto l'aspetto della convenienza dal punto di vista dell'interesse della P.A.

Alcune considerazioni erano state svolte in un precedente report; in questa occasione ci si limita a svolgere qualche valutazione, peraltro sulla base di dati non completi a disposizione; a tale riguardo ricorre una delle considerazioni spesso esplicitate in più occasioni circa l'opportunità di un migliore accesso alle

informazioni a livello interno tra i servizi comunali, e una migliore trasparenza e più puntuale governo dei procedimenti da parte degli uffici competenti, specie in materia di rendicontazione, sia sotto il profilo tecnico, energetico e economico.

I dati economici sono sempre stati di difficoltosa reperibilità, sia a livello interno, che nei confronti dell'affidatario, il quale peraltro sarebbe contrattualmente tenuto a comunicare o rendere trasparenti i dati relativi alla contabilità economica dell'affidamento ( dai costi energetici sostenuti ai costi operativi relativi alle attività manutentive, ai costi di investimento, i canoni di leasing sui quali grava l'acquisto degli apparecchi e così via) . Questo non ha consentito una valutazione puntuale degli indicatori di sostenibilità, o di comparazione degli ( eventuali ) extraprofiti legati alla gestione, rispetto a altre soluzioni procedurali nell'impostazione dei progetti e degli appalti.

Sono comunicati dall'affidatario annualmente i dati di consistenza e dei consumi riferito agli impianti inseriti nel perimetro della gestione, ma non i costi associati.

L'affidamento, nel quadro della Convenzione CONSIP “ Servizio luce datato fine 2012 per la durata di 9 anni è in scadenza al 2021; questa prevedeva la corresponsione di canoni annuali fissi indicizzati relativi alle prestazioni di manutenzione ordinaria degli impianti, la liquidazione dei consumi elettrici degli stessi, e la contestuale sostituzione delle armature stradali, con dismissione di quelle esistenti, con apparecchi a LED. I canoni dovevano evidentemente remunerare anche i costi di investimento e gli oneri finanziari e operativi dell'affidatario. Contrattualmente non è prevista l'esplicitazione dei dati finanziari e dei costi gestionali da parte dell'affidatario, inclusi i costi annuali sostenuti per l'acquisto delle forniture di energia elettrica dallo stesso liberamente contrattati sul libero mercato elettrico; a fronte della circostanza che una società operante su tutto il territorio nazionale e di dimensione multinazionale ha verosimilmente un margine di contrattazione elevato con i fornitori di vettori energetici, per sopperire alla carenza del dato il criterio dell'ufficio è consistito nel valorizzare i consumi energetici comunicati in ambito concessorio sulla base delle tariffe medie annuali applicate all'amministrazione comunale nell'ambito dei contratti di fornitura ( consip) nelle diverse annualità riferiti alla tipologia contrattuale dell'illuminazione pubblica; per la suesposta considerazione è da presumere che la tariffa media di fornitura (€/kWh) sia in questo caso non superiore agli accordi dell'affidatario privato con il proprio fornitore, e quindi prudentiale nelle valutazioni che seguono

Gli elementi caratterizzanti in sede di adesione prevedevano<sup>8</sup>:

- punti luce : n° 9235
- durata : 9 anni
- importo iniziale : € 15.111.045
- di cui extra canone : € 2.518.507

Risulta altresì che il numero di punti luce in gestione al 31.12.2020 sia di n° 9.280 a fronte di 141 punti di fornitura.

Il canone del primo anno risultava fissato in € 1.561.551 al lordo di € 375.000 di anticipazione forniture già liquidate dall'amministrazione ed è stato incrementato negli anni successive in base all'indicizzazione

<sup>8</sup> Det. 214591 del 24.10.2012

contrattualmente legata alle variazioni ISTAT . Nel periodo 2013-2017 risultano liquidati ulteriori € 313.556 + IVA . Effettuando una proiezione dei costi indicizzati relativi al canone ordinario sulla base delle annualità precedenti al 2017, fino al termine della convenzione al 2021, esclusi ulteriori importi riconosciuti in extracanone<sup>9</sup> di cui non risulta reperibile la documentazione si è pervenuti a un importo complessivo stimato in € 17.555.823 quale costo complessivamente sostenuto dall'amministrazione. Tale importo include evidentemente la conversione di 9.004 apparecchi, i costi manutentivi e gestionali, gli oneri finanziari, i costi di acquisto del vettore energetico legati agli impianti eserciti.

Valorizzando il costo medio dell'energia secondo quanto precedentemente premesso, si perviene a un costo medio annuo sostenuto dall'affidatario Consip ( a regime, ovvero a partire dal 2014) valutato sulla media di consumi 2017-2020 di € 580.000 + IVA ; semplificando e rapportando al periodo risulterebbe un costo cumulato di € 5.2 M€ , che andrebbe, seppure in modo marginale, incrementato per tenere conto dei costi affrontati durante la fase di implementazione degli interventi sostitutivi, e quindi con carichi di potenza impianti maggiori. L'ulteriore voce rappresentativa è ovviamente costituita dalla fornitura e montaggio delle armature . Assumendo un costo unitario medio per la fornitura e messa in opera del corpo illuminante di € 411,0 /apparecchio<sup>10</sup>, ragionevolmente remunerativo e tale da includere ulteriori prestazioni incluse nella concessione ( sostituzione e ammodernamento di quadri elettrici, implementazione di telecontrollo) si perviene a un costo complessivo di 3,8 M€ ; si sorvola sulla circostanza che gli investimenti sono stati sostenuti dall'affidatario con la formula del leasing, che ha consentito verosimilmente di far ampiamente fronte ai canoni annuali nella capienza del canone di servizio riconosciuto dall'amministrazione, ripartendoli sulla durata della convenzione, inclusi i benefici fiscali ritraibili e sull'introito delle componenti incentivanti previste dalla legislazione ( TEE) .

Si include, a puro titolo indicativo, la valutazione dell'introito economico di cui ha beneficiato il concessionario derivante dalla componente incentivante rappresentata dalla valorizzazione dei Certificati Bianchi legati all'efficientamento degli apparecchi di illuminazione, componente non trascurabile stante la consistenza e l'estensione degli interventi di relamping; è possibile fare una valutazione sommaria stante che anche tale informazione non è stata reso disponibile. E' quindi stata effettuata una simulazione di larga massima relativa alla valorizzazione dell'incentivo ritraibile sulla base dei dati disponibili, utilizzando il simulatore GSE per determinare il valore del "REA" ( Risparmio Energetico Addizionale" ) sulla base della formulazione vigente al 2017

I parametri di addizionalità sono stati inseriti in modo discrezionale, stante che la loro definizione richiederebbe una disamina puntuale dei valori illuminotecnici dei singoli impianti considerati, posto che lo scopo della simulazione ha puramente carattere indicativo.

<sup>9</sup> Non è stato possibile reperire documentazione amministrativa correlata a somme liquidate oltre il 2017

<sup>10</sup> La cifra è ricavata dall'importo di aggiudicazione dell'affidamento PON Metro di 4216 apparecchi avvenuto nel 2018

<b>simbolo</b>	<b>significato</b>	<b>valore</b>
P <sub>baseline</sub>	potenza nominale installata ante interventi ( kW)	2.193
Add <sub>tec</sub>	coefficiente di addizionalità tecnologica <=1	0,90
h <sub>post</sub>	ore equivalenti di funzionamento post intervento = E <sub>post</sub> /P <sub>post</sub>	2.684
E <sub>post</sub>	energia elettrica misurata nella situazione post intervento ( kWh)	1.860.000
Agg <sub>lux</sub>	coefficiente di aggiustamento illuminotecnico >=1	1,00
Add <sub>norm</sub>	Coefficiente di addizionalità normativa <=1	0,90
P <sub>post</sub>	potenza lampade installate post intervento ( kW)	693

$$REA = [(P_{baseline} * Add_{tec} * h_{post}) - (E_{post} * Agg_{lux})] * Add_{norm} * 0,187 * 10^{-3} \quad (\text{tep})$$

e pervenendo alla stima di 580 TEP<sup>11</sup>; questi, valorizzati secondo le quotazioni medie riferibili alle 5 annualità 2015-2019, variabili da € 110 a € 260 determinerebbero un introito cumulato nell'ordine di € 550.000 / € 700.000 , ovviamente variabile anche in maniera sensibile in relazione al momento ( e quindi alla quotazione) dei TEE nella piattaforma GME

Con le semplificazioni e le ipotesi formulate, si perviene a definire, per differenza, una somma di 8,4 MI€ a copertura di costi operativi (personale dedicato alle attività manutentive , oneri amministrativi e gestionali vari) e utile di impresa: nella simulazione semplificata fin qui svolta si ipotizza quindi un ricavo medio annuo, al netto delle voci precedentemente valutate di poco meno di 1,0 milione di euro . Va ribadito che si tratta di schematizzazione condizionate dalla incompleta disponibilità di dati e informazioni; è auspicabile in futuro e in contesti simili prevedere in modo incisivo la comunicazione e valutazione di un PEF lato concessionario/affidatario, e una condivisione puntuale e strutturata delle informazioni tra gli uffici funzionale alla valutazioni di convenienza e di congruità di ( eventuali) extraprofitti .

Per completare il quadro è inoltre da ricordare che oltre alla liquidazione dei corrispettivi all'affidatario Consip vanno aggiunti i costi relativi alla parte di impianti rimasti in gestione interna comunale; riferendosi allo stesso periodo 2013-2021 i soli costi energetici risultano di € 12.7 MI€, che si aggiungono agli importi sopra riportati legati all'affidamento consip; con le cautele premesse si perviene insomma a un esborso complessivo di circa 30 milioni di euro. E' ragionevole quindi ipotizzare che su un budget di questa entità sarebbe stato possibile pianificare un programma di investimenti in ammodernamento delle rete di pubblica illuminazione, con gestione interna delle manutenzioni , e con costi progressivamente remunerati dalla riduzione della spesa energetica oltre che sfruttando inoltre la componente incentivante legata al rilascio dei titoli di efficienza energetica, che nell'affidamento Consip sono stati incamerati dall'affidatario.

Si rimanda a successivi ulteriori approfondimenti, posto che è opportuno effettuare una analisi di sostenibilità finanziaria per valutare compiutamente, anche ex post, l'entità degli investimenti per il rinnovo delle armature nelle varie tipologie, l'implementazione del telecontrollo, gli oneri finanziari e i costi gestionali; dagli elementi tecnico-economici esposti viene evidenziata l'opportunità generale

<sup>11</sup> Anche in questo caso si tratta di calcoli sommari

dell'impiego di apparecchi a LED nel campo dell'illuminazione stradale; ma emerge anche l'esigenza di una attenta negoziazione con soggetti privati allo scopo di evitare o limitare agli stessi posizioni di vantaggio competitivo ( ovvero conoscitivo) nella contrattazione, basandosi quanto più possibile sulla conoscenza approfondita e su una base dati dettagliata per valutazioni di congruità e di salvaguardia dell'interesse pubblico.

#### 4.2 Le centrali termiche delle scuole

Nei fabbricati comunali ( scuole , strutture sportive uffici) sono presenti 90 caldaie, oltre a un generatore assimilabile a impianto di processo ( il forno crematorio), eserciti da ditte affidatarie del servizio di manutenzione. Il numero è superiore a quello delle centrali termiche stante che in alcune strutture vi è la presenza di due, e nel caso della piscina olimpionica di terramaini tre generatori in cascata; nella generalità dei casi il contratto di facility management in ambito Consip include la fornitura del combustibile.

Si tratta prevalentemente degli impianti a servizio dei fabbricati scolastici, oltre a alcune caldaie funzionali a produzione di acqua calda sanitaria negli impianti sportivi e nella casa di riposo Terramaini. La potenzialità nominale complessiva degli impianti al 2020 supera i 19.800 kW .

Per quanto attiene al tipo di combustibile impiegato la ripartizione è fornita dallo specchio seguente:

<i>Tipo combustibile</i>	<i>n° generatori</i>	<i>kW</i>
GASOLIO	<b>62</b>	<b>12.733</b>
ARIA PROPANATA	<b>28</b>	<b>7.089</b>
TOTALE	<b>90</b>	<b>19.822</b>

fig. 4.07 - riepilogo generatori e potenze nominali

Si tratta di centrali termiche con generatori la cui epoca di installazione parte dagli anni settanta/ottanta, e dunque abbastanza datate. Le centrali alimentate a aria propanata sono tra le più recenti. La ripartizione per epoche di installazione è indicata nel grafico seguente.

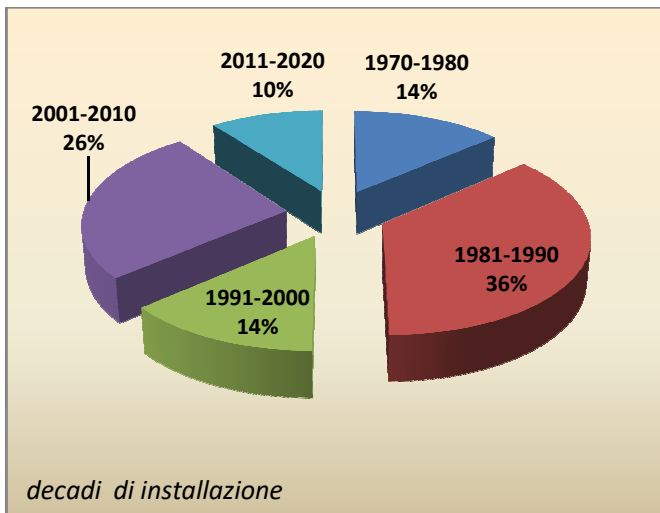


fig. 4.08 - ripartizione per epoca di installazione

Si rileva che il 50% dei generatori risale al periodo tra il 1978 e il 1990, ovvero oltre 30 anni di esercizio, mentre le caldaie installate nell'ultimo decennio rappresentano solo il 10% del totale.

Allo scopo di verificare i parametri di efficienza viene rappresentata la ripartizione temporale riferita ai valori di rendimento minimo fissati dall'allegato B del D.P.R. 74 del 16.14.2013, che ricalca quella precedente; oltre il 50% dei generatori fanno riferimento alla classe di rendimento più obsoleta, anteriore al 29.10.1993

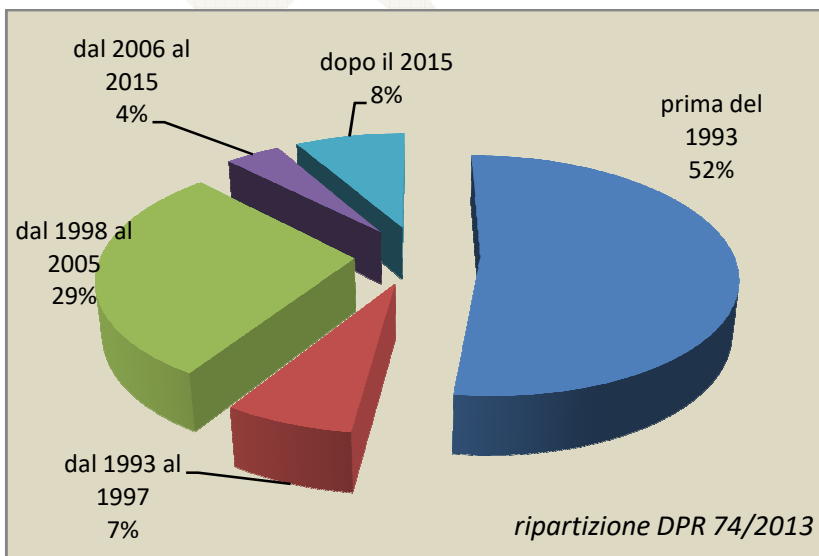


fig. 4.09 - riepilogo generatori e potenze nominali

Un numero limitato di generatori ( circa 8% ) sono stati sostituiti negli ultimi anni all'interno degli affidamenti di facility management CONSIP; nella generalità dei casi peraltro, malgrado si tratti in larga misura di generatori con caratteristiche abbastanza superate, risultano valori dei rendimenti di combustione in prevalenza nella norma<sup>12</sup>.

In relazione ai riferimenti normativi contenuti nel D.lgs 192/05 (all.to H) è stata costruita una tabella di riepilogo dei valori misurati durante le attività manutentive riferite al 2020-2021. Assunti i dati riferiti alla potenzialità nominale, all'anno di installazione di cui al prospetto precedente, è stata verificata la conformità o meno dei generatori al dettato normativo, e dunque all'esigenza di sostituzione degli stessi.

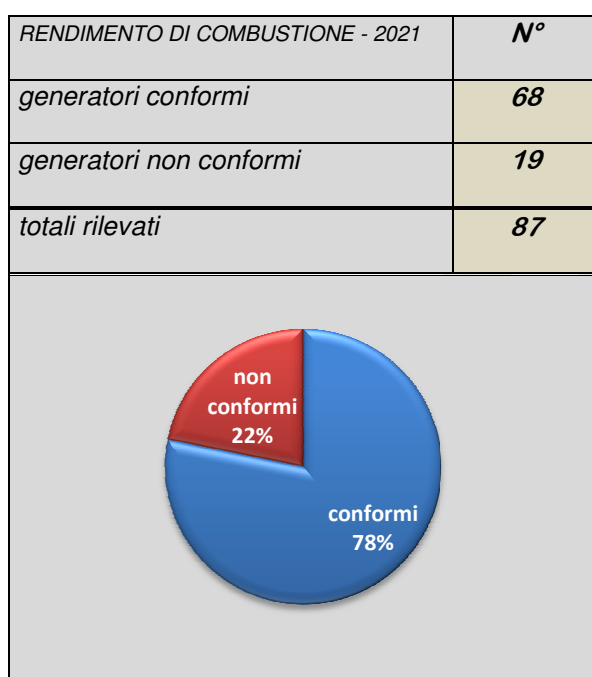


fig. 4.10 - ripartizione quota % conformità dei rendimenti

Si rileva dunque la presenza per il 22 % di generatori i cui rendimenti non soddisfano i requisiti normativi e andrebbero obbligatoriamente sostituite.

Va comunque sottolineato che i valori di rendimento di combustione costituiscono un parametro dell'efficienza del generatore, ma non dell' utilizzo efficiente in termini di risparmio energetico sul combustibile, ciò in particolare riguardo la mancata o inefficiente presenza di adeguati sistemi di regolazione, sia in centrale che in ambiente, di cui si accenna nel proseguito.

Indipendentemente infatti dalle misure di tipo strumentale circa il rendimento effettuate in ottemperanza alle prescrizioni normative ( misurazioni dei parametri fisico-chimici secondo ex allegati F e G del D.lgs 192/05), gli impianti funzionanti a gasolio denotano dei parametri di efficienza complessiva generalmente modesti, se relazionati ai consumi di combustibile. Il fattore determinante, oltre alla superata tecnologia e

<sup>12</sup> il dato ha un grado di attendibilità relativa; non si escludono "forzature" da parte delle ditte manutentrici in fase di prova.

obsolescenza dei generatori, risiede nella limitata, e spesso volte assente, efficienza dei sistemi di regolazione climatica, più che dalle caratteristiche di prestazione degli involucri edilizi. Va dato atto che negli ultimi anni, come accennato, sono stati posti in essere alcuni saltuari interventi di sostituzione di generatori o rinnovo delle centrali, e anche di installazione di valvole termostatiche nei terminali, si è trattato peraltro di interventi sporadici, attuati in termini di assolvimento di adempimenti contrattuali ricompresi nelle tipologie di affidamento Consip, ma privi di una strategia generale.

#### 4.2.1 La termoregolazione dei generatori termici

Nella generalità (salvo eccezioni) le centrali termiche sono dotate di centralina di regolazione climatica con sonda esterna che interviene sulle valvole a tre/quattro vie dei circuiti di mandata/ritorno. Nella realtà le centraline assolvono al più alla regolazione dei periodi di accensione giornalieri e le valvole di regolazione sono scollegate ai servomeccanismi e fissate in posizione di totale apertura. Questo comporta che l'unica limitazione alla circolazione del fluido termovettore è costituita dai dispositivi di sicurezza piuttosto che dai sistemi di regolazione climatica, con ovvio maggior consumo di combustibile anche in assenza di fabbisogno di calore negli ambienti; in taluni casi non è infrequente che gli utenti effettuino una "regolazione" climatica locale semplicemente... aprendo le finestre.

La priorità risiede pertanto nella ristrutturazione impiantistica delle centrali termiche, tramite la predisposizione di circuiti dotati di sistemi di regolazione efficiente (installazione di circuiti primari in centrale, sostituzione di valvole miscelatrici/deviatrici spesso forzate manualmente in posizione di totale apertura, prive di motorizzazione o con servomotori inattivi, centraline di regolazione climatica scollegate da sonde di temperatura esterna, sistemi di regolazione basati esclusivamente sugli apparecchi di regolazione in centrale con meccanismi on-off, con scarsa o nulla modulazione. A ciò si aggiungono ulteriori fattori relativi alle reti di distribuzione e ai terminali quali ad esempio:

- assenza di valvole termostatiche di zona o meglio sui singoli terminali
- assenza o inadeguatezza di coibentazione dei circuiti idraulici
- terminali di tipologia non coerente con le caratteristiche di inerzia termica delle strutture edilizie

Un passo successivo, in coerenza alle annotazioni genericamente e succintamente menzionate, consisterà nella redazione di una analisi più puntuale in termini tecnico-economici degli interventi prevedibili sui singoli impianti, con relativa valutazione dei benefici conseguibili, dei costi di investimento e dei tempi di ritorno dei medesimi. Un esemplificazione di intervento "integrato" è stata svolta nel progetto "Efficientamento energetico di 40 scuole comunali", già predisposto negli scorsi anni e attualmente in fase di sviluppo congiuntamente alla creazione di Comunità Energetiche Rinnovabili<sup>13</sup>, che dovrà rappresentare una best practice successivamente estendibile ai restanti fabbricati scolastici. Ulteriori elementi di valutazione sono riportati nel paragrafo successivo e nei prospetti di sintesi.

<sup>13</sup> Al progetto è dedicato un successivo paragrafo

#### 4.2.2 La riconversione a gas delle centrali termiche

L'argomento è stato già oggetto di ampia trattazione nel precedente Report . Alcune valutazioni sono state anticipate nel paragrafo dedicato ai costi sostenuti per l'acquisto di combustibili.

Attualmente nel territorio comunale è ancora distribuita l'aria propanata il cui costo unitario permane su livelli tali da rendere poco appetibile la trasformazione delle centrali termiche, ove si tenga in conto esclusivamente un criterio economico.

Il costo unitario medio dell'aria propanata aggiornato a ottobre 2021 risultava 1,55 €/mc, riferito allo scaglione medio 481-1560 smc, ( negli scorsi anni si sono rilevate tariffe anche superiori a 2,10 €/mc ) comprensivi di IVA esclusi oneri fissi, mentre quello del gasolio praticato alle P.A, incluso IVA e detratte accise, sempre in media annuale è stato di 1,05 €/ lt. Ovviamente il costo va rapportato all'unità termica generata: in questa ottica resta economicamente vantaggioso l'impiego del gasolio. Il prospetto che

segue fa riferimento al costo della climatizzazione invernale di un generatore medio per un plesso scolastico con generatore da 200 kW

Ipotizzando un generatore di taglia media e inserendo i prezzi dei combustibili normalizzati alla medesima unità, ricavati dalle medie del 2020 e rapportandoli alle prestazioni termiche (Pci) delle due fonti energetiche si ricava un minor costo del gasolio del 34 %; a titolo esemplificativo si è inserito il costo del riscaldamento effettuato con un sistema a pompe di calore centralizzato ( tipo VRF o simile) con COP non particolarmente elevato.

tipo combustibile	prezzo €/kg	pci Kwh <sub>t</sub> /kg - kWh <sub>t</sub> /mc	costo €/ kWh <sub>t</sub>	costo/gg	consumo stagione (kg)	costo stagione	diff +/-
aria propanata	€ 0,939	8,45	€ 0,111	€ 53,34	5.963	€ 5.601	100%
gasolio	€ 0,866	11,85	€ 0,073	€ 35,07	4.251	€ 3.683	66%
elettricità ( pompa di calore)		COP	€/kWh	€ 14,38	12.600	€ 2.898	52%
		3,20	€ 0,230				

fig. 4.11 - comparazione di costi al kWh per tipologia di fonte energetica

Del resto analoghe valutazioni sono state già accennate in precedenza in tema di spesa energetica per i combustibili, ove si è riscontrato che il costo dell'aria propanata rapportata alle potenze dei generatori è superiore di oltre 60 €

Rispetto alla analisi “teorica” è più significativo è il prospetto che segue riferito a dati reali di consuntivo, in cui sono riportati i costi aggregati delle forniture sostenuti nelle scuole primarie e secondarie nel triennio, il dato medio per singolo impianto riferito al triennio e in ultimo la differenza percentuale in più dell’aria propanata

tipo combustibile	n°	media 2017-2019	diff %
aria propanata	10	€ 11.600	46%
gasolio	32	€ 7.934	

fig. 4.12 - comparazione costi storici tra gasolio e a.p.

In sintesi, sommando le tipologie e riferendosi dunque a un campione sufficientemente rappresentativo si rileva a consuntivo un maggior onere del gas di rete di circa il 46 %.

Un ulteriore elemento di comparazione può essere riferito al costo delle due fonti energetiche riferito alla potenza installata. Assumendo in via cautelare il costo medio cumulato del triennio 2018-2020 ( sempre

con l’intento di mitigare l’effetto distorsivo correlato alle chiusure del 2020) si perviene al grafico seguente, nel quale viene rappresentato che il costo sostenuto<sup>14</sup> per unità di potenza ( € 26/kW) riferito al gasolio è inferiore del 68% rispetto a quello dell’aria propanata ( € 44/kW )

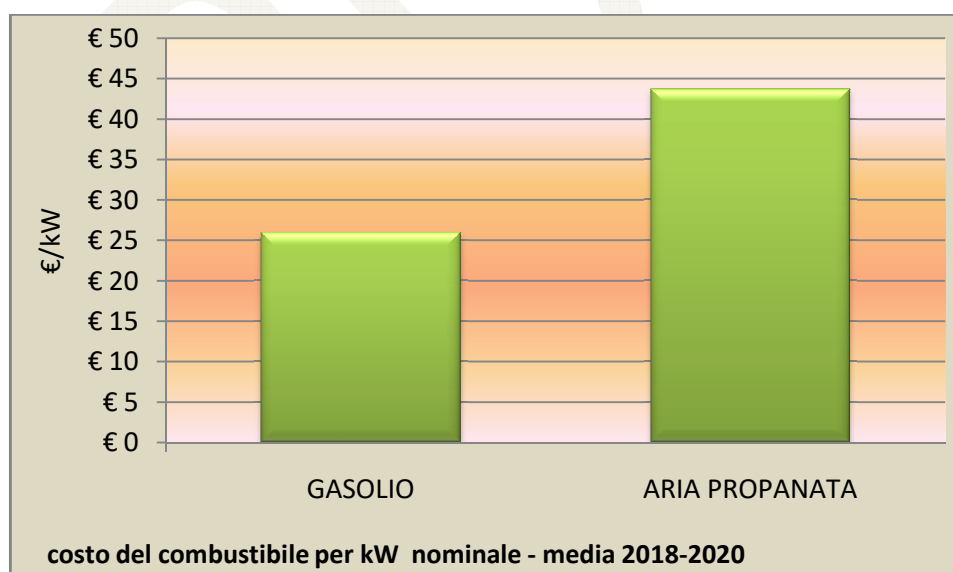


fig. 4.13 - comparazione costo per kWt

<sup>14</sup> Costo sostenuto in prevalenza dal concessionario a fronte del canone di servizio, ma il concetto non muta

Dalle considerazioni sopraesposte risulta tuttora persistere la convenienza del gasolio, a parità di “condizioni al contorno”. Risulta altrettanto evidente che vi sono significativi margini di miglioramento nell’adozione di interventi mirati all’ efficienza degli impianti, sia sul piano della loro modernizzazione che su quello attinente le caratteristiche “medie “ degli involucri edilizi; anche questo ambito sarà oggetto di successive valutazioni di dettaglio.

L’orientamento generale fino ad ora prevalente è quello di progressivo abbandono delle centrali a gasolio, quasi sempre di concezione più datata, in diversi casi obsolete, e mediamente caratterizzate da valori di efficienza relativamente modesti, e la progressiva trasformazione di queste centrali con sistemi ad alta efficienza ( caldaie a condensazione), con contestuale adozione di impianti di telecontrollo remoto, già utilizzati in diversi fabbricati comunali.

Peraltro relativamente alla tipologia di combustibile, giocano ulteriori elementi, oltre quelli strettamente economici dei costi diretti. Le centrali termiche a gas, specialmente se viste in prospettiva di una successiva introduzione del metano nel breve-medio (?) periodo, presentano comunque vantaggi; riducono sensibilmente i “costi indiretti” relativi al loro esercizio sia di tipo manutentivo, che burocratico; si elimina la gestione dei carichi di gasolio con tutte le implicazioni e complicazioni pratiche di gestione e controllo che generano, quantomeno qualora si voglia optare di nuovo per tipologia contrattuale adottata negli anni scorsi di “in house” delle forniture; inoltre le centrali a gas sono generalmente più “pulite” in tema di emissioni in atmosfera, e lo sono anche dal punto di vista propriamente fisico ( ambienti e locali tecnici), oltre a eliminare il rischio, non infrequente, di perdite di gasolio con percolazione nel terreno, problematiche di bonifica , smaltimento dei serbatoi e così via.

Se a queste premesse si dovesse accompagnare una contrattazione con il futuro concessionario del servizio per l’ottenimento di tariffe agevolate al soggetto concedente, o se si intendesse ragionare in prospettiva della presumibile maggiore economicità del gas naturale<sup>15</sup> quando, nel futuro prossimo sarà disponibile, l’opzione di trasformare i restanti impianti troverebbe piena giustificazione.

#### 4.3 L’edificio comunale di piazza De Gasperi

Si riportano gli aggiornamenti e le verifiche di precedenti analisi e proposte redatte dall’ufficio relative alle criticità più volte segnalate circa la inadeguata gestione dei sistemi impiantistici presenti nel fabbricato, e le valutazioni di convenienza di alcuni interventi in rapporto alle attuali quotazioni del costo del vettore elettricità.

Ci si riferisce, nello specifico, al progetto preliminare “*Interventi di riqualificazione energetica del palazzo comunale di via Sonnino*”, approvato con delib. GM 204 del 13.10.2011 nel quadro della partecipazione al bando POR per il finanziamento di operazioni finalizzate al risparmio e all’efficienza energetica negli edifici degli enti pubblici della Sardegna ( EE.11), al progetto preliminare “*Realizzazione di un sistema per la gestione centralizzata degli impianti di climatizzazione presenti negli edifici comunali*” , approvato con delibera GM 328 del 17.10.2012 , ai contenuti del “*Rapporto sull’uso delle risorse energetiche negli edifici e impianti di competenza comunale – ed. 2015* “ (pgf 3.6 – “*La gestione centralizzata degli impianti di*

<sup>15</sup> il prezzo medio del metano per forniture assimilabili alle utenze comunali, in zone metanizzate del nord Italia si colloca intorno a 0,75 / 0,90 €/Smc rispetto ai 2,12 €/Nmc dell’aria propanata, con prestazioni termiche non molto dissimili

climatizzazione - pag. 119-132); si tratta di iniziative dell'ufficio alle quali non ha fatto seguito l'implementazione degli interventi proposti.

Il fabbricato di via Sonnino ( piazza De Gasperi) risulta storicamente il più energivoro tra gli immobili comunali con una media di consumi elettrici nell'ultimo quinquennio 2015-2019 di 1,016 GWh. I costi energetici , pur rilevando un decremento nel 2019 del 6,8% rispetto alla media dell'ultimo quinquennio, rappresentano comunque il 7 % sul complesso di 276 utenze elettriche comunali ( fabbricati e impianti, esclusi quelli della p.i.) . Il grafico che segue, aggiornato al 2019 fornisce la rappresentazione delle 20 principali utenze elettriche in termini di consumi e costi associati.

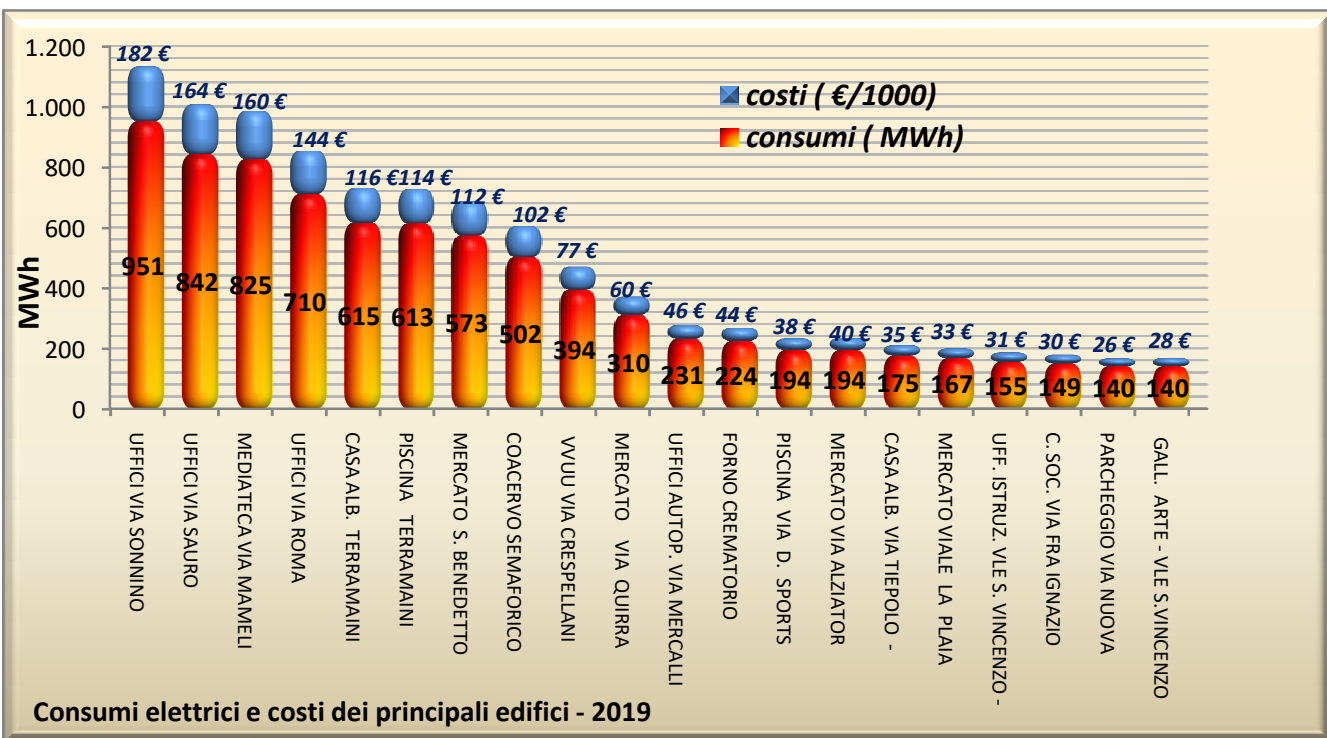


fig. 4.13 - Classifica degli edifici maggiormente energivori

L'edificio è alimentato da una fornitura in MT con potenza contrattuale 558 kW, su cabina di trasformazione proprietaria . Da svariati anni le forniture sono effettuate in ambito Consip. L'attuale fornitore, in scadenza di contratto, è la soc Global Power spa, un società di trading ( non produttrice) aggiudicataria del lotto 7 ( Sardegna).

La rilevazione aggiornata dei dati di consumo di energia e dei relativi costi riferiti all'ultimo triennio è nel prospetto seguente, precisando che il decremento dei consumi rappresentato è riferibile a un fattore di aleatorietà piuttosto che all'adozione di particolari interventi di efficientamento; i dati di consumi e la spesa energetica del fabbricato, estrapolata sugli ultimi 3 anni è indicata nel prospetto seguente.

	2017	2018	2019
consumi (kWh)	<b>1.068.099</b>	<b>957.162</b>	<b>950.604</b>
costi	<b>€ 200.640</b>	<b>€ 186.928</b>	<b>€ 181.757</b>

In modo analogo i costi esposti per la forniture riflettano, oltre che l'elemento quantitativo dei consumi, l'andamento in discesa del prezzo del kWh legato alla riduzione del prezzo del petrolio, particolarmente significativo negli ultimi due anni, a cui è indirettamente collegato l'attuale meccanismo di valorizzazione della componente energia rispetto al PUN medio dei 30 giorni precedenti, meccanismo adottato in Consip da qualche anno in sostituzione del "Consip Power Index".

A titolo esemplificativo l'andamento su base storica del prezzo "medio" del kWh, riferito specificamente all'edificio di via Sonnino e valutato comprensivo delle quote fisse; i prezzi della componente energia rilevati nel 2° trimestre 2020 sono pressochè dimezzati rispetto agli ultime fatture 2019, per cui si può ipotizzare una significativa discesa a consuntivo 2020.

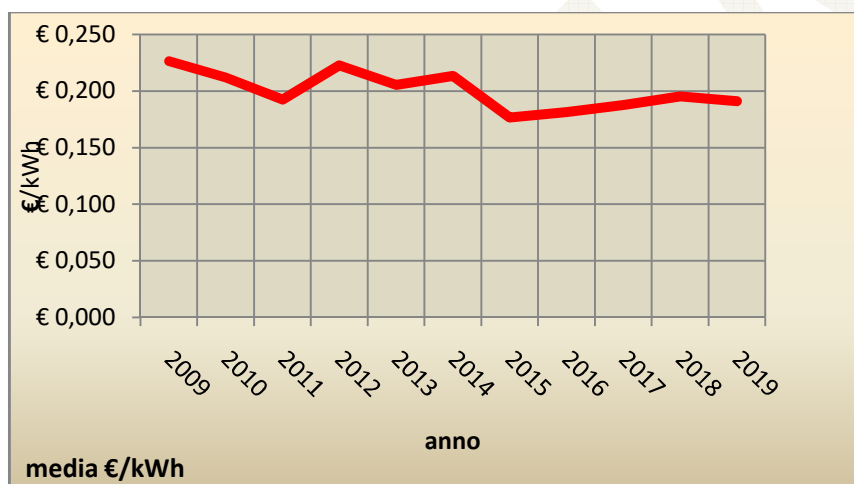


fig. 4.14 - andamento prezzo medio del kWh

#### 4.3.1 Analisi dei consumi elettrici

Verificando gli assorbimenti di energia reattiva si riscontra il rispetto dei parametri normativi necessari onde evitare penali ; nel prospetto che segue sono riportati i valori medi del fattore di potenza correlati alle fasce F1 e F2

MESE/ANNO	kVARh (F1)	kVARh (F2)	% Ea ( F1+F2)	cosφ (F1)	cosφ (F2)
gen-20	7985,435	553,097	15%	0,98	1,00
feb-20	7048,592	332,664	14%	0,98	1,00
mar-20	4820,124	415,394	11%	0,99	1,00
apr-20	1281,923	68,962	4%	1,00	1,00
mag-20	1121,668	22,003	4%	1,00	1,00
giu-20	4051,58	308,45	11%	0,99	1,00

Analizzando complessivamente i dati di fatturazione del 2019 un primo criterio di valutazione adottabile

è quello relativo alla complessiva ripartizione dei consumi elettrici nell'arco della giornata, secondo la suddivisione prevista dal regolatore :

F1 lun-ven dalle 8.00 alle 19.00,

F2 lun-ven dalle 7.00 alle 8.00 e dalle 19.00 alle 23.00, sabato dalle 7.00 alle 23.00 F3 lun-sab dalle 23.00 alle 7.00 e la domenica e i festivi tutta la giornata

	F1	F2	F3
kWh	<b>493.209</b>	<b>181.790</b>	<b>275.605</b>

Coerentemente con quanto riportato in precedenti analisi si evidenzia che la somma delle componenti F2 e F3 incidono per quasi il 50% sul totale dei consumi rilevati, con la componente "notturna /festiva" che da sola rappresenta il 30%. Si tratta comunque di orari nella generalità non lavorativi, come rappresentato nel grafico che segue

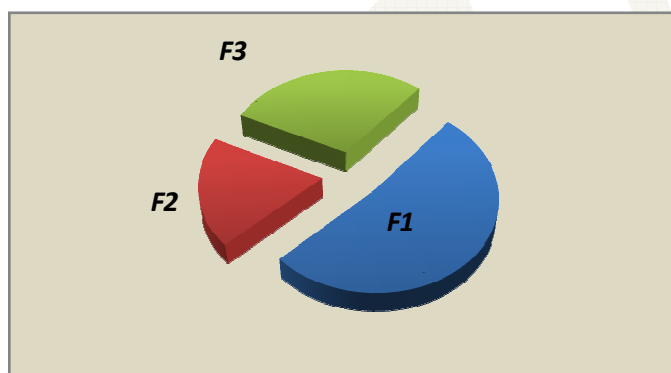


Fig. 4. 15 - consumi energia elettrica - ripartizione % per fasce orarie

L'andamento mensile dell'ultimo anno è indicato dal grafico seguente, nel quale si evidenzia che l'incidenza delle componenti F2 e F3 si accentua in corrispondenza dei mesi di funzionamento dell'impianto di climatizzazione e decresce nei periodi di fermo impianto ( ottobre, aprile, maggio)

Dal grafico sotto riportato si riscontra che i valori cumulati dei consumi relativi alle due componenti tariffarie oscillano tra 30.000 kWh ( aprile 2020) e 40.000 – 50.000 kWh durante le stagioni con accensione degli impianti.

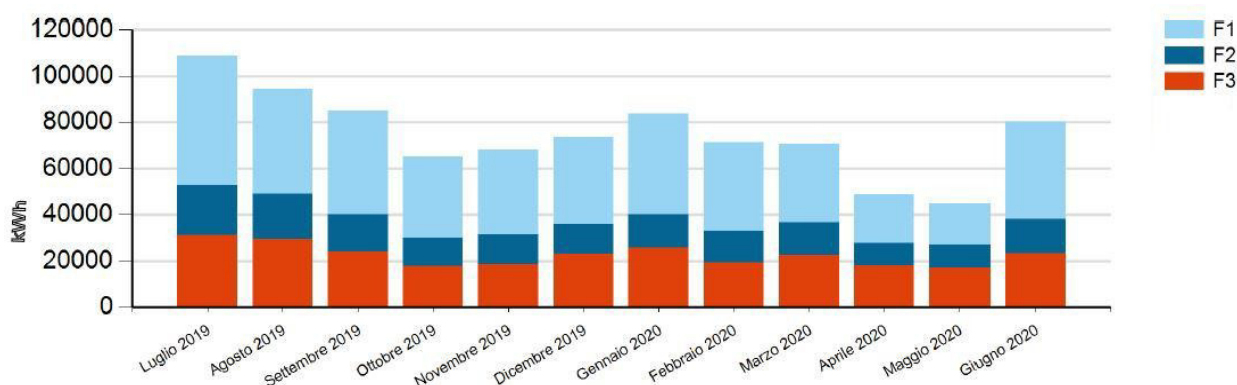


fig. 4. 16 – ripartizione dei consumi per fasce orarie - 2019

Tali premesse già di per se mettono in evidenza le criticità nell'uso della fornitura elettrica, ove ci si riferisce all'uso non regolato degli impianti e all'anomalo assorbimento degli utilizzatori in assenza di personale. Le considerazioni, come già in passato rappresentato, tengono già conto della presenza nel fabbricato di utenze in uso continuativo h24.

In particolare è da valutare la sala macchine del CED con il relativo sistema di raffrescamento operante nell'arco della giornata in via continuativa in tutti i mesi dell'anno; relativamente a questa utenza è presente un analizzatore di rete nel quadro dedicato all'alimentazione delle apparecchiature, che indica valori di potenza istantanea tra 5,30 e 6,50 kW; sono presenti anche 3 condizionatori (alimentati dal quadro di piano) che raffrescano il locale in cascata; si tratta di macchine Toshiba SM140 AT-E da 42.000 btu che assorbono una potenza (media dell'inverter) di 4,52 kW ciascuna; ipotizzando fattori di contemporaneità tra 0,5 e 1 da questi dati si ricava un consumo elettrico medio mensile attribuibile al solo CED di 13.000 – 15.000 kWh.

Vi sono inoltre ulteriori utilizzatori sotto carico h24 (autoconsumo apparati di cabina MT, illuminazione di sicurezza, ausiliari elettrici di sistemi di soccorso, etc) che possono essere oggetto di valutazione più dettagliata, ma che in generale non pregiudicano gli esiti complessivi dell'analisi.

Un grado di approfondimento maggiore è consistito nell'analizzare le curve di carico relative a giornate rappresentative nell'arco di 4 mesi presi a campione: i mesi di ottobre e aprile nei quali si da per

acquisito il fermo dell'impianto di climatizzazione in quanto le macchine sono di regola disalimentate, e i 2 mesi relativi a funzionamento a carico massimo estivo (luglio) e a massimo carico invernale (gennaio). Sono stati scaricati i dati tabellati dal sito del distributore, e selezionati i giorni rappresentativi sia di giornate lavorative infrasettimanali che giornate festive durante le quali si suppone la totale assenza di personale durante le 24 ore. I giorni scelti sono comunque rappresentativi dell'andamento generale e i dati relativi non si discostano rispetto a giornate di analoghe caratteristiche del periodo. Di seguito la rappresentazione grafica delle curve mediante comparazione dei giorni di riferimento.

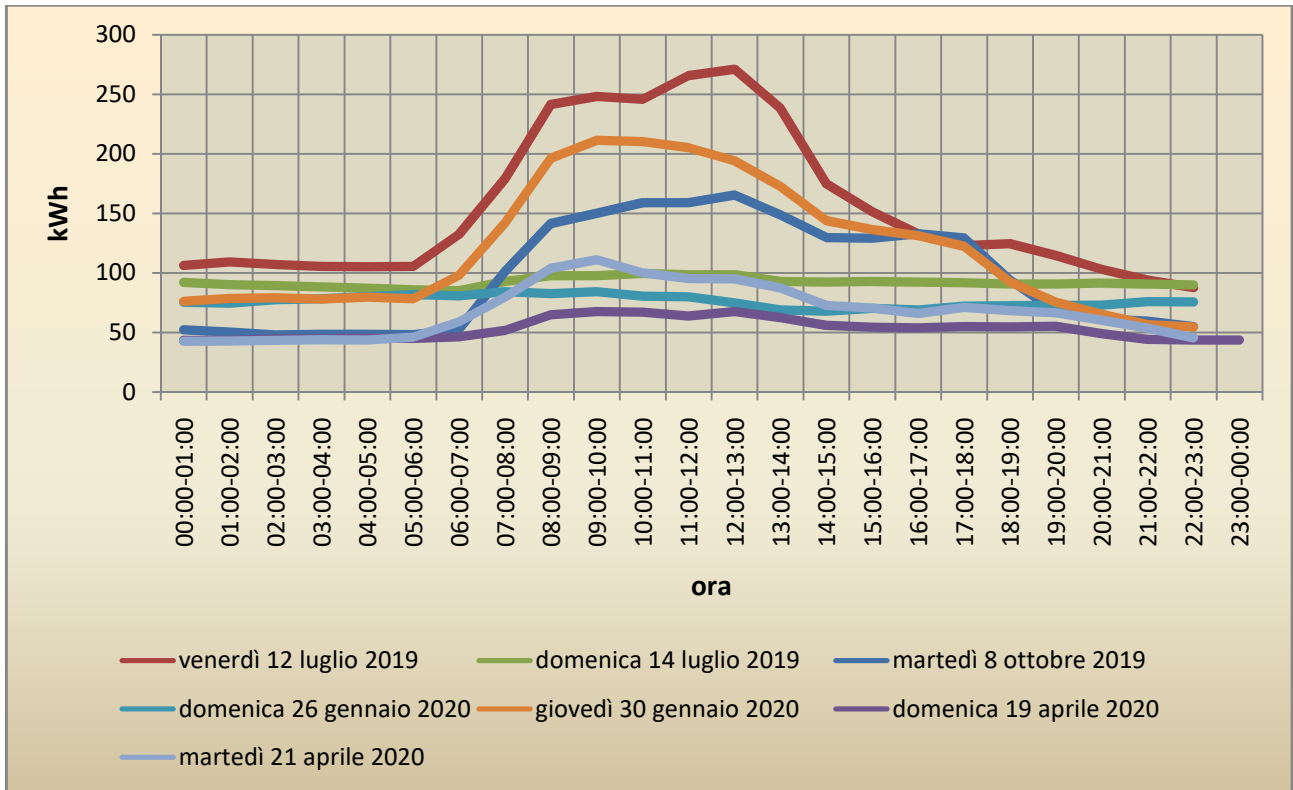


fig. 4. 17 – curve di carico - 2019-2020

Il carico base ( “base load” ) nella situazione attuale è relativo ai mesi di aprile e ottobre; gli assorbimenti di potenza variano da 42 kW a 52 kW tra le 0:00 e le 7:00. In questa fascia oraria inoltre non si rilevano particolari scostamenti tra i giorni lavorativi e quelli festivi; ad es.

ORE	00:00-01:00	01:00-02:00	02:00-03:00	03:00-04:00	04:00-05:00	05:00-06:00	06:00-07:00
domenica 19 aprile 2020	43,472	43,536	44,692	44,852	45,272	45,07	46,3
martedì 21 aprile 2020	42,656	42,946	43,426	43,972	43,716	46,172	59,12

Si può assumere quindi un carico base intorno a 43 kW.

I dati sono resi ancora più affidabili anche in relazione alla ridotta presenza del personale in orario lavorativo durante il periodo di pressoché totale smart working, con conseguenti carichi al minimo anche durante l’orario lavorativo.

Verificando le curve nei medesimi orari F3 nelle giornate di venerdì 12 luglio 2019 si evidenzia uno scarto medio di oltre 60 kW, pressoché costante nella fascia oraria 0:00 – 07:00; nella giornata di domenica 14 luglio 2019 il picco di potenza massimo registrato è di 91 kW, cioè doppio del base load.

Riportando i dati cumulati di consumo elettrico si rileva che nelle ore notturne esaminate durante il periodo di climatizzazione estiva l'energia fatturata risulta del 110% più alta di quella risultante nel periodo di fermo impianto, e di quasi il 90 % raffrontando lo stesso periodo con la giornata lavorativa del 8 ottobre 2019. Rispetto ai medesimi periodi "base" il consumo in orario extra lavorativo risulta del 50% maggiore ( es. giovedì 20 gennaio 2020 rispetto a martedì 21 aprile 2020 e del 55% rispetto alla giornata di domenica 19 aprile 2020

MEDIE CONSUMI PER FASCE	19:00-07:00	07:00-19:00
venerdì 12 luglio 2019	<b>1.382</b>	<b>2.527</b>
<b>domenica 14 luglio 2019</b>	<b>1.160</b>	<b>1.221</b>
martedì 8 ottobre 2019	<b>737</b>	<b>1.692</b>
<b>domenica 26 gennaio 2020</b>	<b>728</b>	<b>987</b>
giovedì 30 gennaio 2020	<b>993</b>	<b>2.057</b>
<b>domenica 19 aprile 2020</b>	<b>639</b>	<b>765</b>
martedì 21 aprile 2020	<b>663</b>	<b>1.081</b>

#### 4.3.2 La regolazione impianto clima

Da quanto premesso si perviene alla conclusione che una componente significativa e comprimibile dei consumi elettrici del fabbricato è correlata al funzionamento non regolato dell'impianto di climatizzazione; la permanenza in funzionamento di una o più unità moto condensanti è conseguenza del mancato intervento di spegnimento da parte del singolo utente dell'edificio sul proprio terminale locale. Posto che sono presenti 220 unità collegate da linea gas a gruppi di 16 alle unità esterne, è sufficiente il mancato intervento manuale sul quadretto di comando locale ( o per lo spegnimento al termine della giornata lavorativa, o quantomeno mediante la programmazione oraria che preveda lo spegnimento nel periodo notturno) per determinare la permanenza in funzione (assorbimento) di una o più moto condensanti, con potenza nominale di 10,2 kW ciascuna Si ripropone la medesima valutazione condotta in modo parallelo a partire dai dati di consistenza delle macchine per la climatizzazione, per definire gli extracosti legati a questo specifico ambito di inefficienza energetica.

Considerati che le quotazioni del mercato elettrico del 2° trimestre 2020 hanno subito un forte ribasso legato alla ridotta domanda a seguito del fermo produttivo causato dalla pandemia, si adottano i valori rilevati nella fattura di ottobre 2019 emessa dall'attuale fornitore Consip; si tiene conto esclusivamente delle componenti variabili, nella considerazione che le quote fisse su trasporto e dispacciamento sono definite dal massimo impegno di potenza rilevabile ovviamente in F1, e dalle quote fisse per trasporto e oneri di sistema, associate comunque al POD del contratto in essere. I valori sono riportati nello specchio seguente.

**COSTI Kwh ( ottobre 2019)**

**F1**

**F2**

**F3**

componente energia + margine PUN	€ 0,060670	€ 0,058890	€ 0,045680
dispacciamento - quota variabile	€ 0,011505	€ 0,011505	€ 0,011505
trasporto - quota variabile	€ 0,007500	€ 0,007500	€ 0,007500
oneri di sistema - quota variabile	€ 0,049037	€ 0,049037	€ 0,049037
componente imposta erariale	€ 0,012500	€ 0,012500	€ 0,012500
Iva su componenti variabili	€ 0,031067	€ 0,030675	€ 0,027769
sommano componenti variabili	€ 0,172279	€ 0,170107	€ 0,153991

Dalle considerazioni che precedono si effettua una simulazione relativa alla consistenza degli apparecchi, alla potenza assorbita e al fattore di contemporaneità, assunto prudenzialmente a 0,20 per le unità esterne, 0,15 per gli apparecchi di trattamento aria primaria, e 0,15 relativamente ai terminali locali.

Si sono quantificate le ore mensili del “mese tipo” relative alle tre fasce tariffate, considerando che approssimando in difetto, sui conteggi non sono computate giornate festive extradomenicali .

descriz.	pot. (kw)	N°	fc	fu	kW	F1	F2	F	tot
motocondensanti PUY 250	10,2	22	20%	70%	31		€ 1.101	€ 1.640	€ 2.741
guf	0,35	21	25%	100%	2		€ 64	€ 96	€ 160
terminali	0,25	220	15%	100%	8		€ 289	€ 431	€ 720
somma potenze					42				
prezzo kWh per fascia oraria ( Global Power - ott. 2019 )						0,1722	0,1701	0,153	
ore/mese fasce orarie F2 - F3						230	206	339	
extraconsumo elettrico ( kWh/mese)							8.550	14.070	
stima extracosti mensili - s.d.f.							€ 1.454	€ 2.167	€ 3.621
stima extracosti base annua =									<b>€ 30.779</b>

Fig. 4. 18 - prospetto stima extracosti situazione attuale

Sulla base delle considerazioni che precedono si può notare che l'incidenza dei consumi nelle componenti orarie F2 + F3 assume valori nell'ordine di 22.500 kWh/mese nei periodi di accensione impianto, dato compatibile con quello complessivo per le medesime fasce orarie riportato in precedenza; in realtà può essere considerata una stima prudenziale, dal momento che si basa sul presupposto di 4 motocondensanti

su 22 in funzione h24.

L'extracosto su base annua, valutato con criteri prudenziali, rappresenta quindi il **16%** dell'importo medio annuo legato alla fornitura elettrica. In termini molto semplificati, prescindendo da valutazioni di attualizzazione finanziaria, la configurazione impiantistica installata all'inizio dell'anno 2000, proiettata nell'arco temporale dalla realizzazione dell'impianto, ha comportato un maggior esborso di circa € 600.000 a carico del bilancio comunale. Valutazioni analoghe sono state condotte in precedenza con riguardo ai principali fabbricati comunali per uffici ( vd. documenti citati) pervenendo a conclusioni analoghe, per cui la sommatoria degli extracosti dovuti a inefficienza di gestione dei sistemi impiantistici hanno rappresentato un aggravio ben più consistente sul bilancio comunale negli ultimi anni.

#### 4.3.3 Ipotesi di intervento

Si conferma quindi l'opportunità di installare un sistema centralizzato di gestione dell'impianto che consenta una regolazione puntuale sia dal punto di vista termostatico ( evitando set point nei quadretti locali a valori di temperatura fuori norma, come spesso riscontrato negli anni), e sia dal punto di vista del funzionamento orario (evitare la permanenza di carichi durante le ore extralavorative) .

La tecnologia BEMS dedicata alla gestione dei sistemi di climatizzazione negli edifici del terziario, di cui era

prevista già in origine la predisposizione di canalizzazione per il passaggio di linee di segnale, è disponibile da anni; al netto di specifiche tecniche e evoluzioni delle prestazioni l'intervento è stato oggetto di precedenti attività di reportistica e di proposta progettuale da parte dell'ufficio.

In estrema sintesi le caratteristiche di un centralizzatore includono:

- Ottemperanza alle prescrizioni normative, che prevedono espressamente la presenza di sistemi di controllo degli impianti finalizzati al risparmio energetico.
- gestione centralizzata dei profili ( in termini di orari di accensione e temperatura regolata con eventuale inibizione della gestione locale dai singoli terminali, evitando conseguentemente l'uso indiscriminato e ridondante sulle effettive necessità. Peraltro la base software dei sistemi consente una sufficiente elasticità nella definizione dei profili di funzionamento (ad esempio permette di gestire agevolmente eventuali funzionamenti dell'impianto "fuori orario" in caso di esigenze particolari del personale dipendente, lavoro straordinario etc.
- Riduzione della frequenza e casistica di guasto e conseguenti risparmi su interventi manutentivi e sulle riparazioni di natura straordinaria
- Implementazione di telecontrollo remoto ( rilevazione guasti, modifica profili etc) per la supervisione, regolazione, segnalazione dei guasti o malfunzionamenti delle unità locali

- possibilità di accesso ai protocolli standard di comunicazione da parte del software di gestione prevede la installazione di misuratori elettronici di energia sui quadri elettrici generali, al fine di monitorare in tempo reale i parametri di funzionamento e i consumi elettrici complessivi dell'edificio ( non solo quelli relativi alla climatizzazione), con relativa archiviazione dei dati.
- Regolamentazione chiara e trasparente degli orari e periodi di accensione degli impianti di climatizzazione, finalizzata a ridurre il tasso di lamentela dell'utenza

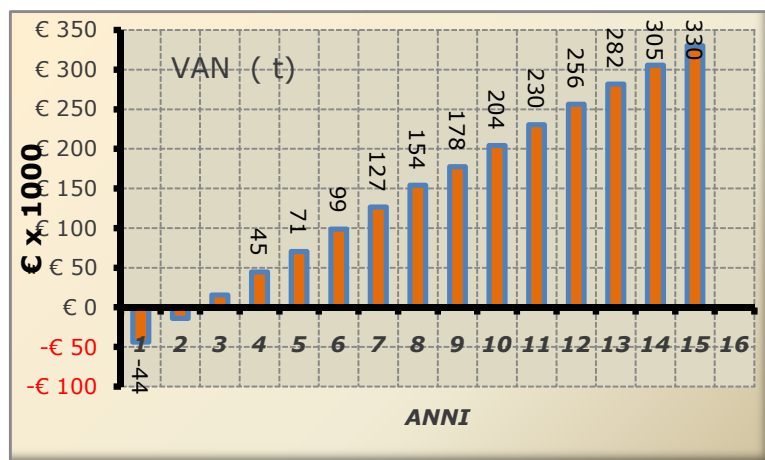
#### 4.3.4 Aspetti economici e finanziari

La valutazione economica di massima dell'implementazione del sistema centralizzato di gestione dell'impianto clima prevede una spesa stimata a quadro economico di € 44.000 incluso voci accessorie e IVA . Gli importi stimati per lavori e forniture e posta a base dei calcoli di convenienza finanziaria, in via preliminare, non includono il recupero legato all'incentivo del Conto Termico 2.0, di cui si accenna nel seguito. Per quanto precede risulta comunque intuitivo sulla base del risparmio economico precedentemente stimato, che tutti gli indicatori di convenienza risultano largamente favorevoli, ( e lo sarebbero a maggior ragione considerando un recupero del 40% dal CT2) con un tempo di ritorno dell'investimento contenuto in 2 anni. I risultati dell'analisi sono sintetizzati nel prospetto che segue; per completezza si inseriscono i parametri finanziari di convenienza ;

Si considera una vita utile dell'impianto di 15 anni; I flussi attualizzati considerano i risparmi conseguibili, aggiornati progressivamente al tasso di inflazione del prezzo dell'energia del 1,5%, e un tasso di sconto del

3%; nella valutazione dei costi si sono considerate le somme per aggiornamenti e riparazione guasti, mentre si sono esclusi i ratei di ammortamento dell'investimento, considerando che la pubblica amministrazione non utilizza i medesimi criteri fiscali del privato ( anche considerando l'ammortamento del capitale i risultati non si discostano di molto). Il tasso interno di rendimento risulta di conseguenza particolarmente elevato.

<b>RIEPILOGO INTERVENTO IMPIANTO CLIMA</b>	
investimento ( Q.E.)	€ 43.699
tasso di sconto	3%
vita utile ( anni)	15
tasso inflazione energia	1,5%
riduzione consumi elettrici (kwh/anno)	192.265
quota riduzione su consumi tot.	19%
riduzione emissioni co2 (ton/anno)	93
risparmio su costo vita utile impianto attuale	€ 513.447



% riduzione spesa energetica	16%
VAN	€ 330.077
TIR	66%
PAYBACK <i>attualizzato - anni</i>	2

fig. 4.19 – impianto clima - riepilogo dati output - simulazione VAN e PBA

#### 4.3.5 Il relamping

Si valuta quindi la convenienza di un intervento di sostituzione degli apparecchi di illuminazione artificiale negli uffici.

L'impianto di illuminazione interna ( esclusi apparecchi e proiettori delle aree esterne) ha una potenza di 102 kW; di queste il 96 %, per una potenza nominale di 98 kW, sono rappresentati da 1.362 apparecchi a incasso dotati di tubi fluorescenti 4 x 18 W, equipaggiati con alimentatore ferromagnetico. Stante la consistenza residuale delle ulteriori tipologie di apparecchi presenti se ne trascura pertanto in prima analisi la presenza.

Vengono adottati i seguenti criteri:

- vita utile degli apparecchi a led di 50.000 ore pari a circa 15 anni.
- numero di ore di funzionamento annuale calcolato su fattori di contemporaneità variabili da 0,1 a 0,7 in relazione alle diverse fasce orarie lavorative o extralavorative nell'arco delle 24 ore
- comparazione dei costi basati sulle medesime ore di accensione tra stato di fatto e situazione ex post ( in assenza di sistemi di gestione on/off e regolazione del flusso luminoso )
- oneri manutentivi degli attuali apparecchi riferiti a tasso di rimpiazzo dei tubi fluorescenti su un ipotesi di durata, prima del decadimento dell'efficienza luminosa secondo normativa, di 11.000 ore
- oneri manutentivi degli apparecchi a led correlati a un tasso di mortalità per guasto e sostituzione delle piastre led del 1 % all'anno
- tasso di inflazione sul costo dell'energia ( e dei ricambi) dell'1,5%.

Rinviano a una successiva fase di approfondimento la verifica illuminotecnica rispetto ai parametri di norma per gli ambienti a uso ufficio, l'ipotesi di intervento consiste nella sostituzione degli attuali apparecchi con piastre led dim 60x60 da 36 W, con flusso luminoso 3700 lm, efficienza luminosa 120 lm/W, rifasate con fattore di potenza > 0,9, dimmerabili in funzione di un eventuale successiva implementazione dell'impianto in termini di regolazione.

I risultati della simulazione sono riportati nei prospetti seguenti.

IPOTESI RIQUALIFICAZIONE IMPIANTO ILLUMINAZIONE						
<i>numero apparecchi</i>		<b>1.362</b>		tariffe e.e. (Global Power ott.2020)		
<i>vita tecnica impianto</i>		<b>15</b>		<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
<i>durata lampada FL - ore</i>		<b>11.000</b>		€/kWh	€/kWh	€/kWh
<i>Durata piastra LED - ore</i>		<b>50.000</b>		€ 0,17228	€ 0,17011	€ 0,15399
<i>% incr prezzo energia</i>		<b>1,5%</b>				
<i>media consumi elettrici 2017-2019 - kWh</i>		<b>991.955</b>				
<i>media costi energia 2017-2019</i>		<b>€ 189.775</b>		<b>n° ore F1</b>	<b>n° ore F2</b>	<b>n° ore F3</b>
<i>lampada fluorescente 18W ( €/cad)</i>		<b>€ 6,20</b>		<b>2760</b>	<b>2472</b>	<b>4068</b>
<i>piastra LED 36W - 600 mm ( €/cad)</i>		<b>€ 145,00</b>		<b>Cu ( F1)</b>	<b>Cu (F2)</b>	<b>Cu (F3)</b>
<i>ore di utilizzo effettivo ( Cu)</i>		<b>3.328</b>		<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>
COMPARAZIONE COSTI						
<i>locale</i>	<i>tipo</i>	<i>pot ( W)</i>	<i>manut. 1° anno</i>	<i>energia 1° anno</i>	<i>costo tot 1° anno</i>	<i>costo 15 anni</i>
<i>stato attuale</i>	<i>FL 4x18</i>	<i>78</i>	<i>€ 5.067</i>	<i>€ 59.884</i>	<i>€ 64.951</i>	<i>€ 1.083.514</i>
<i>ipotesi relamping LED</i>	<i>LED 36 W</i>	<i>40</i>	<i>€ 0</i>	<i>€ 30.710</i>	<i>€ 30.710</i>	<i>€ 485.679</i>

La comparazione evidenzia una riduzione dei costi, riferita al primo anno post intervento del **110 %** rispetto alla componente attuale dell'illuminazione.

I dati impostati forniscono i risultati sintetizzati nel prospetto seguente, che è stimato in € 245.000 a

quadro economico riferito al singolo intervento.

Anche in questa simulazione la somma indicate per lavori e forniture e conseguentemente l'importo del q.e. è al lordo dell'incentivo del Conto Termico 2.0, che viene preso in considerazione nel seguito relativamente all'insieme dei due interventi proposti.

Pur risultando comunque conveniente in termini di risparmio energetico sul dato complessivo attuale ( - 17%) e di spesa correlata alla fornitura ( - 18%), il tempo di rientro, riferito ai flussi di cassa attualizzati resta di 8,5 anni.

RIEPILOGO	
investimento ( Q.E.)	€ 244.777
tasso di sconto	3%
vita utile ( anni)	15
tasso inflazione energia	1,5%
riduzione consumi elettrici (kwh/anno)	172.223
quota riduzione su consumi tot.	17%
riduzione emissioni co2 (ton/anno)	83
risparmio su costo vita utile impianto attuale	€ 589.779
% riduzione spesa energetica	18%
VAN	€ 192.821
TIR	9%
PAYBACK attualizzato - anni	8

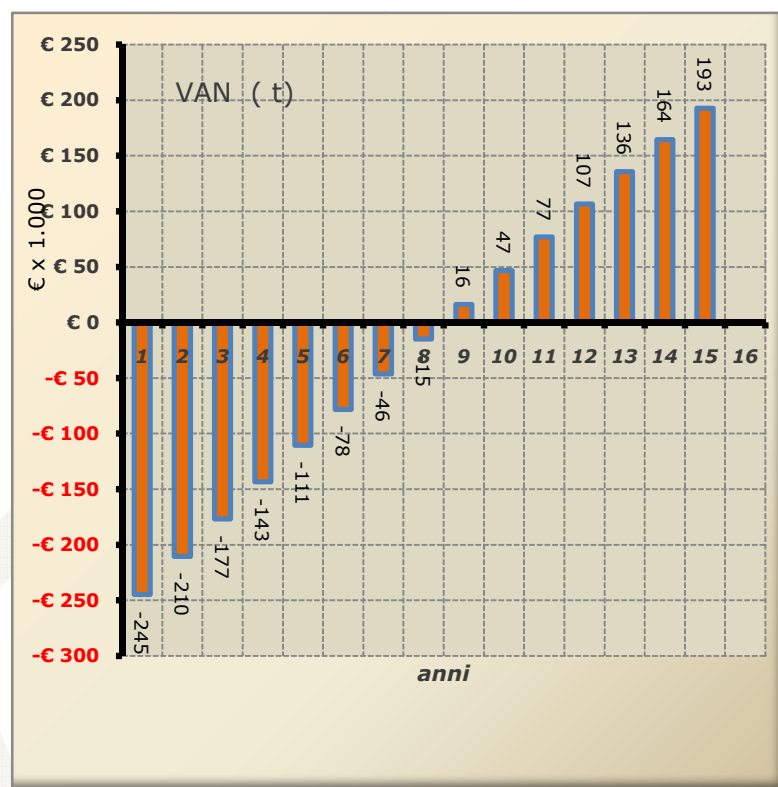


fig. 4.20 – impianto illuminazione - riepilogo dati output - simulazione VAN e PBA

Come in molti altri fabbricati comunali adibiti a uffici è diffuso l'utilizzo dell'illuminazione artificiale in orario di lavoro indipendente dalle condizioni di illuminazione naturale, per cui sarebbe anche in questo caso opportuno affiancare il relamping con l'installazione di sistemi di regolazione; peraltro è abbastanza

trascurabile la permanenza dell'accensione delle luci in assenza del personale in orario extralavorativo, ( mentre costituisce prassi abituale durante l'orario lavorativo anche in caso di assenza temporanea dall'ufficio) .

Si è condotta pertanto una simulazione di massima considerando l'installazione di apparecchi dimmerabili con predisposizione al protocollo DALI, multisensori di regolazione presenza e apporto luce naturale, cablaggi e centraline di gestione.

La simulazione è stata impostata ipotizzando una riduzione del coefficiente di utilizzo a 0,4 in F1 , 0,2 in F2 e 0 in F3; a fronte di un importo complessivo di QE di € 535.000 ( escluso ct2 ) , risulta comunque positiva la valutazione di convenienza finanziaria, seppure con periodo di recupero di 13 anni riferito all'intervento specifico. Gli esiti della simulazione sono i seguenti

RIEPILOGO	
investimento ( Q.E.)	€ 535.405
tasso di sconto	3%
vita utile ( anni)	20
tasso inflazione energia	1,5%
riduzione consumi elettrici (kwh/anno)	172.223
quota riduzione su consumi tot.	17%
riduzione emissioni co2 (ton/anno)	83
risparmio su costo vita utile impianto attuale	€ 1.145.231
% riduzione spesa energetica	18%
VAN	€ 304.163
TIR	5%
PAYBACK attualizzato - anni	13

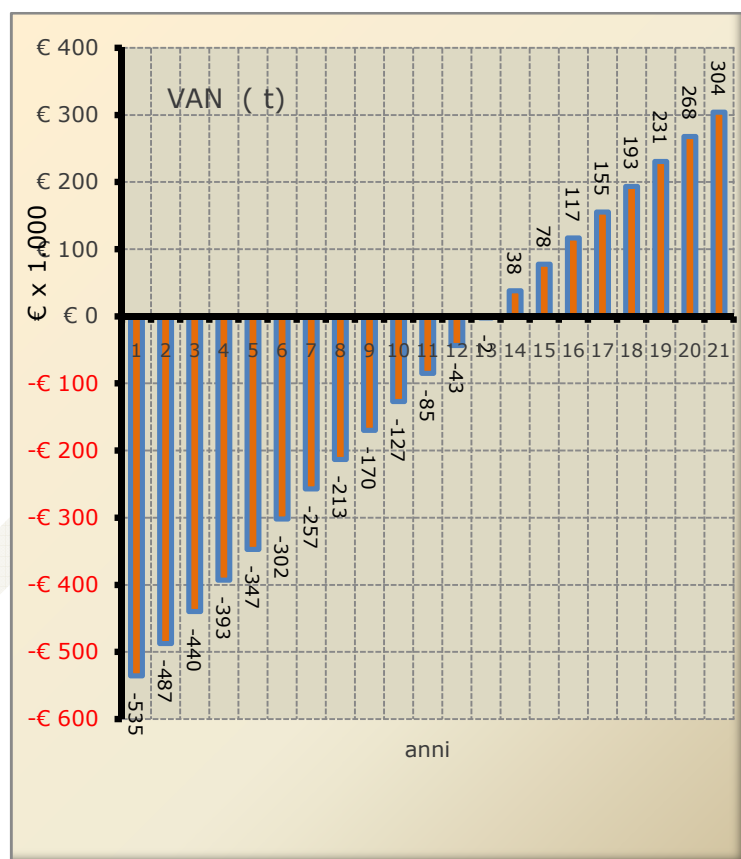


fig. 4.21 – interventi di progetto complessivo - riepilogo dati output - simulazione VAN e PBA

Considerando l'entità economica non trascurabile di un intervento complessivo, oltre ad aspetti di difficile gestione dell'utenza, pur risultando nel complesso sostenibile, al momento si ritiene opportuno tralasciare detta soluzione prendendo in considerazione l'ipotesi di semplice relamping.

#### 4.3.6 Misurazione e monitoraggio

Un aspetto di interesse riguarda la misurazione e il monitoraggio delle prestazioni energetiche post interventi; queste possono essere ovviamente rilevate in maniera complessiva dai dati di fatturazione o dalle curve di carico rese disponibili dal distributore; un affinamento potrebbe consistere nella ripartizione dei carichi per tipologia di impianto e per ambito organizzativo, ad es: consumi elettrici ripartiti per centro di responsabilità, ma quest'ultima ipotesi è resa di difficile attuazione stante la non coincidenza tra distribuzione delle linee facenti capo ai diversi quadri di zona, e la distribuzione fisica- organizzativa degli spazi nei piani dell'edificio. Ad ogni modo l'implementazione consisterebbe nel ricablaggio di tutti i quadri di zona con inserimento di bobine Rogowski collegati a moduli EMS a loro volta cablati su due nuovi interruttori "sotto generali" dell'alimentazione luci e di quella FM; analogamente sui due sotto quadri generali CDZ. Una stima di massima del sistema completo viene quantificata in € 38.000, inclusi ricablaggi di 14 quadri elettrici, dispositivi di protezione, misurazione e moduli di conversione su

protocollo ethernet, le dorsali in cavo schermato multi coppia per trasmissione dati, web server e apparati di elaborazione output.

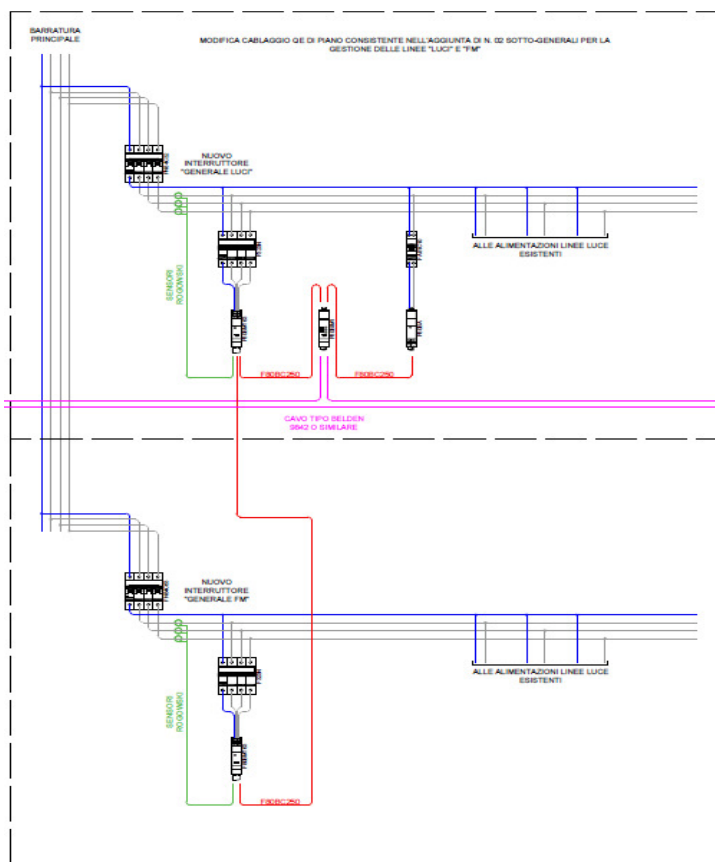


Fig. 4.22 - Schema di cablaggio sensori di misura nei quadri elettrici

### Conclusioni

I due interventi esaminati sono quelli che consentono i maggiori benefici in termini di contenimento dei costi della fornitura elettrica, e non ultimo aspetto con riferimento alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> riferite al fabbricato, che riferite alla media dell'ultimo triennio sono quantificate in **480 t/anno**. Non sono proponibili interventi sull'involucro, per quanto gli infissi risultano ancora dell'epoca della costruzione e sono di qualità molto scadente. La loro sostituzione, valutata in precedenti diagnosi

energetiche a cura dell'ufficio comporterebbe una spesa stimata di 700.000 Euro, e un beneficio in termini di miglioramento delle prestazioni energetiche abbastanza contenuto; peraltro a un intervento di riqualificazione che coinvolgesse le componenti trasparenti ( e/o opache ) del fabbricato dovrebbe necessariamente affiancarsi il complessivo rifacimento dell'impianto di climatizzazione, del tutto auspicabile anche in considerazione dell'ormai evidente **obsolescenza delle macchine**, oltre che per l'impiego del gas R22 da anni bandito. La proposta di riqualificazione citata in premessa, riaggiornata in termini economici nel 2017, prevedeva un complessivo intervento sulle componenti opache ( cappotto) e trasparenti ( sostituzione infissi) , il retrofit dell'impianto clima con implementazione del sistema di

gestione, la realizzazione di un impianto fotovoltaico da 55 kW sulle coperture dell'edificio, con una stima di q.e. di € 1.650.000

Considerando però il recente intervento di rinnovo delle facciate, e scorporando le voci relative alle componenti opache e al FV ( la cui producibilità, se riferito alle superfici disponibili in copertura risulterebbe comunque modesta rispetto all'autoconsumo del fabbricato anche valutato post intervento) e inserendo solo l'intervento di sostituzione delle chiusure trasparenti, il relamping e i sistemi di gestione degli impianti di illuminazione e climatizzazione, la stima di massima porta a un importo complessivo di € 1.750.00 ( dal quale detrarre la componente incentivata CT2)

Restando comunque in un campo di maggiore praticabilità in termini economici e di costi/benefici l'ipotesi proposta è quella di implementare in parallelo **solo i due interventi analizzati in precedenza**; questi sono ovviamente attuabili anche separatamente e non sono mutuamente interagenti in termini di riduzione del consumo energetico, risultando inoltre di entità economica tale da non impattare particolarmente nel bilancio comunale. La simulazione dei parametri di convenienza è stata svolta considerando la sommatoria dei flussi di cassa positivi e negativi, con criterio uniforme relativamente ai dati di ingresso assunti per i singoli interventi.

Σ Interventi gestione clima + relamping led	
investimento ( Q.E.)	€ 253.187
tasso di sconto	3%
vita utile ( anni)	15
tasso inflazione energia	1,5%
riduzione consumi elettrici (kwh/anno)	364.488
quota riduzione su consumi tot.	37%
riduzione emissioni co2 (ton/anno)	176
risp. costo vita utile impianto attuale	€ 1.103.226
% riduzione spesa energetica ( 1° anno)	34%
VAN	€ 457.916
TIR	14%
PAYBACK attualizzato - anni	6

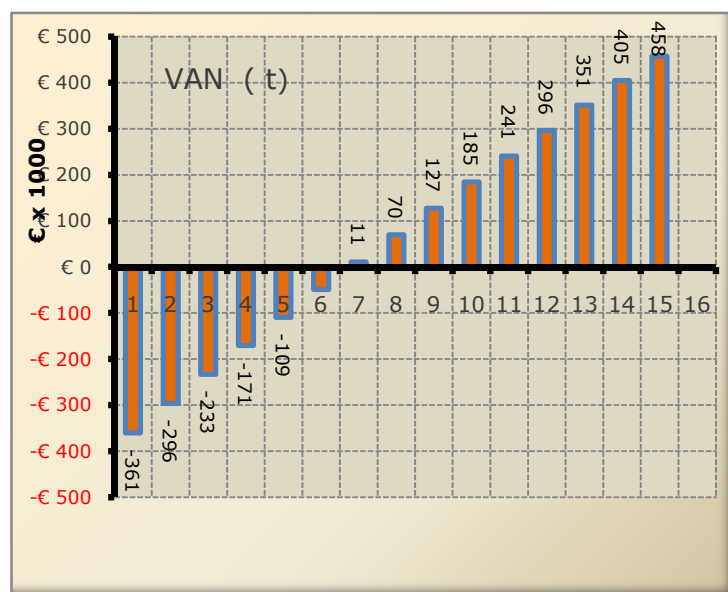


fig. 4.23 – interventi di progetto complessivo - riepilogo dati output - simulazione VAN e PBA al netto dell'incentivo



bollette energetiche e ai canoni manutentivi assommano a circa € 240.000 iva inclusa.

L'eventualità di bandire una gara rivolta a E.S.Co. basata su ipotesi contrattuale di EPC è pur sempre percorribile, ma presuppone un periodo di affidamento dei servizi di gestione più lungo dei 4/5 anni precedentemente ipotizzati in termini di PBT, in conseguenza dell'esigenza di profittabilità sostenibilità minima di un PEF da parte del privato.

La spesa relativamente non eccessiva, i tempi di esecuzione piuttosto rapidi ( orientativamente non superiori a 6 mesi), la relativa fattibilità senza incidere sull'operatività dei servizi, e di conseguenza i tempi immediati nel trarre i benefici degli Interventi in termini di risparmio energetico fanno propendere per un appalto di lavori e forniture espletabile mediante procedura negoziata.

#### 4.4 Le piscine comunali

Notoriamente gli impianti natatori comportano costi gestionali importanti, in particolare nella componente legata ai fabbisogni di energia.

Qui ci si propone di attuare nella piscina in loc. Terramaini e in quella di via dello Sport<sup>16</sup> alcuni interventi di agevole realizzazione al fine migliorare l'efficienza energetica e di conseguire significativi risparmi sui costi di gestione, in particolare per quanto attiene direttamente ai costi del combustibile per il riscaldamento dell'acqua di vasca e quella per usi igienico-sanitari, e indirettamente sui costi elettrici, in particolare tramite riduzione del fattore di carico sull'impianto di climatizzazione a servizio della struttura.

Nel seguito si tratta in via più specifica le problematiche dell'impianto di Terramaini, senza dubbio quello con la maggiore incidenza di spesa energetica.

Si tratta di una prima serie di accorgimenti, dettati da criteri di buona prassi e, come di seguito esposto, correlate a valutazioni di convenienza di tipo tecnico-economico.

Le opzioni offerte dalla tecnologie disponibili sono molteplici e con diversificati livelli di sofisticazione; in questa sede ci si limita a prendere in considerazione alcuni dei provvedimenti più semplici ed efficaci, denotabili dal miglior rapporto costi benefici, e immediatamente attuabili in carico nella ipotesi di gestione diretta dell'amministrazione comunale; in tale ottica si reputa opportuno la programmazione di successivi e ulteriori interventi di efficientamento incidenti sul layout impiantistico ( sistemi evoluti di recupero di calore, sostituzione delle pompe di ricircolo in vasca con modelli ad alta efficienza, realizzazione di

<sup>16</sup> Riguardo la piscina di via dello Sport è stata condotta una valutazione preliminare di fattibilità relativa all'integrazione del campo solare in copertura, da dedicare ai fabbisogni di riscaldamento dell'acqua di vasca. E' omessa la trattazione

generatori FV su pensiline ombreggianti nell' area dei parcheggi di pertinenza per la produzione di energia elettrica a uso della struttura, risistemazione e rinnovo dell'impianto di illuminazione, interventi edilizi per favorire l'illuminamento naturale diurno e altri ancora ), che implicano costi di investimento significativi, ipotizzando meccanismi di partnership con soggetti privati interessati alla gestione dell'impianto e stimolati a investimenti funzionali al contenimento dei costi di esercizio. Tali interventi, ove l'amministrazione non preveda forme di affidamento comprensive di contratto energia, potranno comunque essere attuate per lotti successivi, in relazione alla disponibilità di bilancio.

Realizzato nel 2005 l'impianto natatorio di Terramaini è dotato di impiantistica di concezione recente. La generazione di calore per il riscaldamento acqua di vasca è affidata a tre caldaie in sequenza da 540 kW, alimentate ad aria propanata. Le caldaie alimentano i circuiti per la produzione di calore destinato al riscaldamento delle vasche natatorie, il circuito primario per la produzione acqua calda sanitaria, la batteria di riscaldamento dell'U.T.A., i circuiti radiatori e pannelli radianti a servizio dei volumi interni

La climatizzazione ambiente è effettuata tramite gruppo frigorifero a recupero totale di calore da 214.000 frig/h che alimenta il c/to acqua refrigerata della U.T.A.

Il recupero di calore del gruppo frigorifero alimenta un circuito di soccorso dell'impianto ACS dotato di apposito accumulo primario, che a sua volta fornisce acqua a 35°C ai boiler principali a servizio dei locali

igienici. Allo stato i sistemi di generazione ( solare, caldaie, pdc) sono gestiti da un sistema di telecontrollo Siemens che regola gli attuatori dei circuiti, e fornisce, anche in remoto, i parametri di funzionamento dell'impianto.

Nel 2010 è stato realizzato, a cura del Servizio Impianti Tecnologici ed Energia, un campo solare costituito da 84 collettori solari per complessivi ca. 200 mq, destinato al riscaldamento dell'acqua di vasca, il cui apporto medio è stato misurato del 30-35%, e dunque con soddisfacente livello di efficienza del sistema.

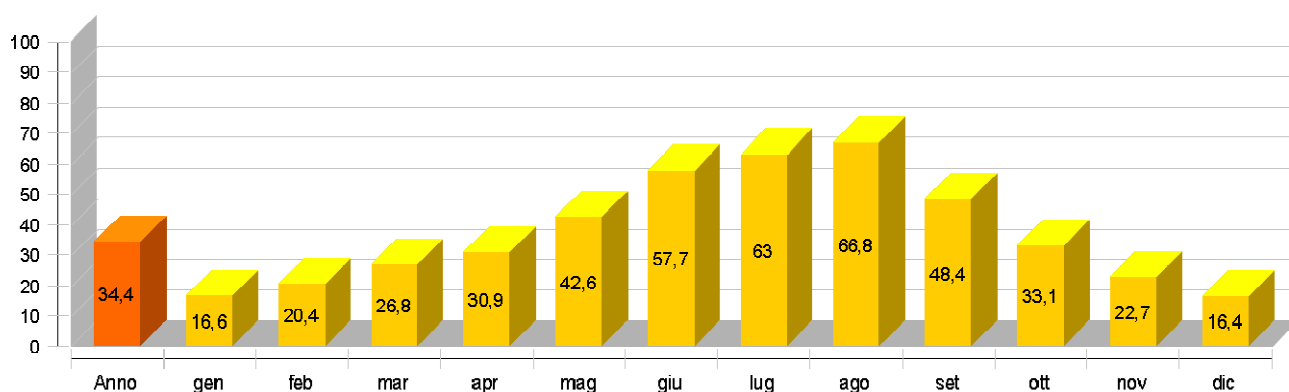


fig. 4.24 – Piscina Terramaini – % apporto solare

Nel grafico seguente viene rappresentato l'andamento di consumi mensili di energia elettrica e di aria propanata riferiti al 2014. Non è allo stato disponibile un dato più aggiornato, stante la difficoltà di reperimento informazioni presso il soggetto affidatario del servizio manutentivo.

Il grafico seguente riporta invece l'andamento dei consumi relativi ai vettori energetici impiegati, in questo caso, analogamente a altre sezioni del report, si è ritenuto riportare i dati del 2019, antecedenti all'emergenza covid.

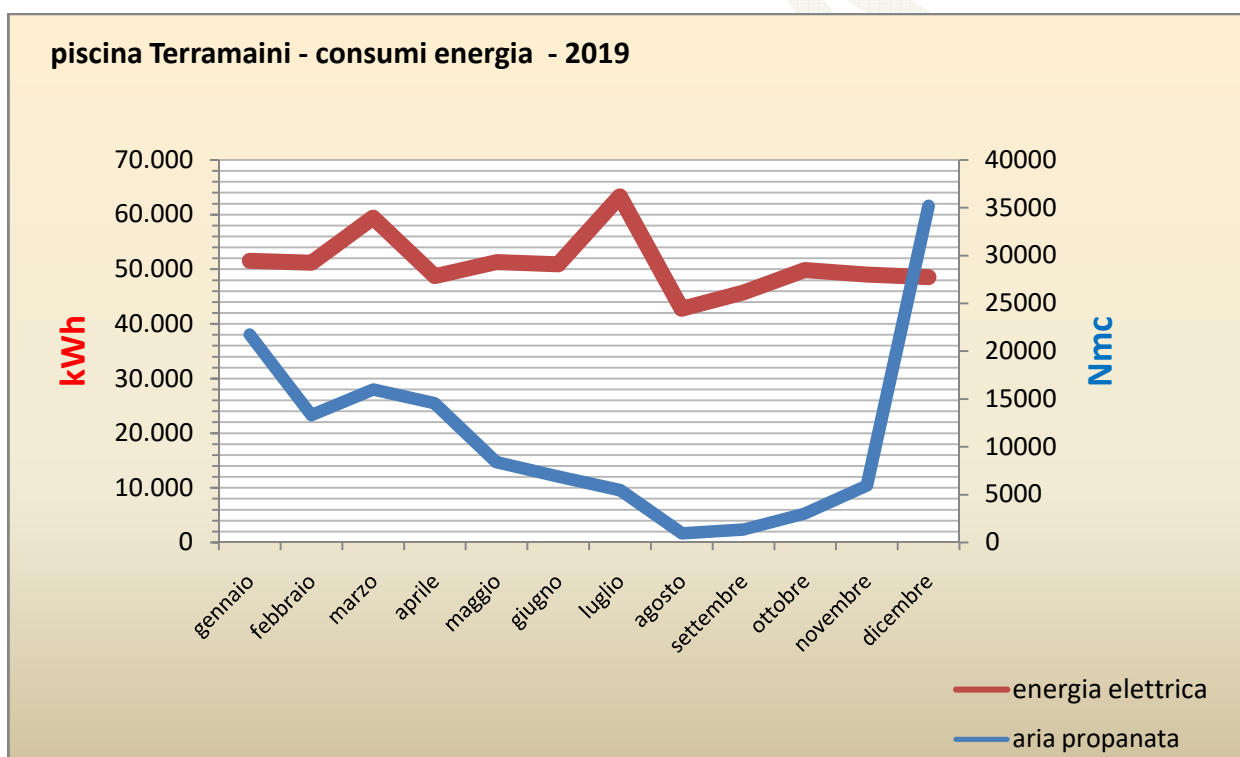


fig. 4.25 – Piscina Terramaini – andamento annuale consumi vettori energetici

Si riscontra il progressivo decremento dei consumi di combustibile in relazione all'andamento stagionale con l'incremento del fattore di contribuzione del campo solare, mentre i consumi elettrici sono evidentemente maggiori nello stesso periodo a causa del superiore fattore di carico dell'impianto climatizzazione.

Il grafico che segue riporta il consumo medio giornaliero nei diversi periodi di fatturazione, i dati risentono degli eventi che caratterizzano nel tempo questa tipologia di struttura, inclusi periodi di chiusura per interventi di riparazione. Rispetto alle valutazioni che seguono si può fare riferimento a una dato medio giornaliero di consumo idrico che si colloca nel range 50-60 mc/gg



fig. 4.26 – Piscina Terramaini – consumi idrici giornalieri 2019

La produzione di acs è affidata anch'essa alle caldaie, tramite apposito circuito di scambio e sistema di accumulo, e in quota minoritaria a un impianto solare posizionato sulla copertura della casa del custode, sviluppato su 40 pannelli piani per un totale di 80 mq. Detto impianto, realizzato all'epoca della costruzione, risulta scarsamente efficiente e bisognoso di urgenti interventi di manutenzione straordinaria al fine quantomeno di ripristinarne l'originaria prestazione. Non sono presenti ( ed è assai opportuno installarli) sistemi di contabilizzazione del calore sul circuito acs.

#### 4.4.1 Ipotesi degli interventi

Tra i provvedimenti da reputarsi utili , peraltro già previsti in concomitanza con la realizzazione del campo solare a servizio dell'acqua di vasca, vi è la installazione del sistema di copertura della vasca olimpionica con teli isotermitici dotati di sistema di avvolgimento servoassistito, in modo da limitare la quota di evaporazione alle sole ore di effettivo svolgimento della attività natatoria, riducendo al contempo il corrispondente quantitativo di reintegro idrico con relativo fabbisogno di energia per l'innalzamento della temperatura, oltre alla correlata diminuzione del carico sull'impianto di trattamento aria e dei relativi consumi elettrici.

L' assenza del sistema di copertura della vasca durante i periodi di inattività è causa di notevoli dispersioni di calore per evaporazione, oltre a determinare condizioni microclimatiche interne impegnative a carico del sistema di trattamento aria per l'abbattimento dei rilevanti livelli di umidità ambiente, con ulteriore effetto secondario negativo nella accelerazione dell'invecchiamento delle componenti edilizie.

In prima approssimazione si trascura di valutare l'ulteriore risparmio correlato al minor carico termico sul gruppo frigo, che non è comunque trascurabile.

L'ipotesi di intervento prevede la fornitura di teli multistrato costituiti da strati superiore e inferiore formati da tessuto impermeabile, saldato a fiamma a uno strato intermedio costituito da una mousse in P.E. a celle chiuse da 4 mm in modo da risultare impermeabile al vapore, resistente al cloro e di adeguata robustezza all'impiego in una struttura ad uso pubblico. I teli, della larghezza di ca 6,25 metri, verranno disposti

lungo il lato lungo opposto alle tribune, per mezzo di n° 4 avvolgitori motorizzati in grado di contenere due teli ciascuno. ( vd schema grafico)

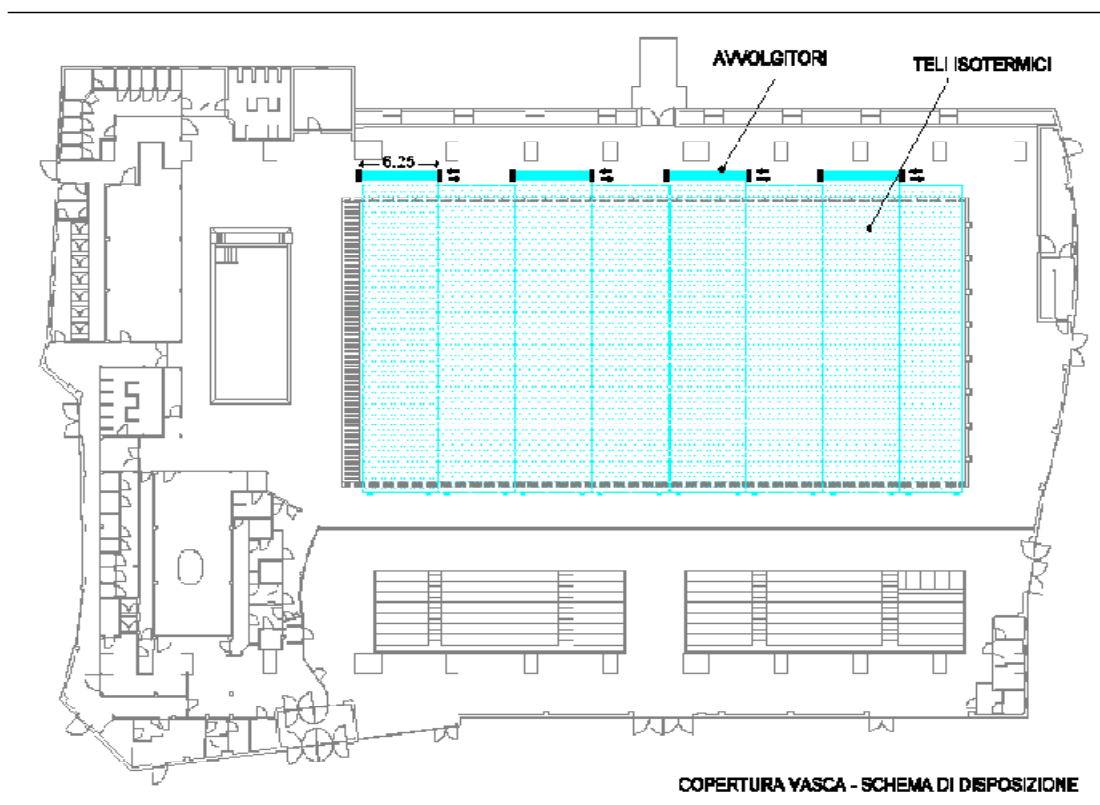


fig. 4.27 – planimetria con schema di disposizione teli isotermici

Un secondo provvedimento, ancorchè meno significativo sul piano del beneficio economico conseguibile, riguarda l'isolamento termico della struttura di contenimento delle vasche, ( oltre la vasca olimpionica va considerata quella di dimensioni ridotte destinata alle attività di avviamento al nuoto) che sono costituite dall'assemblaggio di pannelli in acciaio rinforzati da costolature, accessibili tramite un cavedio perimetrale ispezionabile. Nelle pareti laterali della vasca attualmente non è presente coibentazione. Pur risultando di minore impatto sul piano delle dispersioni, (stante la presenza del cavedio) si potrebbe prevedere l'applicazione di pannelli sagomati poliuretano espanso protetto da guaina in pvc, tramite incollaggio nelle riquadrature delimitate dalle costolature di rinforzo della struttura. Si tratta di un intervento relativamente semplice e poco costoso che può comunque fornire un non trascurabile contributo all'efficientamento energetico generale.

Allo scopo di valutarne i vantaggi correlati è stato impostato un calcolo di massima, inserendo i dati rilevati di tipo geometrico dimensionali e/o stimati di tipo termometrico. I risultati sono da intendere in termini indicativi di come alcuni interventi, anche se di entità economica non particolarmente impegnativa, possono apportare benefici tangibili, e per altro verso possono indirizzare le scelte gestionali e organizzative dell'amministrazione. I dati di consumo energetico fanno riferimento al 2019. Alcuni parametri sono inseriti con criterio speditivo, col proposito di valutare in termini comparativi gli esiti ex post

BOLLA

DATI INPUT			DATI INPUT			
	U.M.	VAL.		U.M.	VAL.	
lunghezza vasca	m	50,0		prezzo medio aria propanata	€/Nmc	1,18
larghezza vasca	m	21,0		p.c.i. aria propanata	kWh/Smc	14,0
profondità	m	2,0		giorni di funzionamento piscina	gg	312
trasmissione materiale fondo (K <sub>2</sub> )	W/mq°C	2,0		quota media apporto calore campo solare		35%
temperatura acqua vasca	°C	29		rendim. sistema caldaia + scambiatori		85%
temperatura ambiente int.	°C	27		gr. acqua per kg aria secca (diagr psi)	g/kg <sub>a.s.</sub>	14,2
temperatura terreno	°C	18		calore latente evaporazione	Kcal/kg	539
temperatura media cavedi	°C	25		percentuale media giornaliera di rinnovo		2,0%
temperatura acqua acquedotto	°C	14		coefficiente trasf massa (evaporazione)		0,025
				umidità relativa		75%
DATI OUTPUT			DATI OUTPUT			
	U.M.	attuale	progetto		attuale	progetto
superficie specchio acqua	mq	1050				
superf pareti lat	mq	284				
volume acqua	mc	2100				
pressione vapore saturo a Ta	mBar	39,95				
pressione parziale vapore a Ta	mBar	29,96				
portata unitaria acqua evaporata	kg/h*mq	0,320				
portata acqua evaporata totale	kg/h	336				
K <sub>1</sub> pareti	W/mq°C	6,0	1,5			
vol.acqua quota evaporaz.	kg/gg	8.064	4.704			
vol.acqua rinnovo	kg/gg	50.064	46.704			
n° ore attività/vasca scoperta	h/gg	24	14			
energia giornaliera per evaporazione	kWh/gg	5.055	2.949			
energia totale giornaliera x trasmissioi	kWh/gg	718	595			
energia x riscaldam acqua rinnovo	kWh/gg	873	815			
fabbisogno energia giornaliero	kW/gg	6.646	4.359			
				rid.%		
consumi a.p. per quota evaporazione	Nmc/gg	277	162	42%	costo annuale a.p. quota evaporazione	€ 101.974 € 59.485
consumi a.p. per quota trasm/irragg.	Nmc/gg	39	33	17%	costo annuale a.p. quota trasmissione	€ 14.484 € 12.009
consumi a.p. pr quota reintegro	Nmc/gg	48	45	7%	costo annuale a.p. quota reintegro	€ 17.618 € 16.436
stima consumi totali a.p. (media/anno)	Nmc/gg	364	239	34%	stima costo annuale totale	€ 134.076 € 87.930
					<b>differenza (risparmio stimato)</b>	<b>€ 46.147 34%</b>

fig. 4.28 – prospetto di simulazione – dati input e output

Il prospetto indica un risparmio nell'ordine del 42% sul consumo di combustibile, a seguito dell'impiego su un periodo di 10 ore del telo isothermico: in termini economici il costo di installazione, come si vedrà di seguito, equivale all'incirca al risparmio conseguibile nel primo anno di impiego.

La riduzione di costo complessivo per il mantenimento alla temperatura di 29° dell'acqua di vasca (ci si limita a valutare la vasca principale), includendo il risparmio relativo alla coibentazione e al minor consumo energetico per il reintegro è stimata al 34%.

Si ritiene inoltre opportuno un intervento di manutenzione straordinaria del campo solare acs che preveda: sostituzione dei pannelli danneggiati, radicale pulizia delle superfici di captazione, ripristino del fluido nel circuito primario a base di glicole (attualmente il fluido è costituito da acqua), e non ultimo l'installazione di sistemi di misura del calore sia sui circuiti di produzione solare e tradizionale, per la contabilizzazione dell'energia fornita, elemento assai importante per consentire il necessario monitoraggio dell'efficienza energetica complessiva del sistema.

Un accorgimento proposto nei precedenti report e che è stato viceversa messo in pratica ha riguardato una gestione più oculata del servizio docce, che in precedenza consentiva l'utilizzo dell'erogazione di acs in modo discrezionale e illimitato da parte dell'utenza, gravando in modo prevalente sul sistema di generazione della centrale termica; è quindi stato implementato un criterio di gestione temporizzato delle docce, al fine di limitare gli extracosti e l'uso indiscriminato della risorsa energetica e di quella idrica.

Il sistema è gestito da un soggetto affidatario a fronte di un canone fisso mensile; viene proposta una valutazione schematica di tipo tecnico-economico al fine di valutare l'opportunità di una gestione diretta da parte dell'amministrazione, posto che ad essa sono comunque in carico i consumi idrici e dei vettori energetici.

Il calcolo si basa sulla modifica della rete idrica dei locali docce, predisponendo un sistema di gestione temporizzata della erogazione tramite elettrovalvole comandate da una centralina di controllo: lo specifico corrispettivo dall'utenza legato al "servizio docce" consente da un lato una maggiore attenzione e consapevolezza nell'impiego della risorsa (idrica ed energetica), dall'altro di attuare una politica di gestione diretta che a fronte della corresponsione di un (modesto) importo per l'acquisto del gettone, consente la copertura di una quota non irrilevante dei costi di esercizio dell'impianto.

A tale proposito viene predisposta una simulazione riferita ai dati di input rappresentati nello schema successivo. Si tratta evidentemente di calcoli di massima, impostati su dati di stima variabili nella realtà, ma comunque indicativi degli ordini di grandezza.<sup>17</sup> In prima approssimazione si trascura il contributo fornito, (prevalentemente nel periodo estivo) dal sistema a recupero totale del gruppo frigorifero.

L'incremento del fattore di contribuzione dell'impianto solare viene ipotizzato del 5%. Gli importi (unitari e conseguenti) sono al netto dell'IVA. Si inseriscono valori medi della durata di erogazione stimata di ciascun servizio doccia, ipotizzando la temporizzazione limitata a 2 min (comunque regolabile a discrezione) dalla centralina.

Da una schematica analisi di sensibilità deriva che la regolazione della durata massima di erogazione rappresenta un parametro decisamente impattante: ogni minuto di riduzione corrisponde a ca 4.000 € di risparmio su base annua. Il dato assunto, integrato al quantitativo di acqua correlato al fabbisogno delle vasche natatorie (oltre ad altri usi residuali di natura impiantistica, e all'utenza domestica dell'alloggio custode), trova coerenza col dato di consuntivo dedotto dall'analisi delle bollette idriche che indicano un consumo "medio" di circa 35-40 mc/giorno.

<sup>17</sup> Si mantiene l'ipotesi a scopo illustrativo e per successive valutazioni comparative

STIMA COSTI ACS			
<i>dati input - output</i>	<i>U.M.</i>	<i>attuale</i>	<i>progetto</i>
<i>n° utenti /gg - media</i>	n°	420	
<i>durata erogazione</i>	min	3,5	2
<i>coeff. utilizzo</i>		0,6	
<i>portata</i>	lt/min	8	
<i>T acqua acquedotto</i>	°C	14	
<i>T acqua docce</i>	°C	35	
<i>quota solare + recupero ( stima )</i>	%	10%	25%
<i>costo unitario a.p.</i>	€	€ 1,18	
<i>costo medio acqua</i>	€/mc	€ 2,86	
<i>tot acs utilizzata</i>	lt/gg	7.056	4.032
<i>salto termico</i>	°C	21	21
<i>calore fornito</i>	kWh/gg	172	98
<i>rendimento termico</i>	%	85%	85%
<i>consumo a.p.</i>	Nmc/gg	13	6
<i>consumo annuo a.p.</i>	Nmc	4.079	2.086
<i>costo annuo acs</i>	€	€ 4.813	€ 2.461
<i>costo quota acqua</i>	€	€ 6.296	€ 3.805
<i>costo medio/doccia incluso acqua</i>	€	€ 0,14	€ 0,08
<i>risparmio annuo ( inclusa acqua)</i>	€		€ 4.843
<i>risparmio annuo %</i>			44%
<i>costo gettone ( ipotesi)</i>	€		€ 0,50
<i>ricavo annuo da gettoni ( ipotesi)</i>	€		€ 39.312
<i>beneficio economico totale</i>			€ 44.155

fig. 4. 29 – prospetto simulazione dei minori costi idrici e energetici

Il risparmio conseguibile, derivato dalla somma del minor spesa per forniture di acqua e combustibile, si aggira sull'ordine del 44%. Viene inoltre computato l'introito nell'ipotesi di gestione diretta del servizio docce da parte dell'amministrazione: in base all'importo fissato in € 0,50 e secondo i parametri di frequentazione dell'impianto si perviene a un importo di circa € 44.000 tale da coprire abbondantemente il costo " energetico" del servizio" e rappresentare comunque un contributo consistente all'esborso complessivo delle bollette energetiche e idriche.

Attualmente le utenze energetiche e idriche correlate al funzionamento della piscina di Terramaini comportano costi nell'ordine di 250.000 euro ( al netto dell'IVA) di cui oltre il 95 % generati dai consumi elettrici e di aria propanata. La ripartizione è indicata nel prospetto che segue.

costi annui utenze ( netto IVA)                      attuale                      stima                      % risp

<i>energia elettrica</i>	€ 97.645	€ 92.763	5%
<i>aria propanata</i>	€ 103.216	€ 57.070	45%
<i>Acqua</i>	€ 49.137 <sup>18</sup>	€ 39.527 <sup>19</sup>	20%
<b>TOTALI</b>	<b>€ 249.998</b>	<b>€ 189.360</b>	<b>24%</b>

Il grafico che segue illustra visivamente la riduzione dei costi delle 3 componenti caratterizzanti i costi di gestione dell'impianto di Terramaini

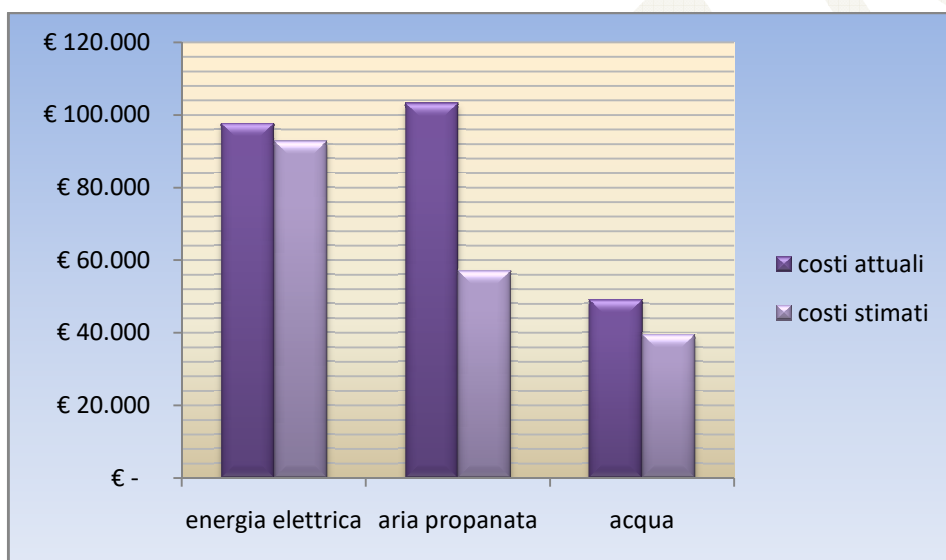


fig. 4.30 – grafico di simulazione risparmi post interventi

#### 4.4.2 Valutazioni economiche

Gli interventi in premessa, riconducibili a manutenzioni straordinaria finalizzata all'efficientamento sono stati sommariamente quantificati nel prospetto successivo, per un importo complessivo di € 110.000 +IVA. e sono costituiti dai seguenti elementi:

- intervento manutenzione straordinaria impianto solare acs
- installazione di n.2 contatori di calore sui c/ti acs caldaie e solare -
- coibentazione delle pareti laterali della vasca con pannelli flessibili in poliuretano espanso -
- fornitura telo isotermico multistrato in PE
- sistema di avvolgimento motorizzato

<sup>18</sup> Importi ricavato da estrapolazione dei consumi medi giornalieri riportati nelle fatture ABBANOA periodo 2019-2021

<sup>19</sup> Ricavato dalla valorizzazione a tariffa media 2021 del volume di evaporazione post intervento

L'intervento relativo alla vasca grande genera un risparmio, rispetto ai costi attuali, di circa € 46.000, a fronte di un costo di investimento poco superiore.

Per quanto attiene al sistema di gestione e all'efficientamento dell'impianto idrico sanitario, sommando i minori costi a seguito di interventi e accorgimenti sopradescritti con l'eventuale ricavo ritraibile dal "servizio docce", che si stima di € 39.000<sup>20</sup>, si arriverebbe alla copertura di circa il 26 % dei costi complessivi delle utenze (elettriche, gas, acqua), al netto dell'IVA.

Il diagramma seguente sintetizza le valutazioni esposte. La riduzione dei costi elettrici è stata stimata forfettariamente del 5% quale effetto indotto dagli interventi sulle componenti termotecniche, quali il ridotto carico sul sistema di ventilazione/climatizzazione, il minor impegno dei pompaggi etc; è evidente che vi sono ulteriori margini di efficientamento degli impianti elettrici, quali ad esempio la sostituzione delle pompe di circolazione con modelli ad alta efficienza e potenza variabile, la revisione dell'impianto di illuminazione artificiale, che rappresenta una componente importante dei consumi elettrici: in una analisi delle problematiche relative all'illuminazione è stata valutata l'opportunità di parzializzazione dei circuiti luce e di sostituzione dei proiettori vasca e altri apparecchi con sistemi a LED<sup>21</sup>; altri interventi più impegnativi e tecnologicamente avanzati sono da ricondurre alle considerazioni in premessa. Nella stima dei costi delle utenze a seguito degli interventi vanno considerate gli ulteriori impianti e sistemi utilizzatori presenti, allo stato non interessati dagli azioni descritte, per cui l'incidenza complessiva dei risparmi conseguibili è leggermente inferiore a quella stimata; la riduzione dei costi che ne deriva è complessivamente del 25%.

Le ipotesi che precedono vengono riassunte nel prospetto che segue, nel quale sono accorpate e sintetizzate le cifre relative ai costi, ai benefici e al tempo di payback (semplice) delle somme impiegate sui singoli interventi. E' sottinteso che le valutazioni sono riferite alle somme preventivate a base di gara, e dunque sono suscettibili di variazioni presuntivamente in diminuzione a seguito di procedura concorsuale.

Nell'ultima riga viene separatamente sommato ai risparmi annui derivanti dagli interventi e accorgimenti che precedono l'importo relativo all'ipotetico ricavo derivante dalla "vendita" dei gettoni per le docce, e questo comparato con l'importo complessivo stimato degli interventi di manutenzione e delle forniture; al netto dell'iva e di oneri generali di appalto si ricava la possibilità di poter recuperare l'investimento complessivo nell'arco di un anno.

<sup>20</sup> Stima indicativa sulla base di frequenza giornaliera di 420, con quota di utilizzo del servizio docce post attività natatoria del 60%

<sup>21</sup> La trattazione è omessa dal presente lavoro; gli interventi sono stati in parte realizzati nell'affidamento di facility management

<b>sintesi intervento</b>	<b>costo attuale</b>	<b>costo prevista</b>	<b>risparmio €/a</b>	<b>costo intervento</b>	<b>pay back semplice</b>
<i>telo isotermico con sistema avvolgimento motorizzato</i>	€ 119.592	€ 75.921	€ 43.672	€ 70.100	1,6
<i>coibentazione pareti vasca olimpionica</i>	€ 14.484	€ 12.009	€ 2.475	€ 10.224	4,4
<i>manutenzione straordinaria impianto solare acs - installazione misuratori calore</i>	€ 11.110	€ 6.266	€ 4.843	€ 28.000	5,8
<i>totale risparmi annui + ricavi da gettoni docce ( ipotesi: )</i>			€ 90.302	€ 108.324	1,2

Dal prospetto che precede, in ultimo, si riassume il costo stimato degli interventi ipotizzati, che al netto di IVA e oneri accessori, viene quantificato in circa € 110.000 con un PB di 1,2 anni .

#### 4.5 Uso delle fonti rinnovabili <sup>22</sup>

Va premesso che l'approccio al tema della riduzione delle emissioni climalteranti e della riduzione nell'impiego di fonti tradizionali è correttamente orientato in maniera prioritaria all'efficienza energetica degli edifici e degli impianti: questo è evidentemente il primo e logico passaggio di una corretta politica di salvaguardia ambientale e di riduzione dei costi economici ( e sociali) nell'impiego di combustibili fossili. In questa direttrice è impostata la politica energetica dell'amministrazione comunale, e in questa direzione sono definite le principali linee di intervento sull'efficientamento del patrimonio comunale; questa linea condivisa ha trovato coerenza nell'impostazione del PAES sia per quanto riguarda le azioni dirette agli edifici di proprietà comunale, che nei confronti del miglioramento delle prestazioni energetiche del patrimonio immobiliare cittadino.

Il ricorso alla produzione di energia FER resta comunque un asset importante, in particolare in relazione alle caratteristiche climatiche del territorio, e un'opportunità da impiegare sui beni dell'amministrazione per ridurre i costi gestionali, e da incoraggiare in ambito urbano nei confronti della cittadinanza, sia in termini di esemplificazione, che per integrare in maniera significativa gli sforzi nella prospettiva di contenimento delle emissioni previste dal nuovo Patto dei Sindaci per l'Energia e il Clima

Negli ultimi dieci anni sono stati realizzati nell'ambito delle strutture comunali diversi impianti di produzione di energia con uso di fonti rinnovabili sia con l'impiego della tecnologia del solare termico per produzione di acqua calda ad uso sanitario che di riscaldamento, come pure stati realizzati generatori fotovoltaici, prevalentemente su fabbricati scolastici atti a coprire quote più o meno rilevanti dei fabbisogni di energia degli edifici, e in parte con finalità esemplificative/didattiche.

##### 4.5.1 Il solare termico

A dicembre 2020 nelle strutture comunali sono presenti impianti solari termici per una superficie complessiva di 985 mq; l'energia termica generata è stimata in 1.109.000 kWh/ annui, con indice di copertura dell'energia richiesta di circa il 60% . Alla superficie di generazione termico solare installata negli ultimi anni, si aggiunge la realizzazione dell'intervento legato al Contratto di Quartiere S.Elia, col quale è stata effettuata la riqualificazione edile/impiantistica di 266 alloggi di proprietà comunale situati nel Borgo Vecchio, dotando ciascuno di un generatore solare a pannelli piani della superficie di 1.90 mq ciascuno, per una superficie complessiva di 499 mq, dedicato a produrre acqua calda sanitaria e integrare la climatizzazione invernale affidata a caldaie autonome alimentate ad aria propanata.

La gestione ordinaria e i benefici correlati al sistema sono evidentemente a vantaggio degli assegnatari, restando a beneficio del proprietario la rivalutazione di valore degli immobili.

Nella piscina comunale di Terramaini è presente un impianto solare termico per il riscaldamento dell'acqua di vasca, realizzato allo scopo di ridurre il fabbisogno di energia primaria costituita in

<sup>22</sup> paragrafo in corso di aggiornamento

precedenza da una centrale termica con tre caldaie funzionanti a aria propanata: i dati di consumo sono riportati nei paragrafi che precedono, e sono in continuo monitoraggio; l'impianto prevede l'impiego del campo solare per lo scambio termico primario, e l'intervento delle caldaie a integrazione dei fabbisogni di energia, prevalentemente durante i mesi invernali: dalla messa in esercizio, avvenuta nell'ottobre 2010, il campo solare ha prodotto 201 MWh di energia termica, contribuendo per circa il 40% al fabbisogno.<sup>23</sup>

Il campo solare destinato al riscaldamento dell'acqua di vasca ne integra uno analogo montato già in fase di realizzazione dell'impianto natatorio sulla copertura dell'alloggio custode destinato quest'ultimo alla produzione acqua calda sanitaria per i servizi igienici. Nel grafico l'andamento medio degli apporti annuali (in giallo) forniti da fonte solare dell'impianto a terra.

Viene rappresentata nel grafico che segue il rendimento solare e l'energia aggiuntiva (kWh)

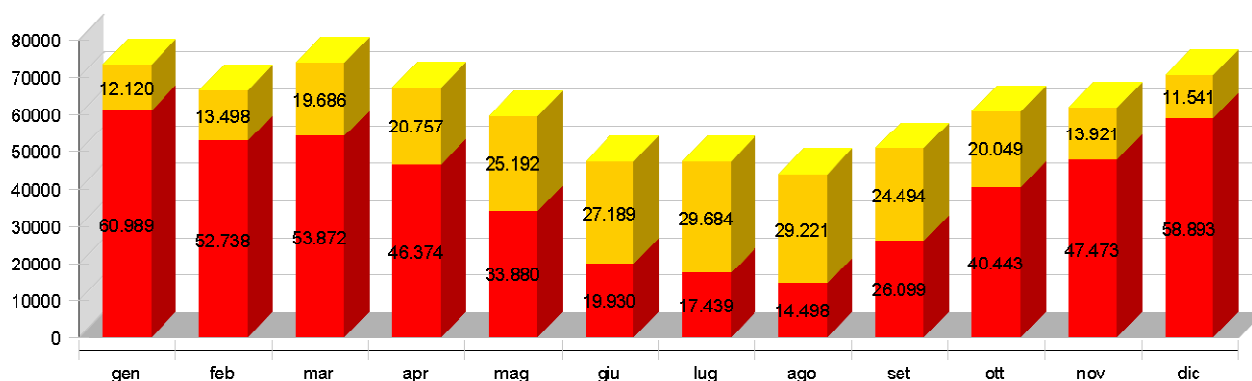


fig. 4.31 – campo solare termico piscina Terramaini - produzione termica

Un impianto analogo, per quanto più datato, si trova nell'altra piscina comunale di viale Diaz destinato però esclusivamente a uso di produzione di acqua calda sanitaria.

Insieme al nuovo campo solare dedicato alla piscina olimpionica, è stato realizzato l'impianto di produzione di acqua calda per usi sanitari, posizionato nella copertura della casa di riposo per anziani in via Pisano. Anche in questo caso il sistema si integra in un impianto che prevede il recupero del calore di condensazione dalle pompe di calore destinate alla climatizzazione con apposito accumulo in centrale termica; in questo impianto preesisteva una caldaia, recentemente trasformata a gas, di soccorso della pompa di calore; a seguito della realizzazione del campo solare l'intervento della caldaia di soccorso si riduce all'ultimo stadio della sequenza in cascata; l'apporto della componente solare, incidente per oltre il 50 % del fabbisogno energetico; la produzione è valutata in 83.000 kWh/anno e viene visualizzata nel seguente grafico.

<sup>23</sup> Il dato non è aggiornato al 2019

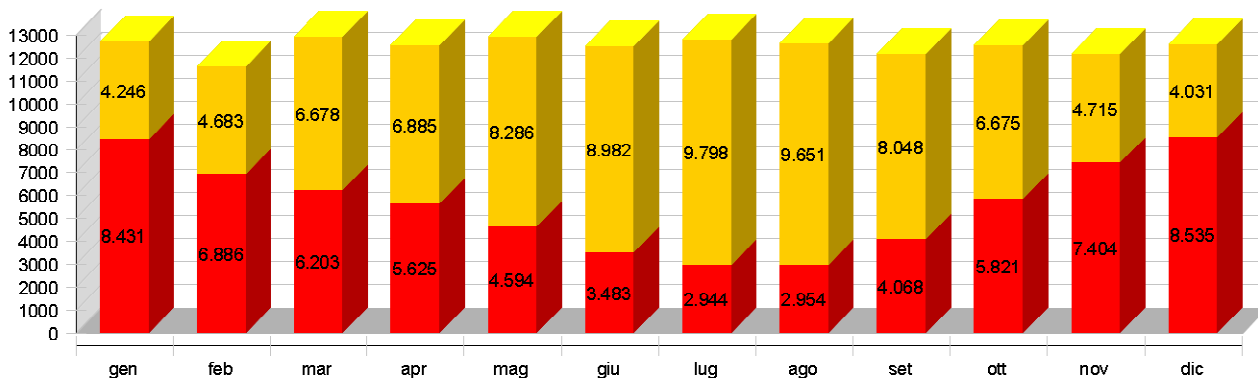


fig. 4.32 – campo solare termico casa di riposo via Pisano - produzione termica

Sono inoltre presenti alcuni piccoli impianti di produzione acs collocati su fabbricati comunali non censiti nel prospetto successivo.

#### 4.5.2 Il fotovoltaico

Gli impianti fotovoltaici installati coprono una superficie di 1.882 mq con potenza complessive di 269 kWp e una producibilità<sup>24</sup> su base annuale stimata di 357.900 kWh. Escludendo dal conteggio i piccoli impianti realizzati a scopo didattico/dimostrativo per il programma del Minambiente “Il sole a scuola”,

la superficie dei campi solari assomma a 1.797 mq, con producibilità teorica di 341.900 kWh e una copertura del fabbisogno di energia, rivalutata sui consumi medi del triennio 2017-2019 del 67%.

Nel prospetto<sup>25</sup> che segue sono riassunti alcuni dati riepilogativi degli interventi citati; non è ricompreso l'intervento di realizzazione di un generatore da 248 kWp in fase di completamento su pensiline la struttura a parcheggio di via Battisti e sulle coperture dei fabbricati di viale Trieste e via Sauro, costituenti la smart grid, a cui è dedicato un apposito paragrafo.

<sup>24</sup> Il dato ha valenza teorica, stante che molti impianti non sono in esercizio

<sup>25</sup> I dati sono indicativi

SEDE	TIPO	SUPERFICIE	dato di progetto (*)		producibilità <sup>(1)</sup> kWh/anno	consumi kWh/anno	copertura fabbisogno <sup>(1)</sup>	USO
		mq						
piscina comunale via degli Sport	solare termico	84			86.000		75%	produzione acqua calda sanitaria
piscina olimpionica loc Terramaini	solare termico	200			237.000		35%	riscaldamento acqua di vasca
piscina olimpionica terramaini	solare termico	120			140.000		70%	produzione acqua calda sanitaria
casa di riposo loc Terramaini	solare termico	82			83.000		55%	produzione acqua calda sanitaria
alloggi Borgo S. Elia	solare termico	499			563.870		90%	produzione acqua calda sanitaria
<b>totale solare termico</b>		<b>985</b>			<b>1.109.870</b>		<b>65%</b>	
asilo nido via schiavazzi	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	33.556	77%	produzione energia elettrica
via crespellani	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	42.399	61%	produzione energia elettrica
scuola elementare piazza Giovanni XXIII	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	12.034	100%	produzione energia elettrica
via Dessi Deliperi	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	37.736	69%	produzione energia elettrica
scuole materne via Schiavazzi (Don Milani)	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	9.844	100%	produzione energia elettrica
asilo nido via Watt	fotovoltaico	97	13,8	kWp	20.400	69.800	29%	produzione energia elettrica
uffici Viale San Vincenzo	fotovoltaico	78	11,1	kWp	14.600	85.225	17%	produzione energia elettrica
scuola elementare Via Del Sole	fotovoltaico	97	13,8	kWp	20.400	19.334	100%	produzione energia elettrica
Parco della musica	fotovoltaico	140	20	kWp	26.500		-	produzione energia elettrica
Municipalità di Pirri via R. Villasanta	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	59.976	43%	produzione energia elettrica
scuola elementare via Fosse Ardeatine	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	28.597	91%	produzione energia elettrica
scuola elementare via Garavetti	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	28.597	91%	produzione energia elettrica
scuola elementare via Caboni	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	51.695	50%	produzione energia elettrica
scuola elementare via Venezia	fotovoltaico	139	19,8	kWp	26.000	63.708	41%	produzione energia elettrica
							<b>67%</b>	
scuola media via Venezia	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	59.767		prod energia elettrica- finalità didattica
scuola media via Falzarego	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	33.745		prod energia elettrica- finalità didattica
scuola media via dei Partigiani	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	58.236		prod energia elettrica- finalità didattica
scuola media via Degioannis	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	65.537		prod energia elettrica- finalità didattica
scuola media via Taletè	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	35.715		prod energia elettrica- finalità didattica
scuola media via Asquer	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	37.419		prod energia elettrica- finalità didattica
scuola media via Stoccolma	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	55.629		prod energia elettrica- finalità didattica
scuola media via Brianza	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	15.572		prod energia elettrica- finalità didattica
scuola media via Macchiavelli	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	85.795		prod energia elettrica- finalità didattica
scuola media via Bligni	fotovoltaico	8,5	1,2	kWp	1.600	32.426		prod energia elettrica- finalità didattica
<b>totale impianti impianti fotovoltaici</b>		<b>1.882</b>	<b>269</b>	<b>kWp</b>	<b>357.900</b>	<b>1.022.340</b>	<b>35%</b>	

fig. 4.33 – prospetto di riepilogo impianti FER

Va sottolineato che, per ragioni tecniche e di gestione amministrativa, alcuni degli impianti non sono in esercizio<sup>26</sup> e conseguentemente, oltre ai mancati vantaggi dell'autoproduzione, non fruiscono dei benefici correlati al “conto energia” corrispondente all'epoca di attivazione; è una problematica che si protrae da

<sup>26</sup> È in atto una verifica con GSE

vari anni, più volte segnalata agli uffici responsabili della gestione dei fabbricati di cui è opportuno che questi si facessero carico, o in alternativa si valutino modalità organizzative alternative.

Il PAES approvato nel 2014 prevedeva una molteplicità di azioni nella direttrice tematica delle energie rinnovabili, tra cui la realizzazione di vari impianti da collocare su parcheggi, edifici e strutture comunali; considerato il sostanziale superamento di molte delle azioni inserite nel Piano, sia nell'ambito del fotovoltaico che nella realizzazione di impianti microeolico nei siti validabili dalla regolazione territoriale se ne traslascia la disamina.

Ci si limita a menzionare accennare allo studio riguardante la realizzazione di un generatore FV nella copertura del mercato civico di via S. Benedetto, che coniughi la generazione di energia per i servizi generali del mercato, con il miglioramento delle condizioni termoclimatiche interne grazie alla costruzione di una sovra copertura leggera a sostegno del campo solare in film sottile di silicio amorfo integrata nei pannelli; l'intervento, proposto per la partecipazione a un bando del Ministero dell'Ambiente di alcuni anni fa, prevede anche l'inserimento di sistemi di schermatura solare esterna nelle superfici finestrate del 2° livello; la copertura disponibile si estende per 2.900 mq e la potenza nominale stimata è di 140 kWp. L'indice di copertura del fabbisogno di energia è di 30%, al netto dei benefici valutabili con la riduzione del carico termico sui sistemi di climatizzazione esistenti correlabile alla realizzazione della sovra copertura.

Relativamente ai progetti in itinere si fa riferimento, in un successivo paragrafo al progetto "EE40SCo" di efficientamento di 40 scuole con realizzazione di generatori FV nell'ambito del bando NESOI, e al progetto stralcio di Comunità Energetica di Piazza Medaglia Miracolosa con previsione di impianto da 125 kWp.

#### 4.6 Impianti semaforici

Un tema più volte segnalato, in materia di a livello tecnologico e amministrativo riguarda il sistema semaforico cittadino. L'ufficio Politiche Energetiche ha redatto fin dagli scorsi anni una proposta di progetto preliminare: *“Riqualificazione e efficientamento energetico del sistema semaforico cittadino”* – marzo 2014) trasmesso agli uffici competenti, che contiene un'analisi delle carenze di natura sia amministrativa che tecnica e le proposte di efficientamento del sistema, con le valutazioni di convenienza economica che una simile iniziativa comporterebbe.

Al netto di alcune modifiche intervenute negli ultimi anni (realizzazione di rotatorie e conseguente soppressione di impianti) si riportano in sintesi i contenuti aggiornati al 2020, in cui si tiene conto della riduzione parziale del carico di potenza, e quindi di consumi e costi correlati, imputabili alle modifiche apportate; restano tuttavia ancora attuali le criticità ripetutamente segnalate, sia sul versante tecnologico, che su quello burocratico amministrativo. Non si entra tuttavia nelle scelte di organizzazione compiute dalle varie amministrazioni (attribuzione di competenza alla soc ITS).

Nel grafico/prospetto che segue vengono riportati, per completezza di rappresentazione “storica” della questione, i consumi e i costi sostenuti negli ultimi 7 anni<sup>27</sup> dall'insieme degli impianti semaforici. Si evidenzia che i consumi elettrici generati dalla sola rete semaforica hanno una consistenza rilevante rappresentando poco meno del 10% dei consumi elettrici riferiti alla totalità dei fabbricati e impianti per usi vari di competenza comunale, escludendo la sola pubblica illuminazione. Al netto della riduzione rilevata al 2020, del quale ci si riserva una riverifica, si sottolinea che nel corso degli anni la rete semaforica cittadina ha pesato per circa 1 GWh nei consumi elettrici comunali.

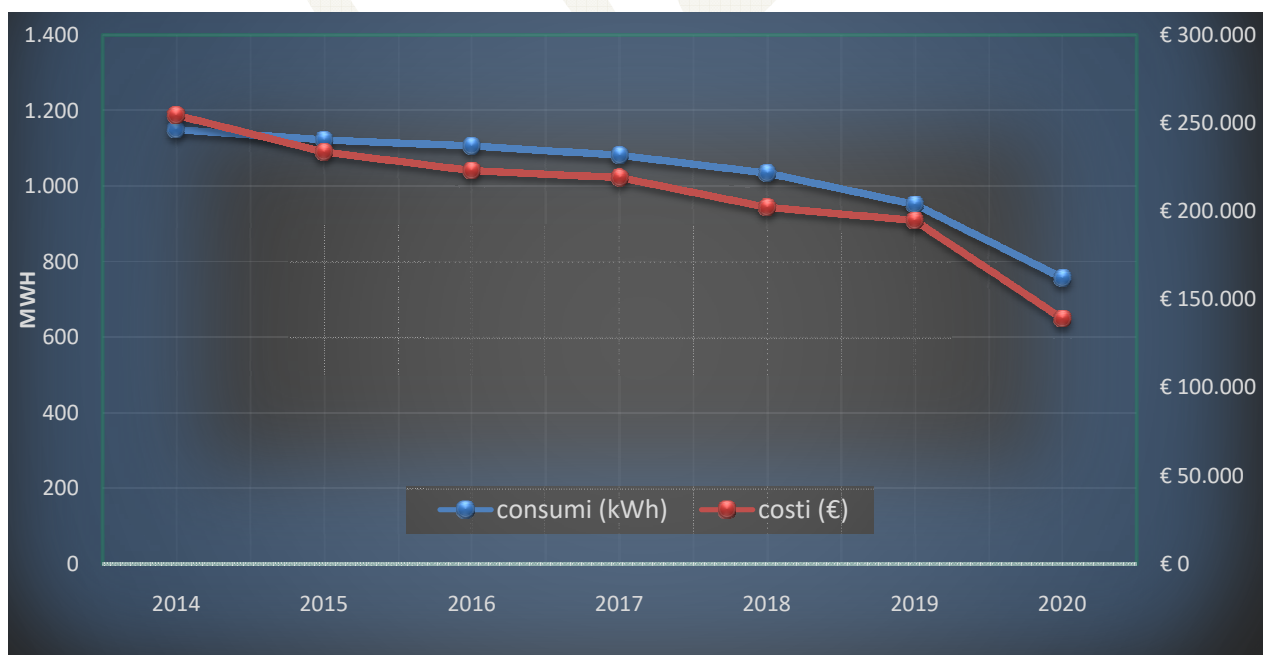


fig. 4. 31 – andamento dei consumi e dei costi della rete semaforica

<sup>27</sup> I dati sono stati aggiornati al 2020

Le problematiche sono riconducibili a due aspetti: il primo attiene più strettamente all'ambito amministrativo, mentre il secondo riguarda l'entità dei consumi di energia elettrica e dei costi conseguenti alla consistenza tecnologica degli apparati.

Sotto l'aspetto amministrativo la problematica riguarda la persistenza di un meccanismo di fatturazione forfettaria di un complesso di impianti semaforici privi di gruppo di misurazione ( il cosiddetto "coacervo" ) ; si tratta di impianti inseriti in contratti di fornitura risalenti in maggioranza alla metà del 1970 dall'allora fornitore in regime di monopolio ( ENEL) e che vengono di volta in volta volturati automaticamente nei successivi contratti affidati nell'attuale mercato libero.

#### 4.6.1 Il coacervo semaforico

Il "coacervo" nella iniziale perimetrazione comprendeva ben 69 impianti; negli anni non è stato tenuto conto dell'evoluzione della viabilità a livello infrastrutturale, né dei sistemi semaforici, sia in termini di consistenza relativamente a successive dismissioni, che in termini di nuove tecnologie ( LED). I consumi erano stati appunto definiti a cura del gestore dell'epoca in maniera forfettaria, peraltro con criteri discutibili. Dalle lettura dei contratti, appare infatti che il conteggio forfettario dei consumi veniva definito sulla potenza contrattuale valutando la consistenza degli apparati, con fattore di contemporaneità pari a 1, ovvero potenza massima moltiplicata per le ore mensili (720). Il contributo ai consumi elettrici e ai costi di gestione energetica del coacervo rappresenta quindi la rilevante percentuale del 52% sul totale dei consumi fatturati, con una media di 518.000 kWh nel periodo 2016-2020.

Incrociando i dati dell'ufficio con le rilevazioni aggiornate fornite dalla società di gestione, risulta viceversa che, a fronte dei 69 impianti iniziali, poi diminuiti a circa 30 impianti, allo stato sono connessi e alimentati solo 12 intersezioni semaforiche. Il prospetto seguente ne riassume l'anagrafica.

ID Impianto	Ubicazione/intersezioni
Reg 01	Viale Lungosaline-Via Ischia-Via Gorgona - Via Montecristo
Reg 02	Viale Poetto - Via S'Arrulloni
Reg 08	Piazza Amendola
Reg 14	Viale Trieste - Via Sauro
Reg 20	Via Bacaredda - Via Tiziano - Via S.Alenixedda - Via Cocco Ortu
Reg 21	Piazza Cimitero - Viale Bonaria - Viale Cimitero
Reg 29	Via Della Pineta - Via Firenze - Via Corsica
Reg 33	Via Genneruxi - Viale Marconi - Via Cavaro
Reg 34	Via Cavaro - Via Boiardo - Piazza Michelangelo
Reg 45	Piazza D'armi
Reg 46	Piazza Giovanni - Via Dei Giudicati - Via Salvemini - Via Castiglione
Reg 47	Via Castiglione - Via Sarpi

fig 4. 32 impianti attivi nel coacervo semaforico - 2021

Si tratta di impianti costituiti da lanterne prevalentemente dotate di lampade a filamento per un totale di potenza pari a 110,2 kW

COACERVO SEMAFORICO	pot - ( kW)
impianti con lampade a LED	0,53
impianti con lampade a incandescenza	109,65
<b>totale potenze</b>	<b>110,2</b>

Va precisato anche che oltre alle lanterne in generale sono presenti altri carichi alimentati dalla medesima linea ( tvcc, sistemi "vistared" , spire, PMV etc ) , che tuttavia nella generalità hanno assorbimento piuttosto modesto.

E' comunque evidente che persiste da molti anni un disallineamento tra l'ambito contrattuale delle forniture elettriche ( malgrado i numerosi fornitori succedutisi specie negli ultimi 10 anni) e la realtà dello stato di fatto.

I consumi rilevati ( ca 518 MWh) sarebbero presuntivamente congruenti con la potenza degli utilizzatori se la totalità degli apparati ( originariamente inseriti) fosse permanentemente in accensione ( f.c. =1 ); considerando che, quantomeno per ciò che attiene alle lanterne il fattore di contemporaneità di accensione, e quindi il carico, è verosimilmente 0,33 ( trascurando per semplificazione il lampeggio notturno) si può ipotizzare che l'incidenza del consumo forfettario del coacervo incida in modo sproporzionato.

Le suddette considerazioni dovranno comunque essere oggetto di approfondimento e verifica da parte degli uffici.

Una esemplificazione degli extracosti generati dal solo coacervo, sulla base dei carichi effettivi può essere riassunta nello specchio che segue.

COACERVO SEMAFORICO - stima sommaria dei consumi

POTENZA ( kW)	<b>110</b>
ORE FUNZIONAMENTO	<b>8.760</b>
CONSUMO ELETTRICO calcolato ( kWh)	<b>318.508</b>
CONSUMO ELETTRICO fatturato 2019 ( kWh)	<b>501.774</b>
EXTRACOSTO ( stima)	<b>€ 42.151</b>

Calcolando l'impegno di potenza rilevato e imputando i consumi riferiti all'annualità, valorizzando l'energia al prezzo medio di fornitura per ciascuna delle fasce orarie si ricava un extracosto di € 42.000, riferito al

solo ambito del coacervo, rispetto all'importo medio complessivo del sistema semaforico di € 195.000, ovvero un eliminabile esborso di oltre il 20% oltre il dovuto.

E' evidente che ciò implica, oltre che una rinegoziazione a livello contrattuale-amministrativo con il distributore locale, (agevolmente realizzabile), anche l'ipotesi circa la fattibilità di un investimento sul piano infrastrutturale per la disposizione di nicchie e apparati, opere civili correlate a posa di linee etc, funzionali all'attivazione di GDM dedicati nelle intersezioni coinvolte all'interno del coacervo, in un ottica

di opportunità e di valutazione di costi benefici; tali valutazioni esulano comunque dal perimetro del Report

#### 4.6.2 Consistenza attuale degli impianti

Complessivamente il sistema semaforico di Cagliari è suddiviso allo stato in 62 impianti associati a apposita centralina, correlati ad altrettante intersezioni stradali.

In base ai dati disponibili questi si compongono complessivamente di 1.195 lanterne, suddivise secondo il prospetto seguente.

##### TIPOLOGIA LANTERNE

• veicolari	699
• pedonali	435
• tranviarie	40
• ciclabili	21

totale 1195

Le lanterne sono equipaggiate complessivamente con 3.554 lampade così ripartite per potenza e tecnologia

##### TIPOLOGIA LAMPADE

• LED 10 W	537
• filamento 70 W	262
• filamento 100 W	2755

totale 3554

In termini percentuali si rileva che, pur essendosi incrementato il numero di impianti convertiti con lampade a LED, questi risultano tuttora in netta inferiorità numerica, rappresentando appena il 15% del totale, contro un 85% di lampade che ancora utilizzano la tecnologia obsoleta a incandescenza, e di conseguenza sono caratterizzate da valori di potenza circa decupli.

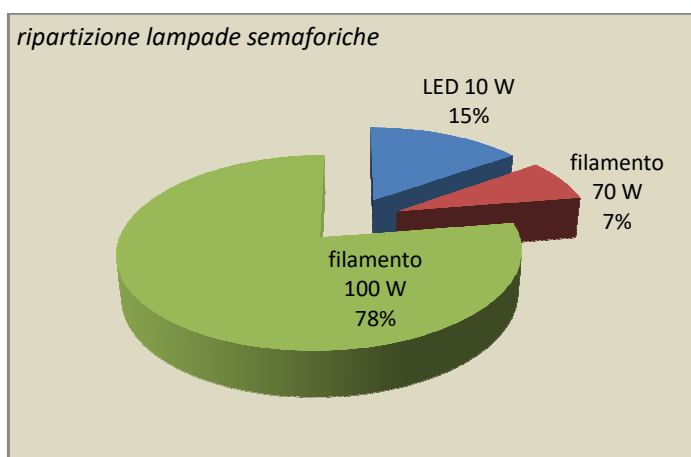


fig. 4.33 – ripartizione % lampade semaforiche

Gli impianti comprendono ulteriori apparati (pannelli a messaggio variabile, spire di misurazione traffico, telecamere, sistemi di rilevamento infrazioni etc, che, pur essendo alimentati elettricamente dal medesimo impianto non sono oggetto della presente relazione)

Il sistema semaforico cittadino è stato implementato negli ultimi anni con un impianto di controllo e gestione tecnologicamente evoluto; la sala di controllo consente un monitoraggio in tempo reale del funzionamento degli impianti con la possibilità di intervenire in remoto sui profili di gestione del traffico, la rilevazione e segnalazione puntuale dei guasti provenienti dalle centraline locali interconnesse tramite parte in fibra ottica parte in GPRS, il tutto affiancato dalla visualizzazione delle immagini trasmesse dalle telecamere dislocate in corrispondenza dei punti nodali e orientabili sia dagli operatori della sala controllo traffico che parallelamente dagli agenti di Polizia municipale per le mansioni proprie del servizio..

Al livello tecnologico gestionale del sistema si contrappone peraltro una manchevolezza dei materiali costituenti gli impianti. La gran parte delle lanterne, fatto salva la riqualificazione di alcuni impianti sopra menzionati, sono tutt'ora costituiti da lampade a filamento, con potenze da 70 W (lanterne da 200 mm di diametro) a 100 W per lanterne da 300 mm.

#### 4.6.3 Ipotesi di riqualificazione

Si ipotizza schematicamente un intervento di riconversione del sistema semaforico cittadino basato su due “linee direttrici”.

La prima, già anticipata e di natura più strettamente amministrativa, deve prevedere le seguenti fasi:

- verifica puntuale dei contratti forfettari con rilevazione “storico documentale” degli impianti a suo tempo inseriti, in termini di caratteristiche e consistenza
- riallineamento in termini di individuazione univoca delle anagrafiche degli impianti semaforici, attualmente differenziate tra il soggetto preposto alla gestione tecnica e alla supervisione e

manutenzione ordinaria, e il settore amministrativo comunale di gestione della fatturazioni e liquidazione dei corrispettivi per i consumi di energia; è necessario provvedere a una individuazione degli impianti, associando la individuazione descrittiva dell'intersezione con i dati tecnici amministrativi ( POD in presenza di gruppo di misura)

- verifica, “in contraddittorio” col distributore e/o col fornitore, dei criteri di imputazione dei consumi forfettari in relazione alla reali consistenze degli impianti, con particolare riferimento alla successivamente ipotizzata fase di riqualificazione degli stessi con sistemi a LED e conseguente riduzione drastica delle potenze impegnate e dei consumi stimati.

Tale attività, oltre che opportuna sul piano della corretta ricognizione della consistenza e dell'individuazione degli impianti, è suscettibile di produrre un contenimento dei costi anche soltanto riferibile alla aggiornata imputazione dei costi forfettari. Resta ipotizzabile come premesso la attivazione puntuale dei misuratori negli impianti attualmente sprovvisti, posto che permanga un sistema di monitoraggio dell'evoluzione tecnologica e quantitativa delle lanterne semaforiche presenti nelle strade.

La seconda riguarda un progetto generale di riqualificazione degli impianti semaforici, che allo stato impiegano per 85% lampade a incandescenza, mediante la dismissione delle lanterne presenti e la loro sostituzione con lanterne a LED.

E' implicito che un progetto generale può essere distribuito nel tempo per successivi stralci esecutivi, ove si presupponga un finanziamento di provenienza comunale. In alternativa, come si accennerà in seguito, la riqualificazione può agevolmente prestarsi a forme di affidamento nelle modalità dei contratti EPC di forniture e servizi tramite E.S.Co. Come anticipato, la disamina prescinde dall'attuale assetto organizzativo e gestionale della rete, posto che un piano di riqualificazione potrebbe comunque essere valutato sulla scala metropolitana con i soggetti istituzionali coinvolti .

Come ampiamente noto l'impiego di lampade a LED nell'illuminazione in genere consente vantaggi sotto due aspetti prevalenti: la riduzione dei consumi di energia elettrica dovuta alla necessità di potenze nettamente inferiori, a sostanziali parità di parametri illuminotecnici e in relazione alla superiore efficienza, e contestualmente la riduzione della frequenza di intervento manutentivo e/o di sostituzione delle lampade dovuta alla loro maggiore vita utile.

Nel caso dei semafori, questi vantaggi sono entrambi amplificati in relazione alle due caratteristiche sopracitate, in particolare alla riduzione di una onerosa attività manutentiva stradale, la cui incidenza, in termini economici e di problematiche organizzative risulta significativa, specie se confrontata alle attività analoghe, concernenti ad es. la manutenzione di impianti di illuminazione di interni.

Le lampade semaforiche a LED sostitutive di quelle a filamento assorbono in media da 1/6 a 1/10 di energia elettrica e la durata media supera le 50.000 ore ovvero oltre 10 volte quella di una lampada a incandescenza, la cui affidabilità in un contesto stradale, soggetto alle sollecitazioni dovute al traffico e ai fattori climatici, ne condiziona ulteriormente la durata. Un ulteriore vantaggio delle lampade a LED consiste nella migliore visibilità e capacità di persistenza dell'efficacia del messaggio luminoso anche in

caso di spegnimento parziale di una parte dei LED componenti (quantomeno fino a una soglia di accettabilità prefissata normativamente).

Questo aspetto attiene in particolare a una componente di costo di gestione/manutenzione che incide per oltre il 50% nel totale. La rarefazione degli interventi manutentivi puntuali a seguito di fulminazione delle lampade apporta un sensibile ulteriore vantaggio che si somma alla drastica riduzione della bolletta energetica.

Attualmente, il costo imputabile al servizio di manutenzione incide annualmente per circa € 125.000 (a cui vanno aggiunti i trasferimenti alla società ITS per la gestione dei servizi). La frequenza di intervento si attesta nell'ordine di 10-20 a giornata, che nell'80% delle situazioni sono imputabili a cambio lampade. Da quanto precede si può ipotizzare un costo medio di sostituzione di ca. € 32,0 / lampada

In una simulazione relativa a un piano di riqualificazione degli apparati con l'adozione estensiva di sistemi a LED va messa in conto l'elemento rilevante rappresentato dalla drastica riduzione dei costi manutentivi.

Il costo manutentivo ipotizzato invece a seguito di riqualificazione è valutato sulla base della vita media stimata delle lampade LED e tiene conto di una quota relativa a mano d'opera e noli correlata agli interventi, oltre che al materiale necessario. Viene inoltre ipotizzata in sede di investimento, la soluzione più impegnativa e tecnicamente auspicabile di sostituzione integrale delle lanterne semaforiche, e non delle sola sostituzione delle lampade e delle relative ottiche, pure ipotizzabile e relativamente di minore costo.

Nelle voci di costo in via semplificativa si ipotizzano i prezzi di due tipologie di lanterne, di tipo veicolare e pedonale (si trascura la tipologia tranviaria ad esse assimilabile). Nei costi di manutenzione sono considerate i prezzi di approvvigionamento delle lampade, la mano d'opera e i noli. Si tratta evidentemente di quotazioni soggette a variabilità in relazione alla tipologia di affidamento e a eventuali ribassi ove si proceda a gara di appalto di tipo tradizionale.

Relativamente ai prezzi di fornitura e posa delle lanterne si è fatto riferimento a prezzi di mercato di affidamenti analoghi e alla circostanza che trattandosi di un affidamento su scala estesa, i materiali sono presuntivamente reperibili a condizioni più vantaggiose. Nell'ipotesi di affidamento in EPC occorre peraltro riferirsi ai costi effettivi sostenibili dal soggetto affidatario, presumibilmente inferiori.

Il raffronto tra le situazioni pre e post- intervento, in termini di costi-benefici, sono rappresentate nel prospetto seguente. La simulazione ha carattere indicativo; il criterio seguito è consistito nell'ipotizzare la sostituzione delle lanterne dotate di lampade a incandescenza con 974 lanterne dotate di piastre a led, applicando parametri manutentivi proporzionali alla vita utile delle lampade nelle due situazioni; l'investimento è stimato sulla base di un quadro economico di affidamento delle forniture e messa in opera dei nuovi apparati, inclusa rimozione e smaltimento di quelli presenti; sulla base delle ipotesi è stato compilato un calcolo di convenienza economica, proiettato su un periodo di 20 anni, includendo i flussi di cassa relativi al risparmio di energia e ai costi manutentivi nelle situazioni ante e post intervento; come premesso i conteggi di consistenza non considerano in via semplificativa la totalità degli apparati e dei carichi, ma in termini di raffronto possono essere sufficientemente rappresentativi. Relativamente alla stima dei costi di vita utile si sono adottate le tariffe di fornitura elettriche attuali in

ambito Consip, con un coefficiente inflattivo nel periodo al 3%, analogamente adottato per i costi manutentivi.

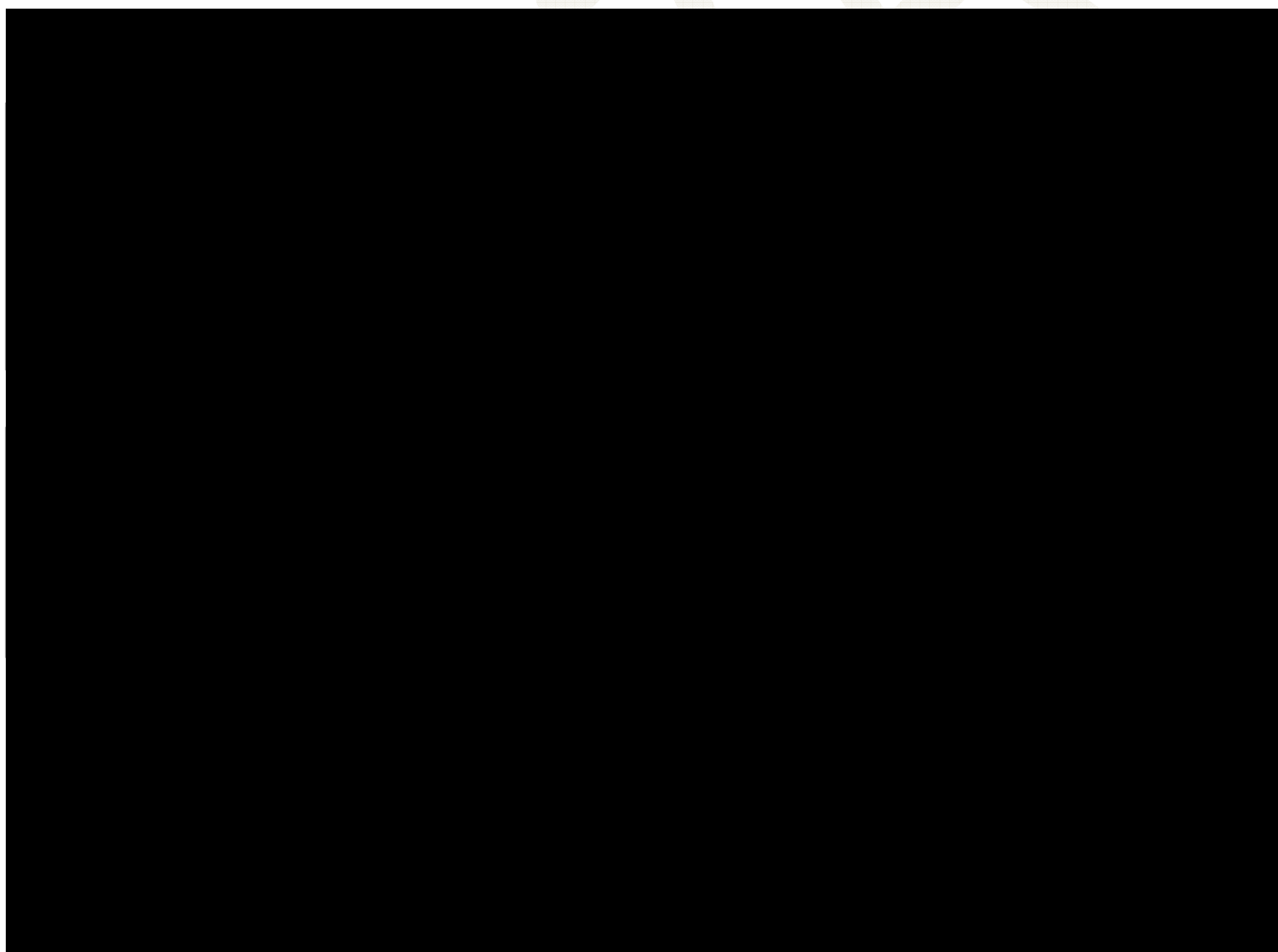


fig. 4. 34 – prospetto di simulazione dei costi

Pur risultando evidente la convenienza economica dell'investimento senza necessità di particolari valutazioni di sostenibilità finanziaria, si è provveduto comunque a evidenziarne i parametri essenziali, variando i dati di ingresso relativi al costo dei materiali e al periodo di vita utile. In tutti i casi i risultati non si discostano di molto.

Nell'analisi di convenienza, il VAN è calcolato sulla base di un tasso di sconto del 4% e di una vita utile di 20 anni. Sono individuati come flussi di cassa i risparmi sull'acquisto del vettore energetico e quelli conseguibili rispetto ai costi manutentivi attuali a seguito del relamping; vengono messi in conto dei costi figurativi imputabili a ammortamenti ( non di natura fiscale) e a manutenzioni straordinarie distribuiti nel periodo di vita utile. I valori sono rappresentati nel prospetto seguente.

<i>anno</i>	<i>ricavi (energia)</i>	<i>costi (manut.)</i>	<i>ammor.ti + spese straord.)</i>	<i>flussi totali</i>	<i>flussi attualizzati</i>
2022					-€ 635.000
2023	€ 118.578	€ 92.324	-€ 24.387	€ 186.515	€ 179.341
2024	€ 120.949	€ 94.170	-€ 24.549	€ 190.570	€ 176.193
2025	€ 123.368	€ 96.054	-€ 24.713	€ 194.709	€ 173.096
2026	€ 125.836	€ 97.975	-€ 24.877	€ 198.933	€ 170.049
2027	€ 128.352	€ 99.934	-€ 25.043	€ 203.243	€ 167.051
2028	€ 130.919	€ 101.933	-€ 25.210	€ 207.642	€ 164.102
2029	€ 133.538	€ 103.972	-€ 25.378	€ 212.131	€ 161.202
2030	€ 136.208	€ 106.051	-€ 25.548	€ 216.712	€ 158.349
2031	€ 138.933	€ 108.172	-€ 25.718	€ 221.387	€ 155.543
2032	€ 141.711	€ 110.335	-€ 25.889	€ 226.157	€ 152.784
2033	€ 144.545	€ 112.542	-€ 26.062	€ 231.026	€ 150.070
2034	€ 147.436	€ 114.793	-€ 26.236	€ 235.994	€ 147.401
2035	€ 150.385	€ 117.089	-€ 26.411	€ 241.063	€ 144.776
2036	€ 153.393	€ 119.431	-€ 26.587	€ 246.237	€ 142.196
2037	€ 156.461	€ 121.819	-€ 26.764	€ 251.516	€ 139.658
2038	€ 159.590	€ 124.256	-€ 26.942	€ 256.903	€ 137.163
2039	€ 162.782	€ 126.741	-€ 27.122	€ 262.401	€ 134.709
2040	€ 166.037	€ 129.276	-€ 27.303	€ 268.010	€ 132.297
2041	€ 169.358	€ 131.861	-€ 27.485	€ 273.734	€ 129.926

I valori sono sintetizzati nel grafico seguente, che fornisce il payback attualizzato

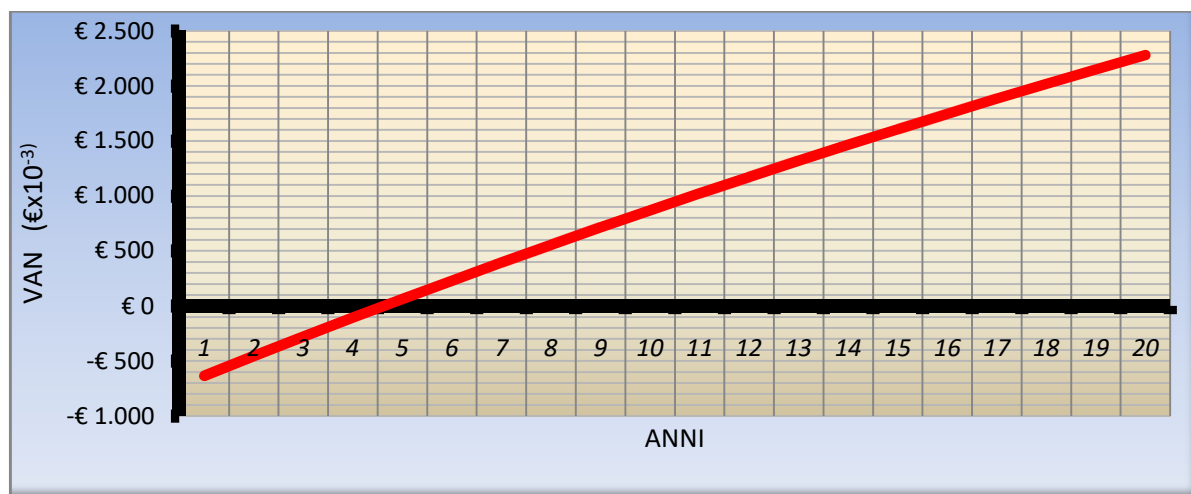


Fig. 4.35 – VAN e Payback

Si rileva in effetti che i parametri di convenienza sono largamente positivi e, a intervento eseguito, il PBT attualizzato non supera i 4 anni da cui emerge in ipotesi la sostenibilità di un affidamento in concessione con investimento in carico al soggetto affidatario a fronte di un canone di servizio corrisposto dall'Amministrazione. Tale canone di servizio, nella logica dei contratti EPC, risulterebbe agevolmente

inferiore alla somma dei costi attualmente sostenuti, garantendo la sostenibilità finanziaria e la bancabilità dell'operazione. In ogni caso l'entità dell'investimento è tale da essere agevolmente sostenuto all'interno del bilancio comunale, consentendo di ritrarre i benefici derivanti progressivamente nel corso delle attività di riqualificazione e complessivamente alla loro conclusione nel breve periodo.

<b>RIEPILOGO</b>	
INVESTIMENTO (importo Q.E.)	€ 635.000
COSTO VITA UTILE IMPIANTO ATTUALE	€ 5.689.941
COSTO VITA UTILE IMPIANTO LED	€ 565.591
DIFFERENZA	€ 5.124.350
RIDUZIONE CONSUMI ELETTRICI (kWh/anno)	559.395
QUOTA RIDUZIONE SU CONSUMI ATTUALI	57%
MINORI EMISSIONI CO <sub>2</sub> - (tep/anno)	270
VAN	€ 2.280.907
TIR	31,3%
PB	4

Accompagnando un progetto di riqualificazione all'intervento di rimodulazione e di ridefinizione relativamente alla precedentemente illustrata problematica di natura amministrativa-contrattuale (coacervo), si determinerebbe un significativo intervento di efficientamento e di abbattimento dei costi legati alla gestione del sistema semaforico; i risparmi conseguibili, riferiti al costo energetico e all'obsolescenza contrattualistica, (anche senza gli accennati interventi di natura civile) permetterebbero a regime di ridurre il costo energetico dagli attuali ca. € 200.000 a non molto oltre il 10%, ovvero sommando la bolletta elettrica complessiva del sistema alla stima dei costi manutentivi riferibili al 1° anno a regime si otterrebbe un esborso di circa 25.000 – 30.000 euro

## 5 - PROGETTI E INIZIATIVE

Questa sezione del Report illustra alcune delle iniziative in corso, sviluppate negli ultimi anni e/o in fase di mantenimento a cura dell'ufficio Politiche Energetiche ; naturalmente si è inteso dare evidenza solo ad poche tra quelle significative, posto che l'attività dell'ufficio implica un rapporto continuativo in relazione alle esigenze legate alla gestione quotidiana o a far fronte alle richieste di supporto da parte di altri uffici/servizi.

Tra queste, come accennato in precedenza vi è l'attività pressoché continuativa di rilevazione e reperimento di dati e informazioni da altri uffici della struttura organizzativa comunale , e presso soggetti esterni. Questa attività , peraltro impegnativa stante la suaccennata assenza di un metodo strutturato di condivisione delle informazioni, costituisce il primo livello di acquisizione e rilevazione funzionale alla rappresentazione dello stato di fatto, alla valutazione delle criticità, e alla successiva attività di analisi e proposta al decisore.

### 5.1 Partnership e adesione a progetti comunitari<sup>28</sup>

Negli ultimi anni il comune di Cagliari, e segnatamente l'ufficio Politiche Energetiche è stato coinvolto in una molteplicità di iniziative attinenti il tema dell'efficienza energetica o di ambiti ad essa associabili, e ha instaurato rapporti di collaborazione e partnership con soggetti istituzionali a livello regionale , nazionale e nel quadro di progetti riconducibili a progetti e bandi europei. In alcuni si è trattato di un coinvolgimento marginale, in altri di coinvolgimento più strutturato; nel prospetto se ne fornisce una sintetica illustrazione.

L'elencazione, pur non esaustiva, testimonia l'impegno della amministrazione, tramite gli uffici preposti, nei confronti delle iniziative correlate alle tematiche dell'efficienza energetica e della salvaguardia ambientale; relativamente al PAES va segnalato l'avvio del percorso di rinnovamento e aggiornamento mediante la predisposizione del nuovo Piano per l'Energia e il Clima PAESC, che includerà la componente di mitigazione e adattamento a livello territoriale.

Nel 2019 è stato siglato un protocollo di intesa con ENEA ( Agenzia *nazionale* per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) , avente oggetto la collaborazione e il supporto nei progetti di efficientamento pianificati dal comune di Cagliari; questa collaborazione è stata proficuamente attivata nel progetto di CER di piazza Medaglia Miracolosa, ed destinata a articolarsi nel seguito .

<sup>28</sup> Paragrafo da completare

ADESIONI COMUNE DI CAGLIARI PROGETTI E INIZIATIVE EUROPEE NEL CAMPO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA E DELLA SOSTENIBILITA'			
TITOLO	ANNO ADESIONE	RUOLO	BREVE DESCRIZIONE/OGGETTO /FINALITA'
patto dei sindaci	2012	joined city	PAES - Piano di Azione per l'Energia Sostenibile
horizon call 2015	2015	leader	ristrutturazione urbanistica di comparto - smart grid e FER
CELSIUS	2015	replication city advisory board	reti di teleriscaldamento e raffrescamento da fonti alternative
Net-efficient	2015	member	FER e sistemi di stoccaggio a rete dell'energia - isola Bokum
S-markets	2015	proponent	nuovi modelli economici gestione e eff. Energetica mercati cittadini - questionari temi energetici e ambientali in ambito territoriale - condivisione pratiche
CDP - cities	2015	partecipant	questionario - creazione di software di supporto x progetti di fattibilita reti H&C
Planheat	2016	partecipant	
GuarantEE	2017	member	sviluppo di di modelli contrattuali EPC - progetti pilota
URBACT	2017	partecipant	concorso buone pratiche in campo ambientale e GPP
Enerselves - Interreg Europe	2017	member	progetto innovativo economia circolare E.E. e FER edificio ex ENEL asse mediano
circle-hub	2017	promoter	economia circolare e efficienza ambientale
Climathon	2017	co-organizer event	movimento x cooperazne alla soluzione delle sfide ai cambiamenti climatici sviluppare un approccio sistemico adattabile e replicabile verso la transizione urbana verso città sostenibili, intelligenti ed efficienti
SmartEnCity	2018	member	promozione di modelli di gestione ambientale ed energetica nelle PA per la valutazione dell'impronta ambientale.
Creiamo PA	2019	member	
NESOI	2020	promoter	vincitore bando con progetto EE4OSCo - CER - Implementazione del progetto
City Sprint Cagliari	2021	workshop member	partecipazione 2 workshop organizzati da Accenture per COP26

Fig. 5. 01 – riepilogo progetti comunitari

## 5.2 La Smart Grid degli edifici di viale Treste e via Sauro

Si illustra uno degli interventi più qualificanti posti in essere dall'amministrazione in tema di efficientamento energetico di un edificio pubblico.

Il progetto è stato concepito nel quadro del POR FESR Sardegna Asse Prioritario IV “ Energia sostenibile e qualità della vita”- azioni 4.1.1 e azione 4.3.1 - Interventi di efficientamento energetico negli edifici pubblici e di realizzazione di micro reti nelle strutture pubbliche nella regione Sardegna” ; le proposte formulate negli allegati tecnici all'istanza sono state inserite nella graduatoria di accesso al finanziamento con uno dei punteggi di valutazione più alti . Il bando POR prevedeva un finanziamento in conto capitale fino alla somma di 1,5 M€ . La scelta operata dall'ufficio ha viceversa previsto una modalità di coinvolgimento di partner privato con apporto di capitale proprio , sulla base di due criteri principali: 1) sperimentare le modalità di PPP e l'utilizzo di contrattualistica EPC con finanziamento tramite terzi ( FTT) e quindi rinunciando in parte all'apporto finanziario pubblico che assumeva solo una quota minoritaria di cofinanziamento (max 49% a base gara, secondo art. 183 Dlgs 50/2016), fattispecie che peraltro implicava una valutazione premiale nelle regole del bando; 2) incoraggiare l'esplicazione del ruolo propositivo delle ESCo , prevedendo nei criteri della OEV punteggi articolati sia su aspetti migliorativi del progetto base redatto dall'amministrazione, sia la possibilità di studiare e proporre ulteriori aspetti migliorativi dell'efficienza complessiva della microrete, sia dal punto di vista tecnologico che tramite interventi sull'involucro edilizio dei fabbricati coinvolti.

Oltre gli aspetti di merito tecnico erano inseriti tra le schede di valutazione OEV gli aspetti economico-finanziari relativi al minor apporto di cofinanziamento pubblico rispetto alla soglia massima di norma, e quelli legati al maggior ribasso sui canoni di servizio.

In esito alla procedura di selezione è scaturita in effetti una proposta che integrava gli interventi originariamente previsti in base alle analisi propedeutiche alla partecipazione al bando POR e alle diagnosi energetiche poste tra i documenti di gara, con altri interventi sull'involucro funzionali alla ulteriore riduzione dei consumi di energia elettrica ( unico vettore impiegato ) rispetto alla soglia percentuale fissata a b.a., che costituiva un altro dei criteri di attribuzione di punteggio anche la ulteriore riduzione dei consumi rispetto a minima base gara.

### 5.2.1 Termini contrattuali e economici

Prevista in forma di concessione di beni e servizi, l'affidamento assomma a € 3.481.852 + IVA, di cui € 1800.752,78 + IVA per interventi efficientamento (fase 1) e € 1.681.100,00 + IVA per canoni di servizio pluriennali ( fase 2)

Sull'importo di fase 1 il cofinanziamento pubblico RAS , sulla base dell'offerta economica presentata dal concessionario, si è ridotto a € 344.000 .

La concessione è stata suddivisa temporalmente in 2 periodi: la prima della durata di un anno<sup>29</sup> prevedeva l'implementazione di tutti gli interventi di efficientamento previsti, con immediata volturazione dell'utenza elettrica e la corresponsione di un canone fisso comprensivo della quota energia, manutenzione e remunerazione investimento; al termine della fase 1 prende avvio l'attività di gestione e manutenzione dei sistemi ( fase 2) con canone variabile in relazione alla quota energia in rapporto al target di riduzione consumi offerto in sede di gara.

A valle degli interventi sopra descritti , tutt'ora in fase di completamento, sono indicati i target del progetto sotto il profilo del miglioramento dell'efficienza energetica e del relativo abbattimento dei consumi del vettore elettrico.

La riduzione della quota di energia utilizzata dai fabbricati, a fronte di una baseline definita sui dati storici degli ultimi 5 anni a 697.437 kWh è fissata in 221.780 kWh corrispondenti alla riduzione del 68,20%, rispetto alla base gara del 62,78 % . Il fabbisogno di energia di rete, al netto della quantità auto consumata a seguito dell'esercizio del generatore FV, è quantificata in sede di analisi intorno al 12% rispetto alla fornitura desunta dallo storico.

### 5.2.2 Riepilogo degli interventi di riqualificazione energetica

Il progetto di riqualificazione si incentra sull'edificio comunale di Viale Trieste, ma gli interventi trattandosi di una microrete, hanno coinvolto un ambito più ampio, che comprende anche l'altro edificio comunale di Via Sauro e il parcheggio pubblico multipiano adiacente all'area dei due edifici, con ingresso da Via Cesare Battisti; gli edifici sono alimentati da una medesima cabina di trasformazione MT-bt di proprietà comunale e la microrete include la rete di alimentazione e le connessioni con il sistema di accumulo di entrambi i fabbricati, oltre che le linee dati funzionali al monitoraggio della produzione e dei consumi elettrici.

Con quanto premesso l'insieme degli interventi di efficientamento previsti in progetto sono sintetizzati nell'elenco che segue, nel quale gli interventi indicati ai numeri 7 e 8 e 9 sono stati autonomamente proposti dalla ESCo in sede di offerta.

1. *relamping a led degli uffici con inserimento di sensoristica atta a regolare l'accensione in base alla presenza/assenza del personale, e alla modulazione della potenza degli apparecchi in relazione all'apporto di luce naturale*

L'efficientamento dell'impianto di illuminazione è particolarmente significativo in termini di riduzione dei consumi energetici dell'edificio. L'attuale sistema di illuminazione dell'edificio è infatti basato su tecnologia fluorescente, con livelli di illuminamento non controllati e quindi spesso superiori o inferiori al valore consigliato, senza alcuna regolazione in base all'illuminazione naturale né controllo di presenza.

<sup>29</sup> Prolungatasi a seguito dell'emergenza pandemica

Sostanzialmente gli interventi previsti nel progetto si possono riassumere in:

- Sostituzione di tutti gli apparecchi attualmente installati con corpi illuminanti a tecnologia LED
- Adozione di un sistema di controllo della luce con dimmerazione in base alla presenza e alla

intensità della luce esterna, coordinato con schermature solari servoassistite;

Le soluzioni progettuali proposte garantiscono il rispetto dei requisiti minimi posti a base di gara, per quanto riguarda la tipologia dei corpi illuminanti, l'automazione del flusso luminoso in funzione della presenza della luce naturale, l'installazione di sensori di presenza temporizzati, il rispetto dei parametri illuminotecnici minimi richiesti dalla normativa UNI 12464-1, il rispetto dei criteri minimi richiesti dal Conto Termico 2.0.

Le ottiche scelte rispetteranno le normative e la destinazione d'uso degli ambienti in accordo con la UNI12464. L'UGR è  $< 19$  e l'indice di resa cromatica CRI  $\geq 80$ .

Al fine di ridurre ulteriormente i consumi di energia elettrica per illuminazione e al contempo incrementare le condizioni di comfort illuminotecnico, si propongono in merito corpi illuminanti con le seguenti caratteristiche tecniche, migliorative rispetto a quanto previsto nel progetto posto a base di gara

- efficienza luminosa delle lampade LED  $> 110$  lm/W Temperatura di colore = 4000 K
- Vita utile  $> 50000$  ore (L80B20)
- Grado di protezione IP40
- Livello di rischio fotobiologico esente (RG0)

Utilizzo di apparecchi equipaggiati con reattore elettronico dimmerabile DALI e predisposizione per dimmerazione coordinata con le schermature solari servoassistite tramite sistema di gestione dell'illuminazione previsto; per ciascuna tipologia di lampada attualmente installata è stata individuata una tipologia equivalente di corpo illuminante con tecnologia LED, garantendo che la potenza dei nuovi apparecchi illuminanti installati non sia superiore al 50% della potenza sostituita.

L'impianto di illuminazione risulta completamente automatizzato tramite rivelatori di presenza e luminosità, tali da modulare il flusso luminoso dei corpi illuminanti interni in modo da garantire il comfort visivo necessario all'utilizzo dei locali. L'intero sistema è basato su protocollo aperto e standard internazionale, che ne consente l'integrazione con il sistema BMS dell'edificio.

Il risparmio di energia è ottenuto sia spegnendo le luci quando non è rilevata presenza reale all'interno dei locali, che tramite regolazione di potenza (dimmer) in funzione della luce proveniente dall'esterno in base alla regolazione coordinata degli elementi frangisole in funzione dell'irraggiamento solare

Le luci si spengono automaticamente quando non è più rilevata alcuna presenza reale all'interno dei locali;

## 2. inserimento di un sistema centralizzato di gestione dell'impianto di climatizzazione funzionale alla regolazione dei parametri termici e degli orari di accensione degli impianti

Il sistema previsto gestisce il controllo domotico dell'impianto di climatizzazione del edificio di Viale Trieste. L'edificio di Via Sauro, infatti, è già dotato di un sistema di gestione e controllo dell'impianto di climatizzazione, realizzato in epoca recente.

L'edificio di Viale Trieste è attualmente dotato di un impianto di climatizzazione estiva e invernale di tipo VRV, con unità esterne installate in copertura e unità interne a parete negli ambienti e a soffitto nelle aree comuni. L'impianto VRV alimenta anche recuperatori di calore installati in controsoffitto per la ventilazione meccanica degli ambienti ad uso ufficio.

Sono presenti 20 unità esterne VRF collocate in copertura e suddivise in 3 gruppi, 2 dei quali a servizio della porzione di edificio verso Viale Trieste (una per semipiano, gruppo A e gruppo B) e il terzo destinato al lato verso Via Sauro (gruppo C).

Al fine di operare il controllo e la gestione dell'impianto, si propone l'installazione di un sistema Mini BMS Daikin integrabile sia con i prodotti Daikin che con dispositivi di altra tipologia. Si è verificato infatti che le unità esterne presenti sono compatibili con il sistema di gestione centralizzata Daikin mod. DCM601A51 (Intelligent Touch Manager).

Il Sistema di gestione e controllo installato è collegato direttamente alle unità esterne e può controllare direttamente unità interne o gruppi di esse gestite dalla stessa unità di controllo tramite attraverso i moduli di espansione

La centralina Intelligent Touch Manager è visualizzabile da remoto presso qualsiasi postazione pc attraverso l'accesso ad un portale dedicato. Tramite accesso remoto, i dati rilevati dalla centralina possono essere monitorati da qualsiasi postazione pc ritenuta strategica per l'edificio.

Il sistema di controllo remoto ha le seguenti caratteristiche:

- impostazione degli orari di accensione e controllo della temperatura di setpoint ambiente;
- interfaccia utente intuitiva, visualizzazione del layout e accesso diretto alle principali funzioni delle unità interne;
- possibilità di accedere a tutte le funzioni anche tramite interfaccia web; monitoraggio e confronto tra uso di energia effettivo e pianificato;
- gestione energetica intelligente tramite controllo dell'uso di energia e rilevamento dell'origine degli sprechi di energia;
- funzione di riduzione e ottimizzazione della temperatura; storico delle attività e dei guasti;
- collegamento diretto plug&play con split, fan coil, unità di trattamento aria;
- Collegamento tramite protocollo BACnet/IP con dispositivi analogici/digitali/impulsivi (illuminazione, ventilatori, pompe, sensori, allarmi...). Integrazione con sistema DALI tramite interfaccia BACnet IP.

Nelle immagini seguenti sono inserite le visualizzazioni del sistema di supervisione remoto, che consente di visualizzare le condizioni di funzionamento le temperature di ripresa e di setpoint, e i parametri di settaggio, le restrizioni, gli errori di sistema etc

Alto>V.le Trieste>4° PIANO>4° P -A- U5

Alto Giù Su

Nome	Stato	Master/Slave	Modo	Temp.	Setpoint	Restriz. setpoint (F)	Restriz. setpoint (C)	Segnale Fil...	All. polvere	Ventilazione	Direzione v...	On/C
5:2-09			Caldo	21.9°C	22.0°C	---	---					---
5:2-10			Caldo	21.4°C	22.0°C	---	---					---
5:2-11			Caldo	22.0°C	22.0°C	---	---					---
5:2-12			Caldo	20.1°C	22.0°C	---	---					---
5:2-13			Caldo	20.9°C	22.0°C	---	---					---
5:2-14			Caldo	22.2°C	22.0°C	---	---					---
5:2-15			Caldo	20.9°C	22.0°C	---	---				---	---
5:3-00			Caldo	23.5°C	22.0°C	---	---					---
5:3-01			Caldo	21.6°C	22.0°C	---	---					---

Fig. 5. 02 - supervisore remoto/a

Direzione v...	On/Off(Reheat)	On/Off(Storage)	Leaving Water Setpoint(Cool)	Leaving Water Setpoint(Heat)	Storage Water Setpoint	Rum. basso	R/C On/Off	R/C Modo ...	R/C Setpoint	Disabilitato	Cod. err.	Allarme
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---
---	---	---	---	---	---	---	---	Proibito	Proibito			---

Fig. 5. 03 - supervisore remoto/b

### 3. realizzazione di un generatore FV su pensiline del parcheggio di via Battisti da 170 kWp, sistema di accumulo dell'energia da 200 kWh

Il generatore FV si articola tra il solaio superiore del parcheggio nel quale sono collocate 4 pensiline ombreggianti in acciaio zincato per l'installazione dei moduli fotovoltaici, sulla copertura dell'edificio di Via Sauro, e al disopra della stecca di collegamento tra gli edifici di Viale Trieste e Via Sauro. Per poter posizionare le pensiline in modo da ottimizzare l'esposizione e dunque la produttività dei moduli, è stata modificata la viabilità del parcheggio e la disposizione degli stalli.

Complessivamente il campo di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica a servizio della microrete costituita dai due edifici di Viale Trieste e Via Sauro è composto da **752 moduli**. La potenza totale prodotta è pari a 248,16 kW, con una produzione di energia annua stimata a 282 526,77 kWh (equivalente a 1 138,49 kWh/kW). L'impianto è di tipo *grid-connected*, la tipologia di allaccio è trifase in media tensione multi-sezione.

L'impianto fotovoltaico sarà in grado di sopperire, almeno in parte, al fabbisogno energetico dell'edificio. Di seguito sono riepilogate le caratteristiche dei moduli

- Potenza di picco Pmax del singolo pannello - 330 Wp
- Tecnologia dei moduli - Silicio monocristallino
- Efficienza nominale di conversione del singolo modulo - 19,6%
- NOCT - 45±2
- Coefficiente di variazione percentuale della potenza massima con la temperatura - ≤ -0,33%/K

- Garanzia di resa - 87% a 25 anni
- Garanzia del prodotto - 10 anni

A servizio della Smart Grid è inserito un sistema di accumulo elettrochimico pari a 200 kWh, superiore alla baseline di progetto prevista a base di gara. L'accumulo è composto da batterie agli ioni di litio con efficienza superiore al 98%, con performance garantite per 10 anni. A servizio di ogni inverter sono installati datalogger per registrazione e invio dati.

#### 4. *installazione di colonnine di ricarica veicoli con tecnologia bidirezionale V2G<sup>30</sup>.*

Al piano terra del parcheggio multipiano sono installate 5 stazioni di ricarica per veicoli elettrici marca, ad accesso controllato con tessera RFID, contatore di energia (kWh) MID integrato nella stazione di ricarica. Le stazioni avranno dimensioni 385 x 263 x 1510 (H) mm., grado di protezione IP54,

segnalazione dello stato di carica all'utente attraverso indicatore LED. Previste inizialmente con tecnologia "V2G" (veichle to grid), per ragioni tecnologiche e di disponibilità commerciale sono stati impiegate dispositivi unidirezionali da 22 kW, con riserva di successiva conversione allo scopo di testare le funzionalità e potenzialità della tecnologia bidirezionale.

#### 5. *Rifacimento del pacchetto di copertura<sup>31</sup> del fabbricato con inserimento di strato coibentazione*

Questo intervento, inizialmente previsto, è stato modificato in corso di predisposizione della progettazione esecutiva in un intervento sui componenti opachi intonacati (a eccezione dei paramenti murari rivestiti) prevedendo il risanamento delle porzioni di intonaco ammalato rate e l'impiego di intonachino con caratteristiche coibenti; l'intervento complessivamente ha una finalità di risanamento e miglioramento estetico dei fabbricati a completamento degli interventi di natura tecnologica

#### 6. *Fornitura di autovettura elettrica*

Riguarda una prestazione complementare prevista nel bando e recepita nei documenti di gara ; l'autovettura incrementa il parco auto dei veicoli elettrici impiegati dal comune per le esigenze di servizio dei tecnici .

#### 7. *Sostituzione degli infissi in acciaio presenti nel fabbricato di viale Trieste con infissi aventi caratteristiche di prestazione particolarmente performanti in termini di isolamento termoacustico e*

<sup>30</sup> Le caratteristiche sono state successivamente decrementate

<sup>31</sup> Sostituito in variante con il risanamento dei paramenti opachi esterni con termointonaco e successiva tinteggiatura

### *assorbimento della radiazione solare*

La conformazione dell'edificio in oggetto è caratterizzata da una percentuale di superficie vetrate considerevole; tranne che in alcune porzioni di paramento rivestito con lastre di marmo (parte dei prospetti affacciati sul piazzale interno a NW e NNE e il prospetto prospiciente il viale Trieste) in cui gli infissi presenti hanno dimensioni medie comunque consistenti ma nell'ordine di 3.5-4.0 mq, nei fronti restanti tutte le superfici esterne sono di tipo trasparente, coinvolgendo la totalità della superficie esterna degli ambienti con la sola interposizione degli elementi della struttura verticale in c.a. ( la dimensione tipo è di circa 10,60 mq). Gli infissi presenti nella situazione ex ante erano significativamente inadeguati, avendo telai in acciaio privi di taglio termico e in una certa percentuale senza neppure vetrocamera.

Dalla conformazione descritta il miglioramento delle prestazioni delle componenti trasparenti ha costituito un intervento particolarmente significativo in termini di riduzione dei consumi energetici dell'edificio. È stata effettuata infatti la sostituzione generale di tutti gli infissi esterni dell'edificio (vetrate chiuse, finestre, porte/finestre e porte di accesso vetrate) con montaggio di infissi in alluminio con taglio termico con elevati livelli di isolamento termico e lavorazione ottimizzata grazie alla guarnizione centrale continua e al nuovo isolamento della guarnizione cingivetro. Gli infissi sono antieffrazione di livello RC 3, i vetri di tipo anticaduta fino a 1 m da terra.

I nuovi infissi installati hanno valori di trasmittanza termica totale mediamente pari a 1,20 W/(m<sup>2</sup>K), notevolmente inferiori al limite di 1,75 W/(m<sup>2</sup>K) previsto a base di gara per l'accesso al Conto Termico.

Sui nuovi infissi è installata una vetrata isolante composta da due lastre di cristallo, tra loro unite al perimetro mediante un intercalare WARM EDGE, contenente disidratante speciale, efficacemente sigillato alle lastre e tra esse delimitante un'intercapedine di aria secca.

I vetri sono a controllo solare di tipo magnetronico ottenuti per deposito sottovuoto di più strati di leghe metalliche su supporto chiaro. La vetrata isolante è certificata secondo UNI 1279.1÷6 con marchio di identificazione indelebile impresso su un angolo del pannello, ed è così composta:

- Lastra esterna di float temprato selettiva multifunzione (controllo solare e isolamento termico rinforzato) 33.1
- Intercapedine, equilibrata con gas argon al 90%, spessore 15 mm
- Lastra interna di stratificato, di tipo 44.1 anticaduta nella parte inferiore del serramento e 33.1 nella parte superiore

### *8. inserimento di schermature solari mobili servoassistite, regolate in base a sensori meteo per l'ottimizzazione dell'apporto luminosità in ambiente.*

Le schermature solari sono state installate su tutte le superfici vetrate tranne che al piano terra e in corrispondenza dei vani scala, utilizzando due tipologie in relazione a ragioni di tipo estetico/funzionale

– schermatura solare orientabile con lamelle di grandi dimensioni in alluminio estruso disposte orizzontalmente (frangisole motorizzato) sui grandi infissi a tutta parete

– schermatura solare a lamelle orientabili impacchettabili motorizzate sui prospetti con rivestimento lapideo e infissi di dimensione standard preservando comunque la continuità e l'omogeneità formale delle porzioni di facciata.

La movimentazione delle schermature è completamente automatizzata e non può essere gestita manualmente dagli occupanti degli ambienti. L'automazione è collegata all'impianto di supervisione KONNEX, ed è gestita da una stazione meteorologica installata in copertura. Tramite il rilevamento dei dati atmosferici, la stazione comanda l'automazione dei gruppi di schermature solari suddivise per piano e tipologia, sulla base di parametri reimpostati e modificabili anche da remoto, utilizzando un algoritmo che elabora e combine le informazioni provenienti dalla stazione meteo relative al livello di luminosità esterna nelle diverse direzioni, i dati riguardo la posizione (azimut) e elevazione del sole in ciascuna ora/giorno dell'anno, gli allarmi per superamento delle soglie di ventosità (che determinano una configurazione di sicurezza). La regolazione delle schermature nel corso della giornata viene

coordinata con i sensori dell'impianto di illuminazione, che regolano la potenza, e di conseguenza l'apporto di flusso luminoso, in modo da garantire il valore di 500 lux a livello del piano di lavoro

9. *Maggiorazione della potenza nominale del FV da 170 kWp previsti a b.a., 250 kWp, con inserimento di stringhe sulle coperture del fabbricato di via Sauro e sulla stecca di collegamento tra i due fabbricati e potenziamento del sistema di accumulo da 170 a 200 kWh*

In relazione al potenziamento dell'impianto di generazione è stata valutata in parallelo un incremento della capacità di accumulo, in modo da coprire una quota superiore di consumo nelle ore di non produzione

10. *Sistemi di controllo, misurazione e monitoraggio in real time e da remoto dei consumi di energia, della sensoristica di gestione, dello stato di funzionamento degli apparecchi di illuminazione e delle schermature ombreggianti*

Poiché funzionale all'intera *Smart Grid*, il sistema di misurazione e monitoraggio dei consumi elettrici interessa sia l'edificio di Viale Trieste che l'edificio di Via Sauro.

Per l'edificio di Viale Trieste, l'intervento di adeguamento degli impianti elettrici è consistito nel nuovo cablaggio dei quadri elettrici di piano, dovuto dalla necessità di suddivisione delle linee luci e FM, e all'aggiornamento della distribuzione interna agli uffici per il nuovo numero di corpi illuminanti necessari per il raggiungimento dell'illuminamento medio secondo la norma UNI EN 12464.

Il sistema proposto per la gestione dell'illuminazione sovrintende anche al monitoraggio dei consumi elettrici. La soluzione individuata, evoluta e scalabile, è basata su protocolli aperti e quindi integrabile con ulteriori sistemi di *building automation*. I contatori di energia sono cablati su tutti i quadri elettrici di piano consentendo una rappresentazione in real time e l'acquisizione dello storico dei dati per periodi scelti discrezionalmente. Di seguito una immagine della schermata riassuntiva dei dati rilevati in tempo reale, suddivisi per piano e per tipologia di impianto

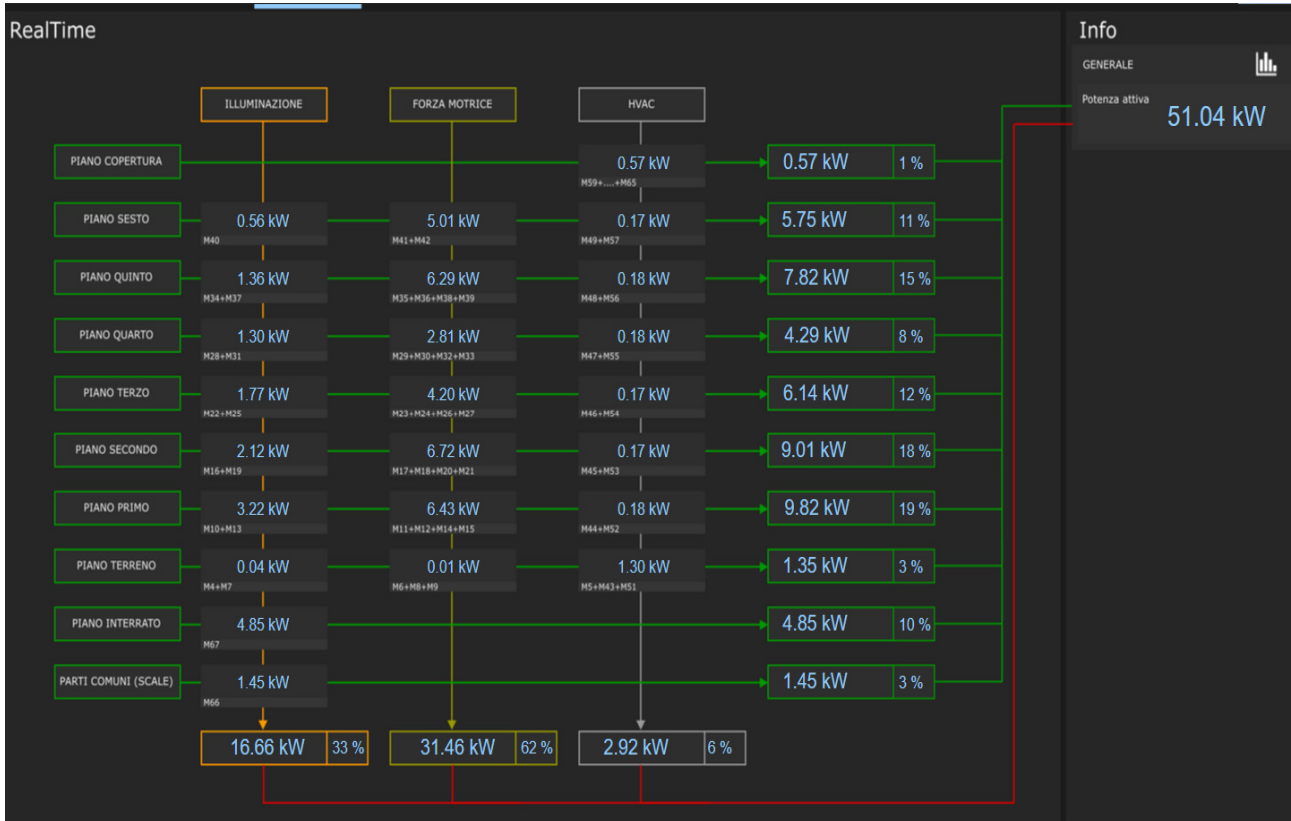


Fig. 5.04 – pannello di controllo della potenza impegnata

In generale, il sistema previsto può rilevare l'energia attiva, l'energia reattiva, la potenza attiva e reattiva, monofase e trifase. Si prevede di utilizzare Unità Periferiche di Controllo dotate di "intelligenza" che presiedono sia al controllo ed alla regolazione puntuale ed autonoma sia al colloquio diretto con il livello superiore, garantendo così le funzionalità base in caso di decadimento del Sistema. L'immagine successiva esemplifica uno dei livelli di dettaglio, riferiti alla misura della potenza attiva istantanea e al relativo fp e alla corrente sulle fasi etc su ciascun quadro di zona

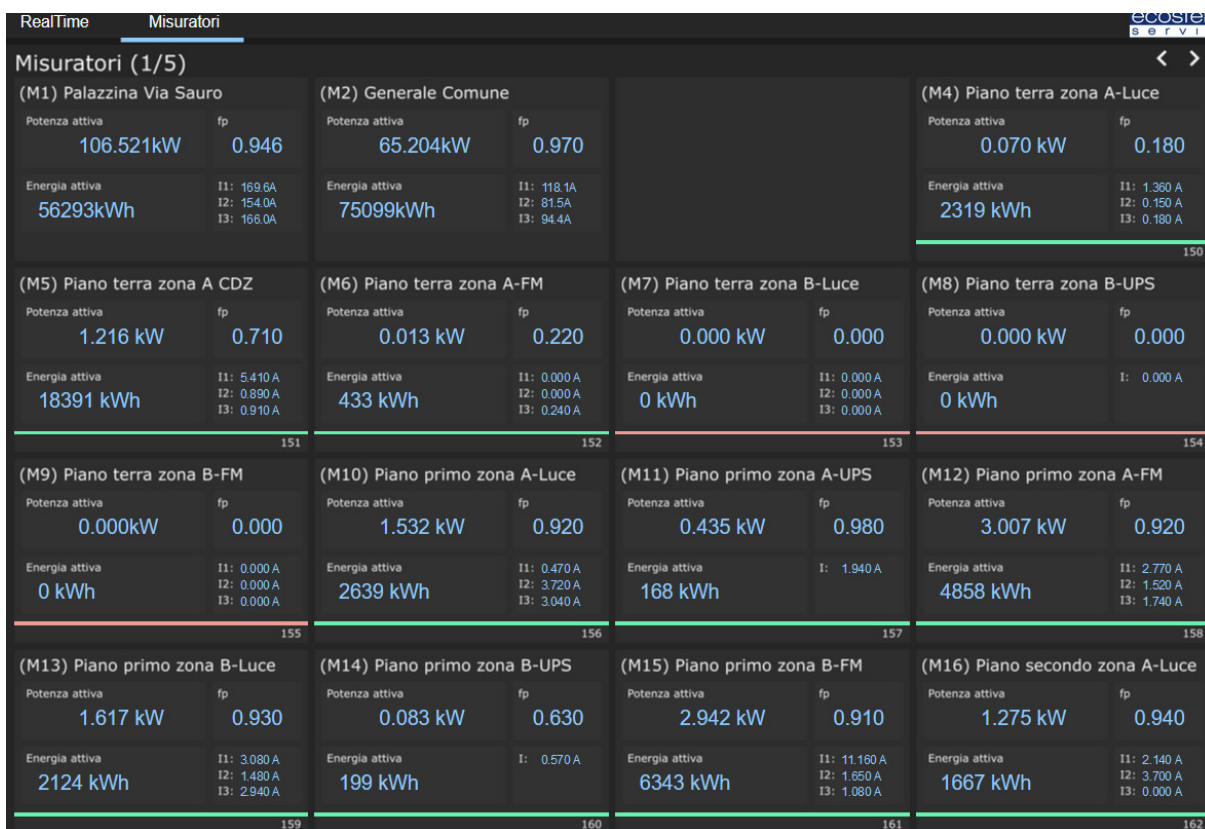


Fig. 5.05 – esempio pannello di dettaglio dei circuiti di zona

I dati del sistema di misurazione e monitoraggio possono essere scaricati in formato aperto e liberamente elaborati; il sistema fornisce comunque le rappresentazioni delle grandezze anche in forma grafica, nelle in molteplici configurazioni di grandezza misurata e di intervallo temporale (giorno / settimana / mese / anno). Di seguito un'immagine esplicativa riguardante il consumo totale di energia nella settimana; si evidenzia un sistema regolato, nel quale i carichi e i consumi sono, rispetto al passato, effettivamente legati all'effettivo utilizzo del fabbricato nei giorni e ore lavorative.

Per l'edificio di Via Sauro, alimentato dalla stessa cabina di trasformazione, i contatori di energia sono cablati sul quadro generale. In particolare, sono monitorati i consumi generali dell'edificio tramite l'interruttore generale del quadro, e i consumi per climatizzazione attraverso gli interruttori specifici (CDZ uffici e CDZ CIR).

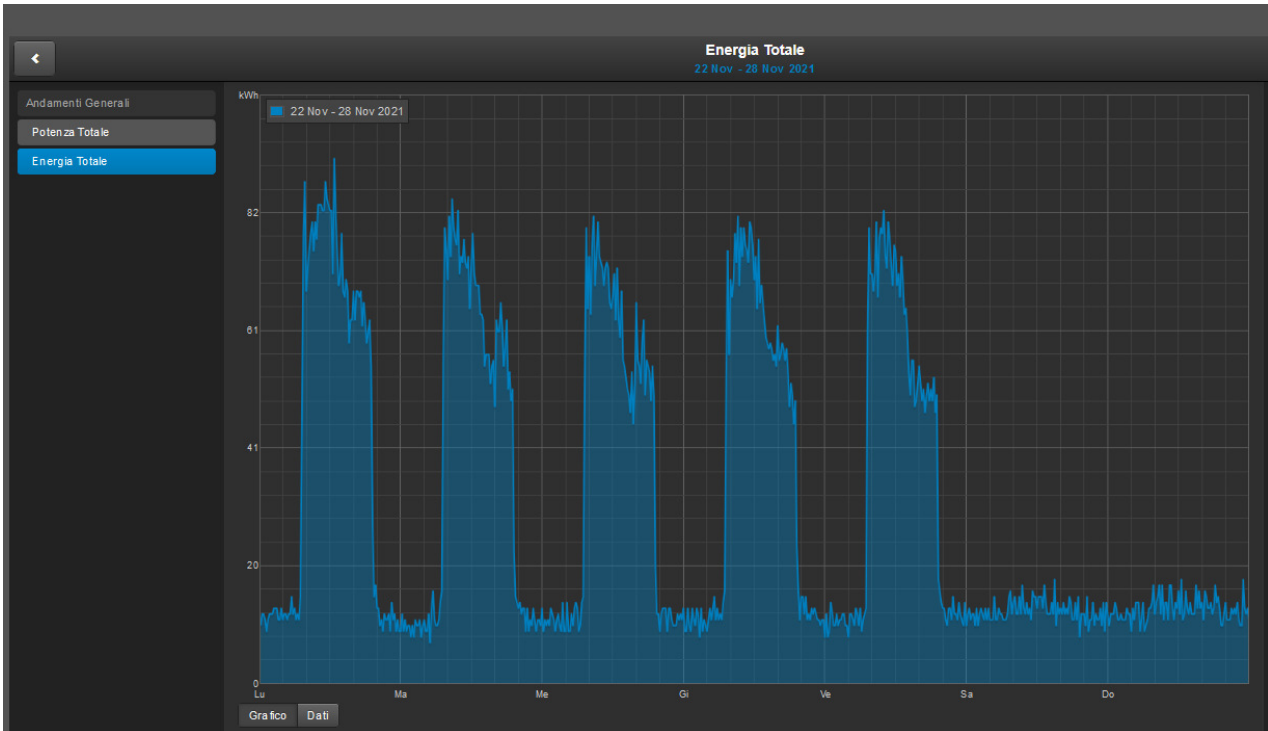


Fig. 5.06 – rappresentazione dei consumi di energia - andamento settimanale

### 5.2.3 Valutazioni preliminari di performance

Una comparazione puntuale con i consumi energetici riferiti alla situazione pre-interventi non è rappresentabile con il medesimo dettaglio; il grafico di seguito riporta i consumi di energia elettrica 2019 dei due fabbricati pre-intervento, con riferimento ai consumi mensili

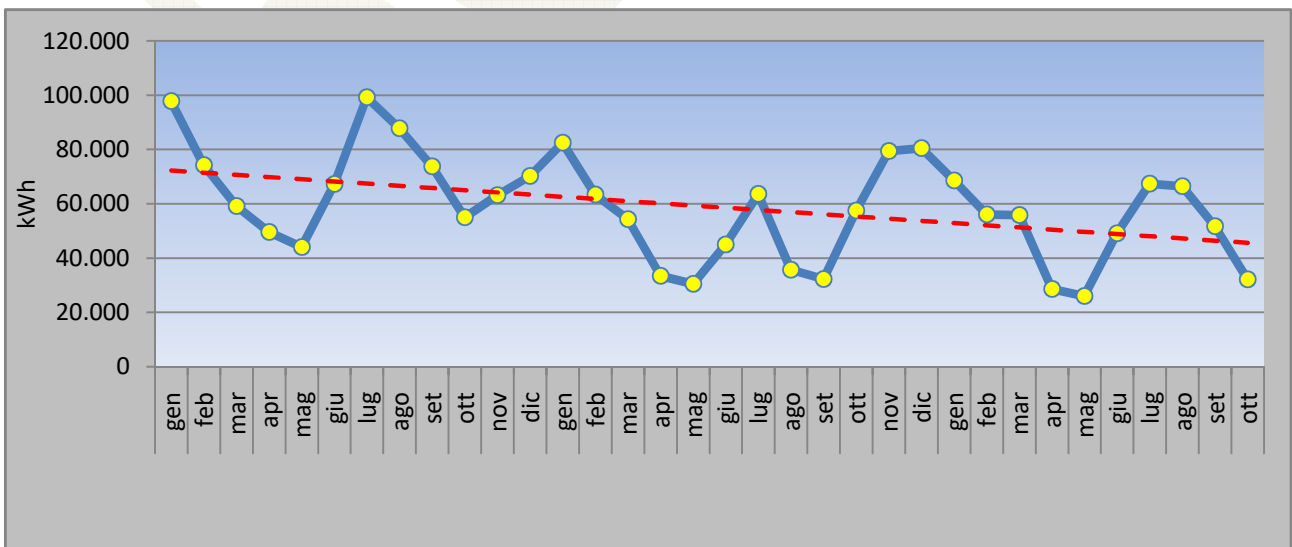


Fig. 5.07 – andamento storico pre e post interventi

Il grafico riportato in precedenza rappresenta l'andamento dei consumi alla conclusione degli interventi di efficientamento dei fabbricati, non essendo ancora in esercizio il sistema di generazione e di accumulo derivante dall'impianto fotovoltaico, si è rappresentata la linea di tendenza dei consumi al netto dell'andamento ciclico dei diversi periodi dell'anno, in decremento ancorchè non ancora particolarmente marcato. La media dei consumi mensili rilevati negli ultimi tre anni ( il 2021 è calcolato fino al mese di ottobre) indica comunque un decremento medio del 28% .

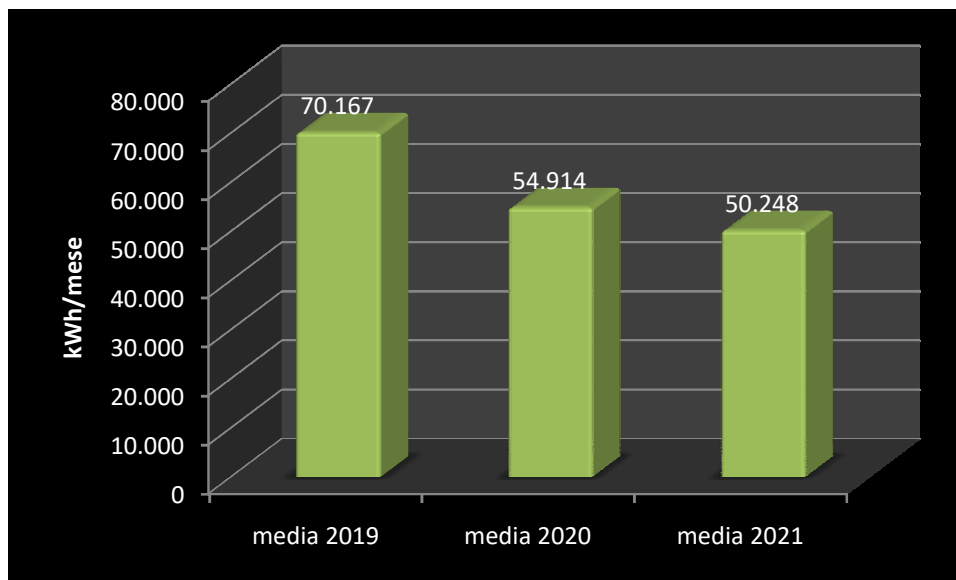


Fig. 5.08 – consumi medi mensili 2019-2021

Nel progetto si è fatto ricorso a tecnologie evolute e moderni sistemi di controllo e gestione degli impianti, in particolare illuminazione e climatizzazione, che necessitano sul lato tecnologico e gestionale

di continua attività di affinamento e calibrazione, in particolar modo per garantire le condizioni di comfort lavorativo all'utenza; da un altro verso si è resa ancora più manifesta, per quanto già rappresentata e evidenziata nelle fasi propedeutiche alla definizione del progetto, la necessità di una condivisione piena ai vari livelli di responsabilità dell'amministrazione rispetto all'adozione di tecnologie e implicazioni organizzative che possono generare resistenze da parte del personale che vive lavorativamente gli edifici; in sostanza è da sottolineare che i buoni propositi in tema di efficienza energetica e salvaguardia ambientale spesso manifestati nell'ambito della pubblica amministrazione, devono trovare una condivisione concreta e un sostegno condiviso e sostenuto a tutti i livelli, dai ruoli di indirizzo a quelli apicali di direzione organizzativa, in modo che i benefici strettamente correlati alla tematica ambientale, specie in termini di minore impegno di risorse finanziarie dedicate all'acquisto dei vettori energetici possano effettivamente essere reindirizzati su altri ambiti di pubblici servizi, anziché rappresentare un perdurante extracosto della macchina amministrativa.

### 5.3 Il bando NESOI e le comunità energetiche – il progetto EE(40) SCo

Tra gli obiettivi dell'amministrazione comunale vi è quello di assecondare i principi della transizione energetica verso forme di generazione diffusa da fonti rinnovabili, nelle diverse modalità normate dalla legislazione vigente. L'intenzione è farsi promotrice di iniziative indirizzate alla creazione di ambiti territoriali nei quali sviluppare sia dal punto di vista degli impianti che delle forme associative e di partecipazione dei cittadini, la realizzazione di impianti e sistemi di produzione di energia nelle diverse forme ( elettrica, calore, combinata di co e rigenerazione). Al netto dell'evoluzione in atto del quadro normativo, che è attualmente in fase di revisione e che discende da un gruppo di direttive CE (CEP - Clean Energy Package , composto da otto Direttive che regolano temi energetici, tra cui: prestazioni energetiche negli edifici, efficienza energetica, energie rinnovabili, mercato elettrico) progressivamente recepite dalla legislazione italiana, le modalità individuate sono ricondotte alla definizione di distretti energetici ( DE) , Comunità di Energia Rinnovabile ( CER ) e di Comunità Energetica dei cittadini ( CEC ) ; quest'ultima forma prevede anche l'impiego di componenti di generazione da fonte fossile e viene trascurata nel proseguo.

#### 5.3.1 Inquadramento

Per Distretto Energetico (in seguito: DE) s'intende un insediamento civile o industriale territorialmente localizzato che richiede un servizio di energia sia in forma termica che elettrica . Tale fabbisogno energetico può essere soddisfatto da una microrete che è normalmente una porzione del sistema di distribuzione comprendente unità per la generazione distribuita, eventuali sistemi di stoccaggio dell'energia e gestione dei carichi.

Le tre caratteristiche essenziali che accomunano distretti energetici e microreti sono:

- la loro progettazione secondo un approccio integrato dal punto di vista energetico;
- la possibilità di offrire un servizio elettrico con diversi livelli di qualità agli utenti;
- la presentazione alla rete come una singola unità controllabile.

Nell'accezione più estesa i DE presuppongono al loro interno l'infrastrutturazione di una rete locale di distribuzione, sistemi complessi di gestione dei picchi di domanda e di produzione e di interfacciamento con la rete pubblica, auspicabilmente la individuazione di un soggetto aggregatore che supporti l'attività di regolazione/amministrazione sia nei riguardi dei partecipanti che del gestore della infrastruttura pubblica di distribuzione. I contesti sono riferibili a comparti con destinazioni produttive e terziarie, residenziali e fabbisogni di consumo rilevanti.

La configurazione può implicare una configurazione di Sistema di Distribuzione Chiuso (SDC), ovvero una rete elettrica privata, che distribuisce energia elettrica all'interno di un sito industriale, commerciale o di servizi condivisi, geograficamente limitato salvo specifiche condizioni non rifornisce clienti civili. Esiste una sottoclassificazione di molteplici fattispecie di SDC, ciascuna con caratteristiche tipologiche e di configurazione e funzionalità di cui si omette la declinazione, posto che la normativa pone limitazioni alla creazione di nuovi SDC.

Dai cenni che precedono si intuisce, al di là delle valutazioni in ordine alla localizzazione, alla suscettibilità economica e alla definizione dei requisiti tecnici e legali della loro costituzione, nonché alla integrazione nel quadro di pianificazione territoriale e strategica locale, oltreché alla attuale difficoltà interpretativa di

un quadro normativo in continua evoluzione. Il grado di complessità correlato alla creazione dei DE è tuttora consistente.

Una modalità meglio definita sia sotto l'aspetto legislativo ( ancorchè anche questa in evoluzione) è rappresentata dalle comunità energetiche, che si possono prospettare in un'accezione analoga rispetto alla definizione dei DE, riprendendone i criteri generali riguardo la generazione distribuita in ambito di comparto, ma collegandosi ad aspetti ulteriori di natura solidaristica e partecipativa dei cittadini, alla condivisione dei benefici anche di natura economica, a finalità di equilibrio sociale, quale il contrasto al problema della cd. "povertà energetica".

La forma più semplice di condivisione dei benefici derivanti da impianti di produzione FER è costituita dalla forma di "autoconsumo collettivo", esemplificabile in impianti realizzati presso un edificio multiunità con un generatore collocato in uno spazio comune, in grado di soddisfare il fabbisogno di energia sia per le utenze condominiali che per quelle delle unità autonome.

Quando l'autoconsumo collettivo trascende l'ambito di un unico edificio o condominio, siamo di fronte ad una comunità energetica, denominata CER ( Comunità di Energia Rinnovabile secondo la definizione della Direttiva UE 2018/2001.

nelle more del completo recepimento della direttiva sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, l'istituzione delle CER che prevede l'attivazione dell'autoconsumo collettivo da fonti rinnovabili ovvero la realizzazione di comunità energetiche rinnovabili è stato introdotto con l'art. 42-bis del Decreto Milleproroghe di cui si riporta in stralcio

*I clienti finali si associano ai sensi del comma 2 nel rispetto delle seguenti condizioni:*

*a) nel caso di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente, i soggetti diversi dai nuclei familiari sono associati nel solo caso in cui le attività ..... non costituiscono l'attività commerciale o professionale principale;*

*b) nel caso di comunità energetiche gli azionisti o membri sono persone fisiche, piccole e medie imprese, enti territoriali o autorità locali, comprese le amministrazioni comunali, e la partecipazione alla comunità di energia rinnovabile non può costituire l'attività commerciale e industriale principale;*

*c) l'obiettivo principale dell'associazione è fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai suoi azionisti o membri o alle aree locali in cui opera la comunità, piuttosto che profitti finanziari;*

*d) la partecipazione alle comunità energetiche rinnovabili è aperta a tutti i consumatori ubicati nel perimetro di cui al comma 4, lettera d), compresi quelli appartenenti a famiglie a basso reddito o vulnerabili*

La norma in stralcio definisce il perimetro e riporta i caratteri e le finalità di natura solidaristica sopra accennate.

La creazione di una comunità energetica rinnovabile deve rispondere inoltre a precisi requisiti di natura tecnico/localizzativa, che includono la connessione alla medesima cabina di trasformazione, i limiti di potenza installabile ( 200 kW ) e altri di natura amministrativa e civilistica. Il principio è di produrre e condividere l'energia derivante da impianti a fonti rinnovabili realizzati nel comparto delimitato dalla

connessione alla linea di BT proveniente dalla cabina, beneficiando oltre che del vantaggio derivato dall'autoconsumo, anche di quota degli incentivi economici riconosciuti dalla normativa ( 110 €/ MWh per l'energia condivisa, pari al minimo in ciascun periodo orario, tra l'energia elettrica prodotta e immessa in rete dagli impianti della comunità e l'energia elettrica prelevata dall'insieme dei membri associati. L'energia è considerata condivisa per l'autoconsumo istantaneo anche attraverso sistemi di accumulo. All'incentivo per l'energia condivisa si sommano ulteriori componenti ( es. 8€/ MWh per la mancata trasmissione in rete ed eventuali ulteriori 50€/MWh riferiti all'energia ceduta alla rete pubblica, per un importo complessivo del beneficio di incentivazione economica di ca 160 €/MWh. A questi si aggiungono gli ulteriori benefici di natura fiscale attualmente vigenti ( Ecobonus 110% in 5 anni fino alle soglie fissate di potenza di 20 kWp, oltre l'eventuale bonus del 50% in 10 anni per la quota di potenza superiore e fino a 200 kWp

Una delle criticità tipica delle FER è costituita dalla non programmabilità e di conseguente ai limiti nel cd dispacciamento dell'energia sulla base della richiesta energetica, dovuti all'intermittenza tra fasi orarie/giorni di produzione e picchi di domanda; ovviamente in termini tecnologici le comunità energetica, così come avviene per singoli impianti stand alone si può avvalere di sistemi di accumulo elettrochimico ( tralasciando sistemi di accumulo basati sul pompaggio idroelettrico, obbiettivamente non ipotizzabile nel contesto territoriale di Cagliari ) .

A questi si aggiungono le tecnologie smart metering di ottimizzazione dei consumi, sia su scala puntuale ( abitazione/attività commerciale) sia a livello di comunità, destinate alla aggregazione dei dati provenienti dagli smart box individuali, alla gestione e monitoraggio del sistema di produzione e all'interfacciamento con la rete di trasmissione.

### 5.3.2 Contesto territoriale e vincoli regolatori

Nel territorio comunale la realizzazione di distretti / comunità energetiche in una logica di comparto è in generale attuabile con riferimento al quadro normativo nazionale, inclusi, sul piano strettamente autorizzativo, i procedimenti burocratici semplificati previsti per la collocazione di impianti FER ad es. nelle coperture di edifici ( SCIA , PAS etc) . Allo stesso tempo è opportuno accompagnare, o meglio precederne la realizzazione definendone la cornice a livello di pianificazione territoriale e strategica del territorio, in particolare integrando le norme attuative del PUC con il *Regolamento Comunale per lo sviluppo delle fonti rinnovabili e la sostenibilità ambientale*, che fornisca le indicazioni sulla suscettibilità e modalità esecutiva in relazione ai diversi contesti di zonizzazione, incluso il centro storico. Questo documento è già stato impostato con il criterio di indicare, per ciascuna zona territoriale omogenea, le tecnologie di produzione FER ( FV, solare termico, FV, FV a concentrazione etc) compatibili, e le modalità realizzative e di integrazione degli impianti nel contesto di comparto; è una attività che necessita di ulteriore definizione e finalizzazione sul piano procedimentale-amministrativo, risultando comunque utile a fornire un quadro di contesto e a rappresentare la volontà dell'amministrazione di implementare nel territorio amministrato i principi della GD.

Il Regolamento sopra accennato, nella sua stesura preliminare, si sofferma in modo particolare sul centro storico, proponendo le modalità di realizzazione ove possibile e comunque di integrazione, , in

coordinamento con le norme attuative già approvate e vigenti ( classi di valore dei comparti, principi di salvaguardia dei punti paronamici etc ) .

Analogamente vanno definite le potenzialità realizzative in ambiti non soggetti a specifica tutela storica, classificati tra Servizi generali, ( ad es. zone GM\* da riclassificare, zone GT per attrezzature tecnologiche specializzate etc) secondo un approccio utile alla definizione di DE nella accezione più tipica di contesto perimetrato nel quale sono ricomprese produzione e distribuzione da FER, inclusa la infrastrutturazione, qualora consentita tecnicamente e normativamente, di SDC ( Sistema di Distribuzione Chiuso)

### 5.3.3 Il progetto EE(40)Sco

L'interesse dell'Amministrazione allo sviluppo di comunità energetiche trova riscontro nella proposta "EE(40)SCo" (Energy Efficiency in 40 Schools supports Community" ), presentata recentemente ( dicembre 2020) nel quadro del Bando NESOI ( New Energy Solutions Optimised for Island) a cura del Servizio Smart City e Innovazione Tecnologica , e incentrata nella creazione di comunità energetiche aventi il primo nucleo nell'efficientamento energetico di edifici pubblici con realizzazione di generatori FV , e alla condivisione della risorsa con cittadini e imprese localizzati nei dintorni e connessi cabina di trasformazione, come richiesto dalla specifica normativa.

Di seguito vengono riportati caratteri identificativi della proposta, relativamente agli aspetti tecnologici, finanziari e organizzativi, basata sul presupposto di efficientamento del patrimonio pubblico con contestuale elemento catalizzatore di iniziative per la generazione distribuita da FER destinate alla collettività.

Il progetto consiste in un piano articolato di interventi che coinvolge circa la metà degli edifici scolastici cittadini, in particolare la totalità delle scuole dell'infanzia oltre alle scuole primarie e secondarie di competenza comunale, intorno alle quali costituire *altrettante comunità energetiche che possono condividere i benefici della produzione da fonte rinnovabile*. Le valutazioni di convenienza economica dell'investimento si affiancano alla valenza educativa e di sensibilizzazione che il progetto può avere nei confronti della popolazione scolastica e delle rispettive famiglie, considerata la loro diffusione nell'ambito territoriale.

L'obiettivo principale è ridurre in modo significativo l'impiego di fonti energetiche di origine fossile in 40 edifici scolastici della città, tramite il rinnovo di degli impianti tecnologici, la realizzazione di generatori fotovoltaici dimensionati per ottenere un sostanziale autonomia energetica , l'inserimento di sistemi di building automation per la gestione intelligente, il monitoraggio dei consumi e il controllo in remoto dei sistemi tecnologici. Il progetto si basa su una stima economica di € 3.820.000, e prevede il coinvolgimento di un partner privato ( E.S. Co.) disponibile a finanziare in tutto o in parte gli interventi, e a gestire gli edifici per un numero di anni sufficienti alla remunerazione dell'investimento. L'amministrazione comunale intende rendere disponibile una quota di cofinanziamento pubblico; il modello contrattuale che si intende

adottare è quello EPC ( Energy Performance Contract ) . Il progetto è incluso tra le azioni del PAES approvato dalla Amministrazione Comunale. Esso è inoltre stato approvato nell'ambito del Programma

JESSICA (Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas) e ha avuto in precedenza la validazione sul piano della sostenibilità finanziaria da parte di SFIRS spa ( Società Finanziaria Regione Sardegna). Ci si prefigge quindi di intervenire in maniera incisiva ed estesa nei costi di gestione energetica tramite misure di efficientamento impiantistico e il ricorso a fonti rinnovabili, rendendo disponibile il surplus di energia elettrica generata nei periodi di non utilizzo dell'edificio alle abitazioni e ai

negozi dislocate nell'intorno del generatore fotovoltaico, stimolando al contempo l'iniziativa di cittadini e titolari di attività a investire nella realizzazione di impianti di generazione ( prosumer)

Si tratta di un progetto pilota, facilmente estensibile e scalabile in altre realtà del territorio dell'isola, che si propone i seguenti obiettivi: 1 ) riduzione dell'impiego delle risorse energetiche da fonte fossile negli edifici pubblici e mitigazione dell'impatto ambientale tramite la diminuzione di emissioni GHG; 2 ) sperimentare la creazione di comunità energetiche nell'intorno di ciascun edificio scolastico , e conseguentemente distribuite nel territorio 3 ) testare le modalità di contrattualizzazione in operazioni di partenariato pubblico-privato ( PPP) e di "finanziamento tramite terzi" ( FTT) che prevedono l'impiego di capitale privato nella realizzazione di progetti di efficienza energetica con il coinvolgimento attivo dei cittadini

Pur impiegando tecnologie ormai consolidate, l'aspetto innovativo concerne principalmente l'approccio sistematico e strutturato all'efficientamento del patrimonio pubblico con il coinvolgimento di partner privati e dei cittadini. Secondo i meccanismi contrattuali EPC l'apporto tecnico e finanziario dovrà integrare i requisiti base indicati dal progetto con proposte di implementazione di ulteriori interventi di miglioramento dell'efficienza degli edifici, sia nella parte impiantistica (es: relamping, cogenerazione, storage, solare termico etc) sia per quanto riguarda le prestazioni dell'involucro ( componenti opachi,

trasparenti, elementi di copertura etc) . Il modello intende sperimentare la creazione di "micro distretti energetici" incentrati sull'iniziativa pubblica, con lo scopo di incoraggiare e incentivare, con strumenti finanziari e facilitazioni normative, la creazione di comunità energetiche nell'intorno della scuola di quartiere.

Il progetto è localizzato in maniera diffusa nell'intero territorio comunale e ha l'obiettivo di impattare nel bilancio energetico e finanziario della municipalità, e contemporaneamente offrire un contributo allo sfruttamento delle fonti rinnovabili alle comunità energetiche definite per ciascun comparto; l'approccio contrattuale EPC individuato<sup>32</sup>, le tecnologie e i criteri di impostazione scelti possono agevolmente

<sup>32</sup> Il progetto è stato ricollocato ed è in itinere per ottenere un finanziamento PON

rappresentare un esempio replicabile sulla scala territoriale più ampia dell'intera isola, a iniziare dalle 17 comuni compresi nella città metropolitana di Cagliari, in cui vivono 431.000 abitanti su un territorio di 1.248 kmq

In considerazione della impostazione contrattuale EPC, in accordo con la legislazione nazionale, il progetto intende coprire almeno il 51% dell'investimento da parte dei partner privati, restando la residua quota in carico a risorse pubbliche. Tra queste si intende ricorrere alle risorse disponibili nei bandi di finanziamento a livello regionale e di provenienza comunitaria (POR) e/o a quelli emanati a livello nazionale (PON), nel budget vengono considerati gli incentivi finanziari previsti dalla legislazione nazionale dedicati all'efficientamento energetico ("Conto Termico 2.0"). Resta come opzionale la riattivazione del Fondo di Sviluppo Urbano in forma di prestiti agevolati. Sulla base di quanto premesso la ripartizione del budget di € 3.820.000 (incluso IVA e spese accessorie) è ipotizzata: finanziamento tramite terzi (E.S.Co.) € 1.760.000; cofinanziamento comunitario € 1.530.000; contributo incentivo nazionale (CT2) € 302.000; contributo comunale € 228.000. La ripartizione è soggetta a variazioni in sede di gara, in relazione al Piano Economico Finanziario presentato dal concessionario selezionato.

Il progetto intende anche costituire una prima modalità di approccio alla tematica della povertà energetica; rappresentando la creazione di comunità energetiche intorno agli edifici scolastici un'opportunità di mitigazione. Si ipotizza di cedere una quota del 25% dell'energia generata a soggetti residenti nel perimetro della cabina elettrica alla quale è collegato l'edificio pubblico, in particolare nelle ore del giorno e nei periodi dell'anno in cui non è richiesta energia dagli impianti del fabbricato, mentre è da definire in apposito studio di fattibilità la quota cedibile da ulteriori impianti, e le connesse condizioni economiche di accesso.

Il progetto preliminare originario era stato approvato dalla giunta comunale di Cagliari, validato sia da un organo tecnico esterno relativamente alla fattibilità finanziaria nell'ipotesi di coinvolgimento di partner

privato, e infine approvato in base ai requisiti di bancabilità previsti dal FSU JESSICA, secondo criteri di sostenibilità in interventi di project financing.

Le attività già poste in essere sono:

- sviluppo del progetto a livello preliminare e sua approvazione dall'organo comunale
- redazione preliminare dell'Attestato di Prestazione Energetica degli edifici
  
- redazione delle schede di anagrafica tecnica degli edifici
- quantificazione tecnica e economica delle attività

Le attività pianificate consistono in:

- aggiornamento dei dati e ri-verifica delle valutazioni di sostenibilità finanziaria

- completamento dei documenti tecnici e amministrativi per la procedura di gara pubblica .
- Indizione della gara , individuazione del /dei partners
- Stipula del contratto EPC
- Individuazione dei soggetti elegibili e costituzione di una o più comunità energetiche gravitanti sugli edifici scolastici

Il progetto è sufficientemente definito sul piano tecnico, mentre richiede analisi e valutazioni aggiornate sotto l'aspetto dell'architettura finanziaria, specialmente in considerazione delle novità introdotte dalla legislazione nazionale negli ultimi mesi; è necessario definire i contorni normativi e contrattuali relativi all'integrazione di comunità energetiche nel nucleo delle attività di efficientamento degli edifici pubblici, analizzando le implicazioni all'interno del partenariato pubblico privato; sul piano tecnologico è utile definire, nella predisposizione della selezione dell'ESCO, i contorni normativi e contrattuali applicabili nei confronti dei soggetti individuati come potenziali partner delle comunità energetiche, tenendo conto che le E.S.Co. possono assumere un ruolo di promozione/facilitazione e non di componente della CER .

Nell'ottica dei micro distretti energetici, a titolo di esempio è attualmente in corso di realizzazione un progetto di smart grid riguardante 3 edifici comunali, nei quali si sta realizzando con contratto EPC in PPP e finanziamento ESCo un insieme di interventi inclusi sistemi avanzati nel BEMS, generazione FV con accumulo, relamping, gestione e misurazione e monitoraggio consumi di energia, installazione di sistemi di schermature solari coordinati con la regolazione da sensori di luminosità, gestione coordinata degli impianti di climatizzazione , oltre a interventi di efficientamento passivo dell'involucro con integrale sostituzione degli infissi e impiego di vetrate a tecnologia magnetronica basso emissivi ad altissima performance etc . Il progetto è trattato diffusamente in un precedente capitolo.

In conclusione il territorio di Cagliari dispone di potenzialità rilevanti dal punto di vista climatico relativamente allo sfruttamento delle fonti rinnovabili ( in particolare la radiazione solare e il vento). Il progetto EE40SCo si propone di integrare il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio immobiliare pubblico, integrando e incoraggiando la creazione di comunità energetiche locali, destinato a rappresentare una best practice per altre realtà territoriali dell'isola;

## 5.4 La CER di piazza Medaglia Miracolosa

Viene illustrato un progetto stralcio focalizzato sulla creazione, a impulso dell'amministrazione comunale, di una comunità di energia rinnovabile nel quartiere Is Mirrionis, in un contesto socioeconomico caratterizzato da difficoltà di natura economico sociale

### 5.4.1 Il contesto generale

Il comune di Cagliari è beneficiario di un finanziamento per lo sviluppo della proposta progettuale denominata “ Energy Efficiency in 40 Schools Support Communities - EE(40)Sco”, presentata nell'ambito del bando comunitario NESOI -(New Energy Solutions Optimised fo Islands); la proposta prevede un piano articolato di interventi che coinvolge circa la metà degli edifici scolastici cittadini, in particolare la totalità delle scuole dell'infanzia oltre a un gruppo di scuole primarie e secondarie di competenza comunale, intorno alle quali costituire Comunità Energetiche Rinnovabili ( CER) ai sensi delle direttive comunitarie REDS 2 nella perimetrazione della cabina di trasformazione secondo l' assetto normativo previsto dall'art. 42bis DL 162/19 e disciplina regolatoria collegata.

Le valutazioni di fattibilità tecnica e sostenibilità finanziaria dell'investimento si affiancano alla valenza educativa e di sensibilizzazione che il progetto può avere non solo nei confronti della popolazione scolastica e delle rispettive famiglie, ma anche dell'insieme della popolazione cittadina considerata la loro diffusione capillare nel territorio.

L'obbiettivo principale è quindi ridurre in modo significativo l'impiego di fonti energetiche di origine fossile in 40 edifici scolastici della città, tramite il rinnovo di degli impianti tecnologici, la realizzazione di generatori fotovoltaici dimensionati per ottenere un sostanziale autonomia energetica, l'inserimento di sistemi di building automation per la gestione intelligente, il monitoraggio dei consumi e il controllo in remoto dei sistemi tecnologici. Il progetto si basa su una stima economica iniziale di circa € 4.000.000 ( escluso l'upgrade degli impianti FV dal solo autoconsumo al dimensionamento funzionale alle CER), e prevede il coinvolgimento di un partner privato ( E.S. Co.) disponibile a finanziare in tutto o in parte gli interventi, e a gestire gli edifici per un numero di anni sufficienti alla remunerazione dell'investimento. L'amministrazione comunale intende rendere disponibile una quota di cofinanziamento pubblico; il modello contrattuale attualmente preventivato è quello EPC ( Energy Performance Contract )

Il progetto generale è complesso e articolato sul territorio, coinvolge sia il versante tecnologico, che aspetti giuridico amministrativi legati all'impostazione contrattuale per la realizzazione degli interventi, la loro gestione tecnologica, l'assetto statutario e gestionale delle comunità energetiche; include analisi e valutazioni oltre che implicazioni di tipo operativo legati in modo particolare alla comunicazione , alla sensibilizzazione e coinvolgimento di cittadini e stakeholders funzionali alla creazione delle comunità , alle implicazioni sul tema della riduzione e ottimizzazione dei consumi di energia delle famiglie e piccole imprese che costituiscono l'asse portante delle iniziative. L'immagine che segue riporta la dislocazione dei siti inclusi nel progetto



Fig. xxx - dislocazione dei fabbricati del progetto EE40Sc0

Un aspetto richiamato dalle strategie sovranazionali riporta alla tematica della cd “povertà energetica”, ovvero della difficoltà in certi ambiti urbani e in contesti sociali disagiati di far fronte in modo adeguato ai fabbisogni energetici delle famiglie riferiti a una soglia accettabile di confort abitativo.

L’impostazione generale del progetto “EE(40)Sc0” e la sua base informativa, tratti dalla redazione di elaborati oggetto di un progettazione preliminare validato negli scorsi anni sia sul piano tecnico amministrativo che della sostenibilità finanziaria, sono attualmente in fase avanzata di aggiornamento e rivalutazione nell’ambito delle attività correlate allo sviluppo del progetto complessivo.

Una prima ricognizione ha avuto come scopo una preliminare valutazione di fattibilità delle CER, sulla base di considerazioni legate al contesto urbano nella perimetrazione dei fabbricati scolastici costituenti nucleo fondativo, ai caratteri tipologici delle abitazioni, alla loro suscettibilità di spazi adeguati per l’installazione di generatori da parte di potenziali “prosumer” da coinvolgere nella creazione delle comunità. L’indagine ha avuto esclusivamente carattere ricognitivo sulla potenzialità dei contesti. Non sono

state effettuate particolari analisi sul campo, ne è stata condotta al momento alcuna attività di interfacciamento con i residenti dei comparti individuati; sono state effettuate delle valutazioni, basate anche sulla conoscenza del tessuto urbano e del contesto sociale, con assegnazione discrezionale di un

semplice indicatore di potenzialità nelle creazione di CER declinato su 3 livelli: 1) negativo; 2) intermedio; 3) favorevole

Si arrivati così a selezionare una decina di fabbricati scolastici, nei quali potevano essere rilevate quantomeno le precondizioni tecniche di realizzazione di impianti FER, oltre che sulle coperture degli edifici pubblici con riferimento alla tipologia e caratteristiche degli immobili residenziali situati nel presumibile perimetro della cabina di trasformazione, oltre alla compresenza di piccole attività commerciali/terziarie.

Il passo successivo è stato quello di adottare i criteri sopramenzionati legati alla valenza sociale e al ruolo di tutela che l'amministrazione pubblica ha il dovere di esercitare nei confronti delle fasce più deboli della comunità cittadina.

#### 5.4.2 Dati di insieme

Il percorso fino a qui illustrato ha portato a identificare una sorta di “progetto stralcio”, rispetto a quello descritto in premessa, utile a testare le problematiche e le criticità da affrontare sui diversi versanti: dalle scelte tecnologiche, all'interfacciamento e la comunicazione con i residenti, le iniziative di sensibilizzazione e coinvolgimento sui temi della sostenibilità ambientale, l'approccio con gli stakeholders, le modalità di collaborazione con l'ente distributore e con i soggetti regolatori ( GSE , ARERA ) , gli aspetti giuridici, statutari, amministrativi , gestionali insiti nella creazione di una CER

All'esito delle ricognizioni e valutazioni sopra esposte è stato quindi individuato il sito di piazza Medaglia Miracolosa e dagli edifici che lo racchiudono in uno spazio pubblico urbano la cui conformazione raccolta intorno al fabbricato scolastico suggerisce anche visivamente l'accezione fisica di comunità.



Fig. 5.09 - sito della CER: Piazza Medaglia Miracolosa

Gli edifici fanno parte del patrimonio comunale di edilizia residenziale pubblica, salvo una quota che è stata riscattata dai precedenti locatari, che ne sono quindi attualmente proprietari. La collocazione nel

quartiere popolare di Is Mirrionis, le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle unità immobiliari, i dati medi reddituali dei residenti hanno rappresentato uno dei criteri in ordine connessi alla tematica della povertà energetica nella creazione di una comunità di energia rinnovabile. E' intuibile che in tale impostazione prevale la valenza sociale dell'intervento pubblico, posto che allo stato attuale di approccio al progetto non è ipotizzabile una componente di "prosumers" significativa nel contesto individuato.

L'attività di analisi del contesto basata su dati e informazioni disponibili presso gli uffici comunali ha fornito i seguenti elementi conoscitivi:

- unità residenziali ( n° ) :	188
- Superficie media : ( mq )	45
- Unità in locazione a canone agevolato ( n° ) :	126
- Unità immobiliari di proprietà ( n° ) :	62
- Stima residenti complessivi - ( n° ) :	430
- Consumo di energia – stima ( kWh/ anno )	365.000 <sup>33</sup>

Va rilevato che gli edifici, risalenti agli anni 40, erano stati edificati con criteri costruttivi basici che necessiterebbero di importanti interventi di rinnovo, sia nelle componenti opache che in quelle trasparenti; non sono presenti impianti di riscaldamento centralizzato, a cui molti residenti suppliscono con sistemi autonomi a pdc, o con stufe per uso domestico ( elettrico o a gas ). Le coperture dotate di falda con inclinazione di ca 17° consentono la collocazione di moduli FV con orientamenti azimutali variabili tra sud est e sud ovest.

#### 5.4.3 L'edificio scolastico

Il fabbricato scolastico è collocato al centro della piazza, e ne costituisce anche visivamente il fulcro. L'epoca di costruzione è coeva a quella degli edifici residenziali circostanti che lo circondano ; si sviluppa su 3 livelli incluso il piano a quota stradale occupando un'area di sedime di circa 615 mq , superficie coincidente con la copertura sulla quale è prevista la realizzazione di una sezione del generatore FV. L'involucro è realizzato con struttura in c.a. e tamponamenti in blocchi di spessore medio 50 cm intonacata ; i solaio in laterocemento spessore 40 cm. Gli infissi nella generalità sono attualmente in alluminio dotati di vetrocamera ; è presente un impianto di riscaldamento centralizzato con radiatori in ghisa, integrato in alcune zone da pompe di calore aria-aria per la climatizzazione estiva. Recentemente ( anno 2020 ) è stata rinnovata la centrale termica con l'installazione di un nuovo generatore da 227 kW. Il fabbricato pur non presentando particolari criticità dal punto di vista edilizio-impiantistico, necessita di interventi localizzati di riparazione e ammodernamento. La copertura piana è sostanzialmente sgombra e

<sup>33</sup> dato di massima da rivalutare in sede di dimensionamento impianto FV e accumulo

rende agevole sulla totalità della superficie l'installazione di moduli fotovoltaici forniti di telai di supporto per un ottimale regolazione dell'angolo di tilt.

Il fabbricato, originariamente realizzato come scuola elementare , è allo stato utilizzato in parte come scuola dell'infanzia ( materna ) , mentre alcune porzioni sono concesse in uso a associazioni socioculturali.

Gli elementi geometrici conoscitivi di base sono:

- superficie lorda totale :	mq	1795
- superficie netta ambienti climatizzati	mq	1442
- volume climatizzato	mc	4972
- superficie lorda verticale esp. nord-ovest	mq	637
- superficie lorda verticale esp. nord-est	mq	293
- superficie lorda verticale esp. sud-est	mq	644
- superficie lorda verticale esp. sud-ovest	mq	293
- superficie trasparente esp. nord-ovest	mq	113,7
- superficie trasparente esp. sud-ovest	mq	18,4
- superficie trasparente esp. nord-est	mq	31,5
- superficie trasparente esp. sud-est	mq	365

L'edificio è stato oggetto di diagnosi energetica nel 2018, dalla quale sono acquisibili ulteriori indicazioni; nel presente progetto non sono tuttavia previsti interventi di efficientamento sulle componenti edilizie e impiantistiche, se si esclude l'inserimento di apparati per il monitoraggio e la gestione in remoto dei dati di consumo elettrico.

#### 5.4.4 Lo studio di fattibilità tecnica e economica - Considerazioni preliminari

Allo scopo di definire gli ordini di grandezza dell'intervento in termini di fattibilità tecnologica e di valutazioni economica nella creazione di una CER viene eseguito un pre-dimensionamento dell'impianto fotovoltaico, impostato con moduli distribuiti sull'edificio scolastico e nei fabbricati residenziali corcostanti.

Come anticipato l'amministrazione intende svolgere un ruolo propositivo e di impulso alla creazione di una Comunità di Energie Rinnovabili, investendo nella realizzazione degli impianti di generazione e agendo parallelamente in una attività di comunicazione e disseminazione nei riguardi dei cittadini residenti nel comparto, e in seguito su scala territoriale più ampia; allo stato dette attività comunicative e di interlocuzione con i residenti non sono ancora avviate, e pertanto le scelte tecniche sono effettuate su una serie di ipotesi, con riserva di ridefinire i contorni tecnico-economici dell'iniziativa nel corso dell'iter di sviluppo del progetto, una volta definita la consistenza nel numero di soggetti aderenti alla CER.

Nelle valutazioni è stata quindi ipotizzata l'adesione al progetto di 80 famiglie, ovvero circa il 50% di quelle residenti nel perimetro individuato per l'intervento. La valutazione trae motivazione dalla circostanza che, non richiedendo necessariamente impegni economici, possa risultare di interesse ai

residenti fruire dei soli vantaggi, sia per quanto attiene alla riduzione delle spese energetiche delle famiglie, sia in prospettiva in relazione ai criteri di ripartizione degli incentivi derivanti dal meccanismo

incentivante, nelle forme e modalità che saranno definite nei documenti statuari relativi alla CER.

Data la premessa è da considerare il predimensionamento esclusivamente indicativo delle potenzialità connesse alla adesione ipotizzata, con la possibilità di rimodulare, nelle successive fasi progettuali e nei limiti dello stanziamento preventivato, sia la taglia dei generatori , lo storage, i criteri di impianto e di distribuzione.

#### 5.4.5 Dimensionamento di massima

L'impianto viene ipotizzato composto da n. 432 moduli fotovoltaici in policristallino da 290 W nominali per una potenza totale di ca. 125 kWp e con gruppi di conversione composti da 16 inverter con potenze da 7- 8 kWp.

Il piano dei moduli sul tetto degli edifici al contorno dell'edificio scolastico, identificati con le lettere A, B, D ed E, è inclinato rispetto all'orizzontale di 17° (tilt) e ha un orientamento azimutale di 37° ovest rispetto al sud, mentre il piano dell'edificio identificato con la lettera C, è inclinato rispetto all'orizzontale di 17° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 17° Est rispetto al Sud.

I moduli su tetto dell'edificio scolastico sono inclinati rispetto all'orizzontale di 35°(tilt) e hanno un orientamento azimutale a 37° Ovest rispetto al Sud;

La copertura della scuola, piana e sostanzialmente priva di ingombri, offre la possibilità di collocazione del generatore principale, al quale è connesso un impianto di accumulo da 20 kW per massimizzare l'autoconsumo durante le ore di mancata produzione e incidere positivamente sui costi energetici diretti sostenuti dall'amministrazione comunale; le entità fisiche, tecnologiche e economiche vengono espone nei prospetti che seguono.

Sulla base delle considerazioni che precedono la foto simulazione di seguito riproduce l'ipotesi generale di distribuzione dei moduli fotovoltaici sulle coperture dei fabbricati;



Fig. 5.10 - fotosimulazione degli impianti FV

La schematizzazione limitata alle coperture individua una denominazione convenzionale relativa alla collocazione delle stringhe

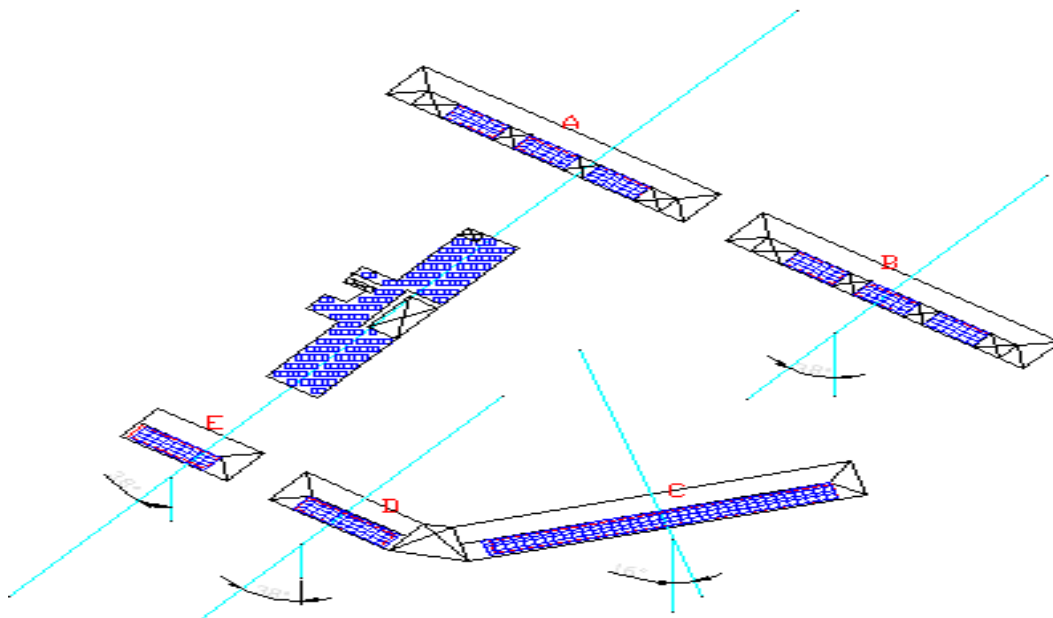


Fig.5.11 - denominazione blocchi edifici FV

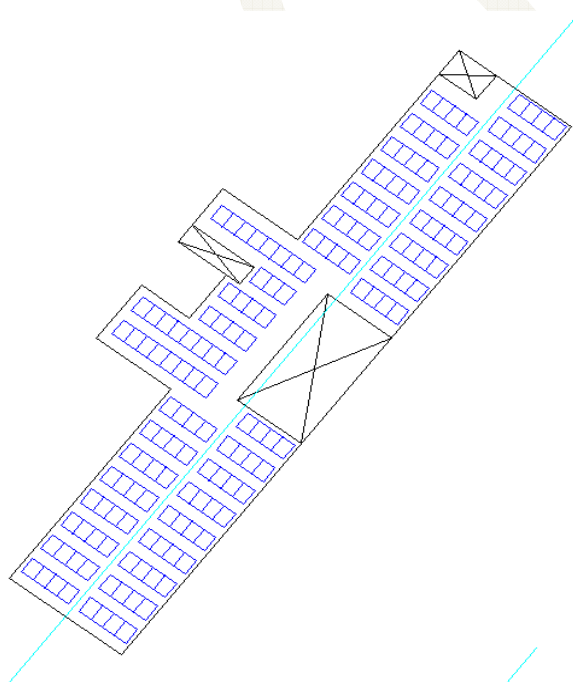
#### 5.4.6 Producibilità dell'impianto

Nel dimensionamento di massima sono stati impiegati i dati di radiazione di cui al prospetto seguente, tratti dalla banca dati ENEA, riferiti alla latitudine 39,22°

<b>Radiazione giornaliera media mensile su superficie orizzontale (kWh/m<sup>2</sup>/giorno)<sup>34</sup></b>												<b>Totale</b>
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	<b>annuale</b>
2,17	2,97	4,28	5,22	6,19	6,69	6,72	5,92	4,64	3,44	2,36	1,94	<b>1.601</b>

Si riportano i dati di sintesi riferiti ai diversi blocchi di impianto

#### Edificio scolastico



Tipologia: Edificio scolastico

Orientamento edificio: 37° sud-ovest

Orientamento pannelli: 37° sud-ovest

- Angolo di tilt: 35°
- Angolo di azimut: 37°

Superficie utilizzabile: circa 600 mq

Superficie dei pannelli: 261 mq (140 pannelli)

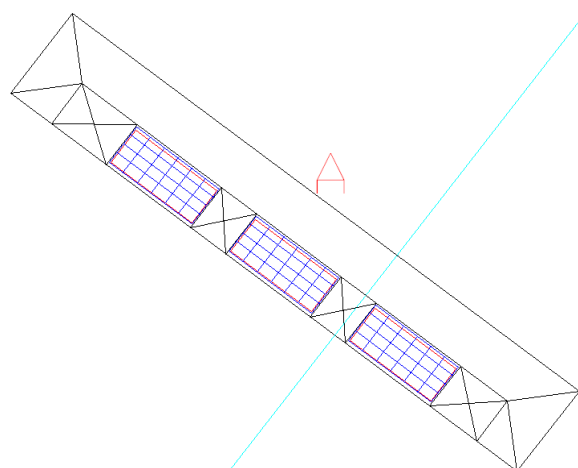
Impianto con Pannello policristallino da 290 W/cad:

Potenza installata: 40,6 kW;

<sup>34</sup> Dati dal sito ENEA: <http://erg7118.casaccia.enea.it>- media calcolata nel periodo 1994- 1999

Energia prodotta: 54.393 kWh/anno

<b>Produzione giornaliera media mensile (kWh/giorno)</b>											
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
103,4	123,2	153,7	166,0	180,0	187,1	191,5	181,9	160,1	138,2	106,4	95,0



Tipologia: Edificio residenziale Blocco A

Orientamento edificio: 37° sud-ovest

Orientamento pannelli: 37° su-ovest

- Angolo di tilt: 17°
- Angolo di azimut: 37°

Superficie utilizzabile:

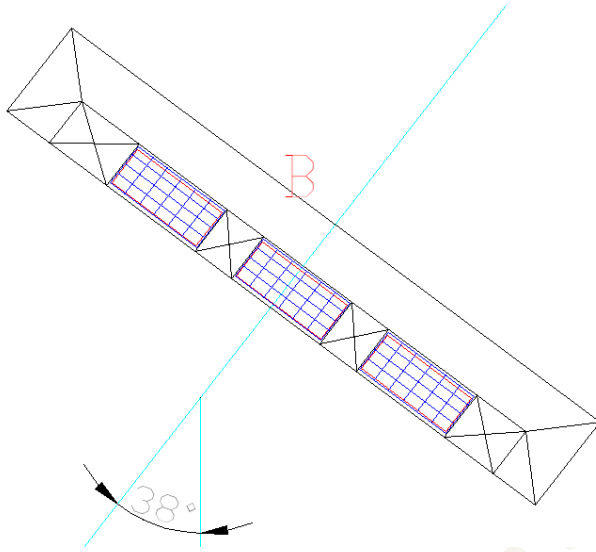
Superficie dei pannelli: 134,64 mq (72 pannelli)

Impianto con Pannello policristallino da 290 W/cad:

Potenza installata: 20,88 kW;

Energia prodotta: 27544 kWh/anno

<b>Produzione giornaliera media mensile con pannello policristallino da 290 Wp (kWh/giorno)</b>											
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
45,3	57,2	75,9	86,8	98,3	104,1	105,6	96,6	80,6	65,0	47,7	41,2



Tipologia: Edificio residenziale Blocco B

Orientamento edificio: 37° sud-ovest

Orientamento pannelli:

- Angolo di tilt: 17°
- Angolo di azimut: 37°

Superficie utilizzabile:

Superficie dei pannelli: 134,64 mq (72 pannelli)

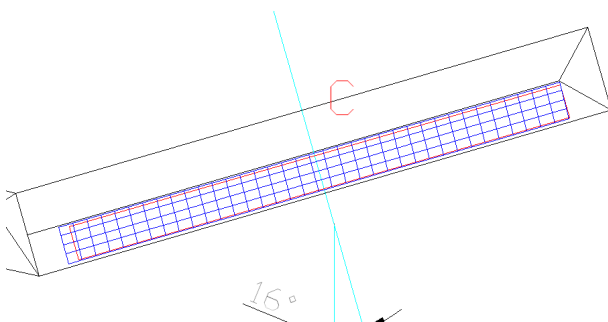
Impianto con Pannello policristallino da 290 W/cad:

Potenza installata: 20,88 kW;

Energia prodotta: 27544 kWh/anno

**Produzione giornaliera media mensile con pannello policristallino da 290 Wp (kWh/giorno)**

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
45,3	57,2	75,9	86,8	98,3	104,1	105,6	96,6	80,6	65,0	47,7	41,2



Tipologia: Edificio residenziale Blocco C

Orientamento edificio: 17° sud-est

Orientamento pannelli:

- Angolo di tilt: 17°

- Angolo di azimut:  $-17^\circ$

Superficie utilizzabile:

Superficie dei pannelli: 134,6 mq (72 pannelli)

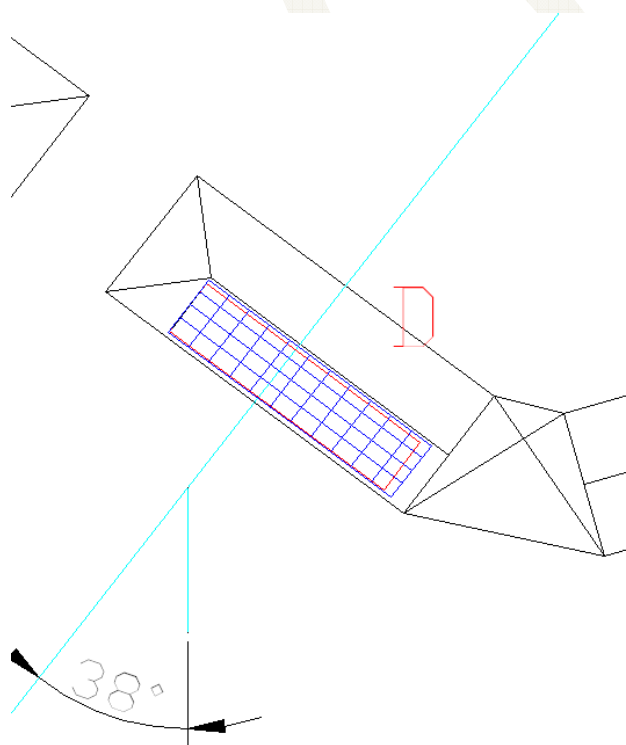
Impianto con Pannello policristallino da 290 W/cad:

Potenza installata: 20,88 kW;

Energia prodotta: 27934 kWh/anno

**Produzione giornaliera media mensile con pannello policristallino da 290 Wp (kWh/giorno)**

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
95,2	118,4	154,8	174,6	196,0	207,0	210,2	193,8	163,6	134,2	99,7	86,9



Tipologia: Edificio residenziale Blocco D

Orientamento edificio:  $37^\circ$  sud-ovest

Orientamento pannelli:

- Angolo di tilt:  $17^\circ$

- Angolo di azimut:  $37^\circ$

Superficie utilizzabile:

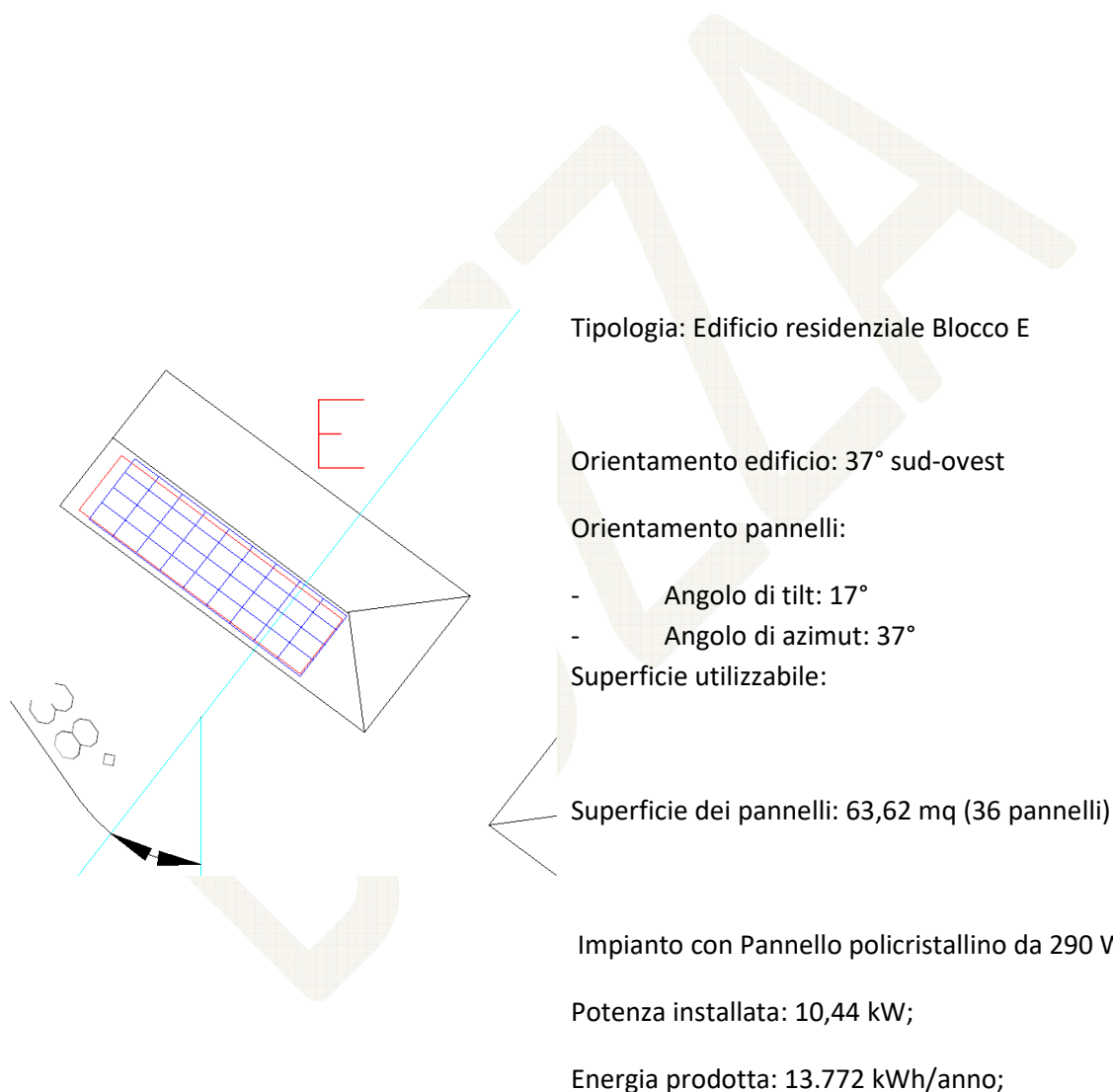
Superficie dei pannelli: 82,28 mq (40 pannelli)

Impianto con Pannello policristallino da 290 W/cad:

Potenza installata: 11,6 kW;

Energia prodotta: 15.302 kWh/anno;

<b>Produzione giornaliera media mensile con Pannello policristallino da 290 Wp (kWh/giorno)</b>											
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
25,2	31,8	42,2	48,2	54,6	57,9	58,7	53,7	44,8	36,1	26,5	22,9



<b>Produzione giornaliera media mensile (kWh/giorno)</b>											
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
22,7	28,6	38,0	43,4	49,1	52,1	52,8	48,3	40,3	32,5	23,9	20,6

In termini complessivi vengono ipotizzati n° 360 pannelli FV con tecnologia policristallina da 290 W di rendimento nominale, con superficie di 673 mq e una producibilità valutabile in 166.490 kWh/anno

In sede di studio di prefattibilità sono stati analizzati diversi scenari in relazione alla taglia del/dei generatori e alla opportunità di inserimento di sistemi di storage per incrementare la quota di autoconsumo e, in logica CER, la possibilità di aumentare la componente della cd. “energia condivisa”, secondo la definizione dell’ente regolatore .

La soluzione prospettata in via preliminare è consistita nell’ipotesi di implementare esclusivamente l’impianto collocato sul fabbricato scolastico di un accumulo da 20 kW , in modo da contribuire in una percentuale del 67% rispetto ai consumi elettrici come sommatoria della media giornaliera mensile, riportata all’annualità , mentre il consumo istantaneo viene soddisfatto al 100% tranne che nei mesi di gennaio e dicembre; il dato medio di autoconsumo riferito alla fascia diurna è comunque stimato al 98% .

I prospetti che seguono riepilogano gli esiti dell’analisi ; relativamente al fabbricato scolastico, di cui l’amministrazione è titolare del contratto di fornitura, i dati di consumo ripartito tra F1 e F2+F3 sono ricavati dai tracciati del distributore.

#### L’edificio scolastico

<b>Produzione giornaliera media mensile (kWh/giorno)</b>												<b>valori annuali kWh - medie %</b>
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
103,4	123,2	153,7	166,0	180,0	187,1	191,5	181,9	160,1	138,2	106,4	95,0	<b>54.393</b>
<b>Consumi giornalieri media mensile (kWh/giorno)<sup>35</sup></b>												
113,6	101,4	37,6	20,7	18,9	19,8	22,8	26,9	31,9	59,9	90,9	113,1	<b>19.915</b>
53,9	53,7	47,5	44,9	46,0	42,4	40,7	44,0	40,4	44,2	48,1	67,8	<b>17.445</b>
<b>Produzione giornaliera - Consumi giornalieri istantanei ( F1)</b>												
-10,2	21,8	116,1	145,3	161,1	167,3	168,7	155,0	128,2	78,3	15,5	-18,1	
<b>Energia prodotta autoconsumata giornalmente [kWh]</b>												
103,4	121,4	57,6	40,7	38,9	39,8	42,8	46,9	51,9	79,9	106,4	95,0	<b>24.966</b>
<b>valori percentuali energia autoconsumata<sup>36</sup></b>												
91%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	84%	<b>98%</b>
62%	78%	68%	62%	60%	64%	67%	66%	72%	77%	77%	53%	<b>67%</b>
<b>Energia potenzialmente immagazzinabile dal sistema di accumulo [ kWh]</b>												
0,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	15,5	0,0	<b>5.926</b>
<b>Surplus energia disponibile nella CER o cedibile in rete (kWh)</b>												
0,0	0,0	96,1	125,3	141,1	147,3	148,7	135,0	108,2	58,3	0,0	0,0	<b>29.376</b>
<b>Consumi medi mensili di energia autoprodotta</b>												
3.206	3.399	1.786	1.221	1.206	1.194	1.327	1.454	1.557	2.477	3.193	2.946	<b>24.966</b>

<sup>35</sup> I valori di consumo rappresentati su due righe consecutive sono riferiti alla fascia oraria F1 ( 1° riga) e F2+F3 ( 2° riga)

<sup>36</sup> I valori % sono riferiti alla fascia F1 ( 1° riga) e alla somma F1+F2+F3 (2° riga )

L'ipotesi di dimensionamento implica un surplus di produzione nei mesi da marzo a ottobre, in particolare nei mesi estivi nei quali l'attività del fabbricato è ridotta, posto che in alcuni spazi permane l'utilizzo per attività extrascolastiche. Una quota (trascurabile) di questa energia può essere considerata condivisa secondo il meccanismo di incentivazione definito nella CER, la restante parte è valorizzata secondo il meccanismo tariffario fissato dall'autorità regolatoria.

Per quanto attiene ai generatori collocati nelle coperture dei fabbricati residenziali, come premesso, allo stato del presente dimensionamento non sono stati ipotizzati sistemi di accumulo, pur valutati nelle diverse analisi preliminari, e ciò anche in relazione all'analisi di sostenibilità finanziaria esposta ne seguito. E' comunque valutabile nelle successive fasi progettuali la collocazione di un impianti di storage, eventualmente anche centralizzato, e, stante la relativa prossimità dei fabbricati e il contesto raccolto del comparto, la realizzazione di opere civili per la posa di linee di connessione e scambio tra i diversi generatori, compatibilmente con i vincoli normativi riguardo la realizzazione di reti di distribuzione private, e comunque nei limiti del finanziamento disponibile.

Relativamente al consumo di energia in ambito residenziale, non disponendo di bollette elettriche, si è ipotizzato, in relazione al contesto generale, alla taglia planimetrica delle unità immobiliari, al numero di persone costituenti in media i nuclei familiari, la presenza di forniture con tariffazione bioraria e una ripartizione al 50% tra le fasce orarie F1, coincidenti in linea di massima con la produzione Fv e le rimanenti fasce F2 e F3; il dato medio di consumo annuale per utenza è stimato in 2.500 kWh/anno; è superfluo rimarcare che trattasi di approssimazioni che dovranno essere riconsiderate nelle fasi successive, qualora, a seguito dell'adesione, anche di massima alla CER; verranno richiesti agli aderenti i dati di consumo reale.

Come premesso è stato ipotizzato uno scenario di partecipazione di 80 famiglie/utenze alla CER, ripartite secondo lo specchio seguente; i dati di consumo esposti sono riferiti alla media mensile del consumo medio giornaliero complessivo dei diversi blocchi di edifici considerati. Il consumo medio mensile nell'arco dell'anno è stato schematizzato costante, differenziato solo tra i mesi estivi e il periodo autunnale-invernale

Settore	N° famiglie
A	20
B	20
C	20
D	10
E	10

BLOCCHI "A e B"

<b>Produzione giornaliera media mensile (kWh/giorno)</b>												valori annuali kWh - medie %
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
45,3	57,2	75,9	86,8	98,3	104,1	105,6	96,6	80,6	65,0	47,7	41,2	<b>27.544</b>
<b>Consumi giornalieri media mensile (kWh/giorno) - ( n° 20 utenze)</b>												
68,5	68,5	68,5	68,5	47,9	47,9	47,9	47,9	47,9	68,5	68,5	68,5	<b>21.856</b>
68,5	68,5	68,5	68,5	47,9	47,9	47,9	47,9	47,9	68,5	68,5	68,5	<b>21.856</b>
<b>Produzione giornaliera - Consumi giornalieri istantanei ( F1)</b>												
-23,2	-11,3	7,4	18,3	50,3	56,2	57,6	48,7	32,6	-3,4	-20,8	-27,3	
<b>Energia prodotta autoconsumata giornalmente</b>												
45,3	57,2	68,5	68,5	47,9	47,9	47,9	47,9	47,9	65,0	47,7	41,2	<b>19.246</b>
<b>valori percentuali energia autoconsumata</b>												
66%	83%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	70%	60%	<b>90%</b>
33%	42%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	47%	35%	30%	<b>45%</b>
<b>Surplus energia disponibile nella CER o cedibile in rete (kWh)</b>												
0,0	0,0	7,4	18,3	50,3	56,2	57,6	48,7	32,6	0,0	0,0	0,0	<b>8.299</b>
<b>Consumi medi mensili di energia autoprodotta</b>												
1.405	1.601	2.123	2.055	1.486	1.438	1.486	1.486	1.438	2.016	1.431	1.279	<b>19.246</b>

BLOCCO "C"

<b>Produzione giornaliera media mensile (kWh/giorno)</b>												valori annuali kWh - medie %
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
47,6	59,2	77,4	87,3	98,0	103,5	105,1	96,9	81,8	67,1	49,8	43,4	<b>27.934</b>
<b>Consumi giornalieri media mensile (kWh/giorno) - ( n° 20 utenze)</b>												
68,5	68,5	68,5	68,5	47,9	47,9	47,9	47,9	47,9	68,5	68,5	68,5	<b>21.856</b>
68,5	68,5	68,5	68,5	47,9	47,9	47,9	47,9	47,9	68,5	68,5	68,5	<b>21.856</b>
<b>Produzione giornaliera - Consumi giornalieri istantanei ( F1)</b>												
-20,9	-9,3	8,9	18,8	50,1	55,6	57,1	48,9	33,8	-1,4	-18,6	-25,1	
<b>Energia prodotta autoconsumata giornalmente</b>												
47,6	59,2	68,5	68,5	47,9	47,9	47,9	47,9	47,9	67,1	49,8	43,4	<b>19.570</b>
<b>valori percentuali energia autoconsumata</b>												
70%	86%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	73%	63%	<b>91%</b>
35%	43%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	49%	36%	32%	<b>45%</b>
<b>Surplus energia disponibile cedibile in rete (kWh)</b>												
0,0	0,0	8,9	18,8	50,1	55,6	57,1	48,9	33,8	0,0	0,0	0,0	<b>8.363</b>
<b>Consumi medi mensili di energia autoprodotta</b>												
1.476	1.658	2.123	2.055	1.486	1.438	1.486	1.486	1.438	2.080	1.495	1.346	<b>19.570</b>

**BLOCCO “D”**

<b>Produzione giornaliera media mensile (kWh/giorno)</b>												valori annuali kWh - medie %
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
25,2	31,8	42,2	48,2	54,6	57,9	58,7	53,7	44,8	36,1	26,5	22,9	<b>15.302</b>
<b>Consumi giornalieri media mensile (kWh/giorno) - ( n° 10 utenze)</b>												
34,2	34,2	34,2	34,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	34,2	34,2	34,2	<b>10.928</b>
34,2	34,2	34,2	34,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	34,2	34,2	34,2	<b>10.928</b>
<b>Produzione giornaliera - Consumi giornalieri istantanei ( F1)</b>												
-9,1	-2,5	7,9	14,0	30,6	33,9	34,7	29,7	20,8	1,9	-7,7	-11,3	
<b>Energia prodotta autoconsumata giornalmente</b>												
25,2	31,8	34,2	34,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	34,2	26,5	22,9	<b>9.994</b>
<b>valori percentuali energia autoconsumata</b>												
74%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	77%	67%	<b>93%</b>
37%	46%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	39%	33%	<b>46%</b>
<b>Surplus energia disponibile nella CER o cedibile in rete (kWh)</b>												
0,0	0,0	7,9	14,0	30,6	33,9	34,7	29,7	20,8	1,9	0,0	0,0	<b>5.309</b>
<b>Consumi medi mensili di energia autoprodotta</b>												
781	889	1.062	1.027	743	719	743	743	719	1.062	795	710	<b>9.994</b>

**BLOCCO “E”**

<b>Produzione giornaliera media mensile (kWh/giorno)</b>												valori annuali kWh - medie %
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
22,7	28,6	38,0	43,4	49,1	52,1	52,8	48,3	40,3	32,5	23,9	20,6	<b>13.772</b>
<b>Consumi giornalieri media mensile (kWh/giorno) - ( n° 10 utenze)</b>												
34,2	34,2	34,2	34,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	34,2	34,2	34,2	<b>10.928</b>
34,2	34,2	34,2	34,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	34,2	34,2	34,2	<b>10.928</b>
<b>Produzione giornaliera - Consumi giornalieri istantanei ( F1)</b>												
-11,6	-5,7	3,7	9,1	25,2	28,1	28,8	24,3	16,3	-1,7	-10,4	-13,6	
<b>Energia prodotta autoconsumata giornalmente</b>												
22,7	28,6	34,2	34,2	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	32,5	23,9	20,6	<b>9.623</b>
<b>valori percentuali energia autoconsumata</b>												
66%	83%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	70%	60%	<b>90%</b>
33%	42%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	47%	35%	30%	<b>45%</b>
<b>Surplus energia disponibile nella CER o cedibile in rete (kWh)</b>												
0,0	0,0	3,7	9,1	25,2	28,1	28,8	24,3	16,3	0,0	0,0	0,0	<b>4.149</b>
<b>Consumi medi mensili di energia autoprodotta</b>												
702	800	1.062	1.027	743	719	743	743	719	1.008	716	639	<b>9.623</b>

L'impianto è in grado di coprire il 100% del consumo istantaneo nei mesi da marzo a settembre, con una media su base annuale del 90% ( F1) e del 45% nell'arco della giornata

Con tutte le approssimazioni richiamate, come riportato nei prospetti in tutti i blocchi la generazione consente di soddisfare mediamente su base annua almeno il 90% del consumo nelle ore di produzione, e il 45% se riferito al consumo di energia complessivo, come del resto deducibile dalla ripartizione oraria indicata precedentemente.

#### 5.4.7 Analisi economica e finanziaria - sintesi dei risultati

Alla luce delle ipotesi e delle analisi sviluppate si possono riassumere i risultati dello studio di fattibilità a partire dalla rappresentazione dei dati di input del progetto

<b>dati di input</b>		
<i>unità.imm/famiglie aderenti alla CER</i>	80	N°
<i>consumo elettrico medio /u.imm</i>	2.500	kWh/anno
<i>potenza nominale impianto FV</i>	125	kWp
<i>n° moduli tipo policristallino</i>	432	
<i>costo unitario impianto FV</i>	1.800	€/kWp
<i>capacità storage totale</i>	20	kWh
<i>costo unitario storage</i>	850	€/kWh
<i>coeff. utilizzo energia condivisa</i>	0.6	
<i>incentivo autoconsumo + TRASe+BTAU</i>	118,2	€/MWh
<i>incentivo ritiro energia autoprodotta</i>	45	€/MWh
<i>incidenza stimata consumo F1 ( resid.)</i>	50%	
<i>fabbisogno complessivo di energia</i>	212.209	kWh
<i>Costo medio kWh da rete</i>	0,25	€/kWh
<i>periodo anni</i>	20	
<i>tasso sc</i>	4,0%	
<i>tasso inflaz - incr. PUN</i>	1,6%	
<i>costi manutentivi</i>	1,0%	
<i>quote ammortamento</i>	non considerato	
<i>costi gestione CER</i>	€ 1.500	
<i>media costo energetico e.e. scuola</i>	€ 8.200	
<i>% media autocons scuola</i>	67%	

## 5.4.8 Computo metrico di massima

Il computo tiene conto dei costi di fornitura e messa in opera degli apparati e delle attività accessorie; una voce forfettariamente stimata è dedicata alla installazione dei dispositivi di misurazione destinati alle utenze residenziali dei soggetti aderenti alla CER; la componente relativa alle opere civili include la possibilità di collocazione di linee a livello di sottoservizi

<b>computo di massima</b>				
<b>descrizione</b>	<b>u.m.</b>	<b>quantità</b>	<b>p.unit</b>	<b>importo</b>
1 - moduli FV e apparati	€/kWp	125	€ 1.800	€ 225.504
2 – Energy/smart box	cad	80	€ 220	€ 17.600
3 - sistemi di storage	€/ kW	20	€ 850	€ 17.000
4- sensoristica monitoraggio scuola	corpo	1	€ 7.000	€ 7.000
5 - opere civili, alloggi inverter e storage	corpo	1	€ 12.000	€ 12.000
6 - oneri generali	% FV	corpo	4%	€ 9.020
sommano				<b>€ 288.124</b>

Di seguito vengono rappresentati i risultati di sintesi relativi al progetto di CER Piazza Medaglia Miracolosa

Relativamente ai risultati nel prospetto che segue si precisa che in prima analisi è stato considerato il semplice costo di fornitura e installazione degli apparati relativi alla generazione e all'accumulo secondo le taglie precedentemente ipotizzate ; i parametri di fattibilità finanziaria risultano peraltro positivi inputando il costo dedotto dal computo riportato nel prospetto seguente, detratte le voci relative ai sistemi di misurazione e monitoraggio consumi del fabbricato scolastico e gli oneri generali, la cui stima in questa sede può ritenersi cautelativa.

I flussi finanziari sono articolati secondo il prospetto che segue; sono stati assegnati dei coefficienti inflattivi come indicati nel prospetto di input alle componenti relative ai costi manutentivi, alla valorizzazione dell'energia ceduta in rete (es. incremento del PUN nel periodo di vita) , e alla riduzione dei costi energetici nelle forniture elettriche della scuola, e ai costi di gestione amministrativa della CER, mentre non sono presi in considerazione ulteriori componenti, tra cui i ratei di ammortamento dell'investimento; una semplificazione è costituita dal trascurare i coefficienti di decadimento dell'impianto FV, che nell'arco di vita utile determinano conseguentemente una riduzione della producibilità e di conseguenza degli importi incentivanti ritraibili: ciò può essere verosimilmente compensato dal relativo sovradimensionamento che come rappresentato nei prospetti genera un surplus di energia rispetto ai consumi , riassorbibile nel tempo in base alla progressivamente ridotta producibilità degli impianti.

periodo	energia condivisa CER	inc. ritiro dedicato	risp energia resid	risparmio e.e scuola	costi manutenzione	costi gestione CER	flussi
1	€ 12.141	€ 7.492	€ 25.674	€ 2.700	€ 2.425	€ 1.500	€ 18.408
2	€ 12.141	€ 7.612	€ 26.085	€ 2.743	€ 2.449	€ 1.524	€ 18.523
3	€ 12.141	€ 7.734	€ 26.502	€ 2.787	€ 2.474	€ 1.548	€ 18.640
4	€ 12.141	€ 7.857	€ 26.927	€ 2.832	€ 2.499	€ 1.573	€ 18.758
5	€ 12.141	€ 7.983	€ 27.357	€ 2.877	€ 2.524	€ 1.598	€ 18.879
6	€ 12.141	€ 8.111	€ 27.795	€ 2.923	€ 2.549	€ 1.624	€ 19.002
7	€ 12.141	€ 8.241	€ 28.240	€ 2.970	€ 2.574	€ 1.650	€ 19.127
8	€ 12.141	€ 8.373	€ 28.692	€ 3.017	€ 2.600	€ 1.676	€ 19.255
9	€ 12.141	€ 8.506	€ 29.151	€ 3.066	€ 2.626	€ 1.703	€ 19.384
10	€ 12.141	€ 8.643	€ 29.617	€ 3.115	€ 2.652	€ 1.730	€ 19.516
11	€ 12.141	€ 8.781	€ 30.091	€ 3.165	€ 2.679	€ 1.758	€ 19.649
12	€ 12.141	€ 8.921	€ 30.572	€ 3.215	€ 2.706	€ 1.786	€ 19.786
13	€ 12.141	€ 9.064	€ 31.062	€ 3.267	€ 2.733	€ 1.815	€ 19.924
14	€ 12.141	€ 9.209	€ 31.559	€ 3.319	€ 2.760	€ 1.844	€ 20.065
15	€ 12.141	€ 9.356	€ 32.064	€ 3.372	€ 2.788	€ 1.873	€ 20.209
16	€ 12.141	€ 9.506	€ 32.577	€ 3.426	€ 2.815	€ 1.903	€ 20.354
17	€ 12.141	€ 9.658	€ 33.098	€ 3.481	€ 2.844	€ 1.934	€ 20.503
18	€ 12.141	€ 9.813	€ 33.627	€ 3.536	€ 2.872	€ 1.965	€ 20.653
19	€ 12.141	€ 9.970	€ 34.165	€ 3.593	€ 2.901	€ 1.996	€ 20.807
20	€ 12.141	€ 10.129	€ 34.712	€ 3.651	€ 2.930	€ 2.028	€ 20.963

Segue la rappresentazione grafica dei flussi di cassa con la collocazione del valore di PBT attualizzato

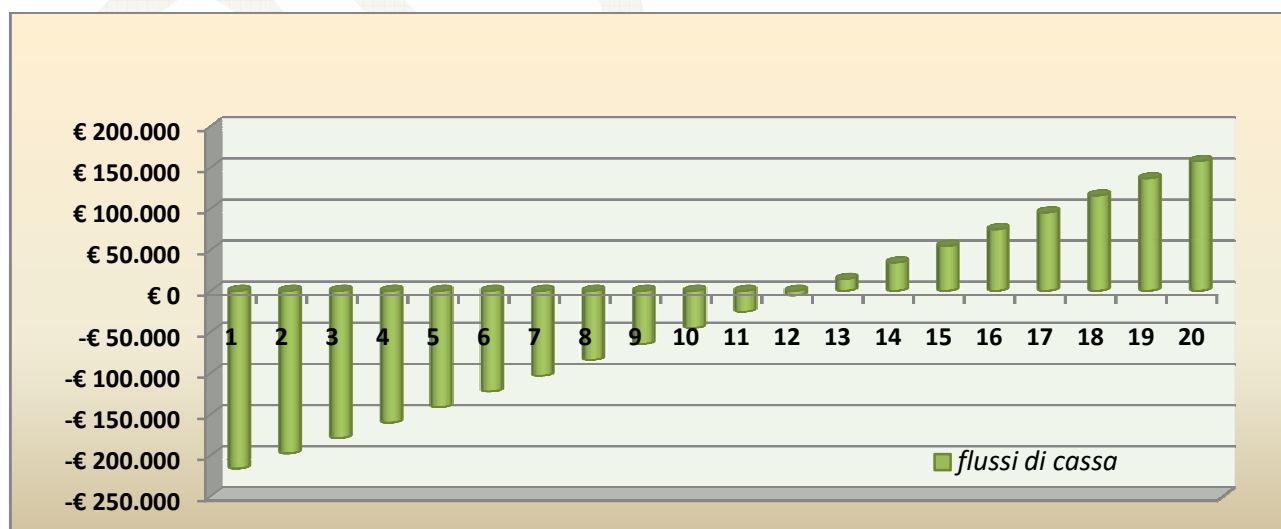


Fig. 5.12 - andamento flussi di cassa - indicatore PBA

Infine sono riassunte le grandezze di output tecniche e economiche del progetto, secondo le ipotesi formulate;

<b>dati di output</b>		
costo base impianto (moduli Fv + accumulo)	<b>€ 204.920</b>	
importo del computo di progetto	<b>€ 249.037</b>	
energia generata da impianti FV	<b>166.490</b>	kWh
energia condivisa (istantanea+storage)	<b>102.697</b>	kWh
surplus energia immessa in rete	<b>63.795</b>	kWh
incentivi autoconsumo CER	<b>€ 12.141</b>	€/anno
incentivo ritiro dedicato	<b>€ 7.492</b>	€/anno
<b>totale incentivo annuo CER</b>	<b>€ 19.633</b>	€/anno

Il prospetto seguente riporta gli indicatori finanziari del progetto in due ipotesi di configurazione; nella prima si è considerato il solo costo di impianto incluso storage, non computando nei flussi di cassa la valorizzazione al prezzo medio di mercato della quota di energia condivisa in termini di risparmi economici delle famiglie; nel secondo sommando agli incentivi MISE/GSE i risparmi in bolletta correlati all'autoconsumo in configurazione CER, a fronte dell'investimento complessivo a cura dell'amministrazione. Si rileva che il VAN risulta positivo in entrambi i casi, mentre il tempo di ritorno (attualizzato) varia da 13 anni a 7; infine nell'ipotesi, verosimilmente più corretta di prendere in esame a fronte dell'investimento complessivo, i soli benefici finanziari ritraibili dall'amministrazione qualora operasse in una pura logica privatistica, ne risulterebbe un VAN negativo pari a ca € 23.800, il TIR del 3,1% e un PBT di 15 anni.

<b>indicatori di sostenibilità finanziaria</b>		
	<i>costo impianto</i>	<i>Stima computo</i>
valore investimento	<b>€ 242.504</b>	<b>€ 288.124</b>
% incentivi su costo impianto	<b>8,1%</b>	<b>6,8%</b>
VAN	<b>€ 21.796</b>	<b>€ 375.291</b>
T.I.R.	<b>4,97%</b>	<b>15,4%</b>
PBT	<b>13</b>	<b>7</b>

In sintesi si riscontra la sostenibilità finanziaria nell'ottica pura dell'investimento qualora si prescindesse dalle soprarichiamate finalità sociali del progetto, che come descritto nelle premesse generali si propone finalità di carattere sociale, e inserito in una logica di tipo disseminativo correlata alla creazione di CER su scala territoriale.

Come indicato nelle premesse gli indicatori sono ovviamente correlati al possibile rimodulazione della consistenza del progetto, sia in relazione al numero di aderenti, alla CER, ai consumi reali, conseguentemente al dimensionamento consequenziale dei generatori

#### 5.4.9 Cronoprogramma del progetto e quadro economico

Le tempistiche del crono programma sono riferite alle fasi generali del procedimento amministrativo di progettazione, scelta del contraente e esecuzione degli interventi; con modalità contestuale, essendo comunque impattanti con le scelte progettuali, vanno prese in considerazione le attività di comunicazione con i residenti finalizzate al coinvolgimento e partecipazione alla comunità energetica, oltre che l'iter di redazione dei documenti statutari e la strutturazione di meccanismi di gestione della CER.

La tempistica complessiva dell'iter realizzativo del progetto viene stimata in 15 mesi complessivi; nei prospetti seguenti la durata di ciascuna attività e il diagramma di Gantt pertinente alle attività consequenziali e a quelle sovrapponibili.

<b>attività</b>	<b>Durata (giorni)</b>
incarico progettista	<b>30</b>
attività engagement CER	<b>90</b>
costituzione CER	<b>120</b>
progettazione definitiva	<b>40</b>
progettazione esecutiva	<b>30</b>
selezione affidatario	<b>30</b>
consegna lavori	<b>30</b>
esecuzione lavori	<b>180</b>
prove e collaudi	<b>30</b>

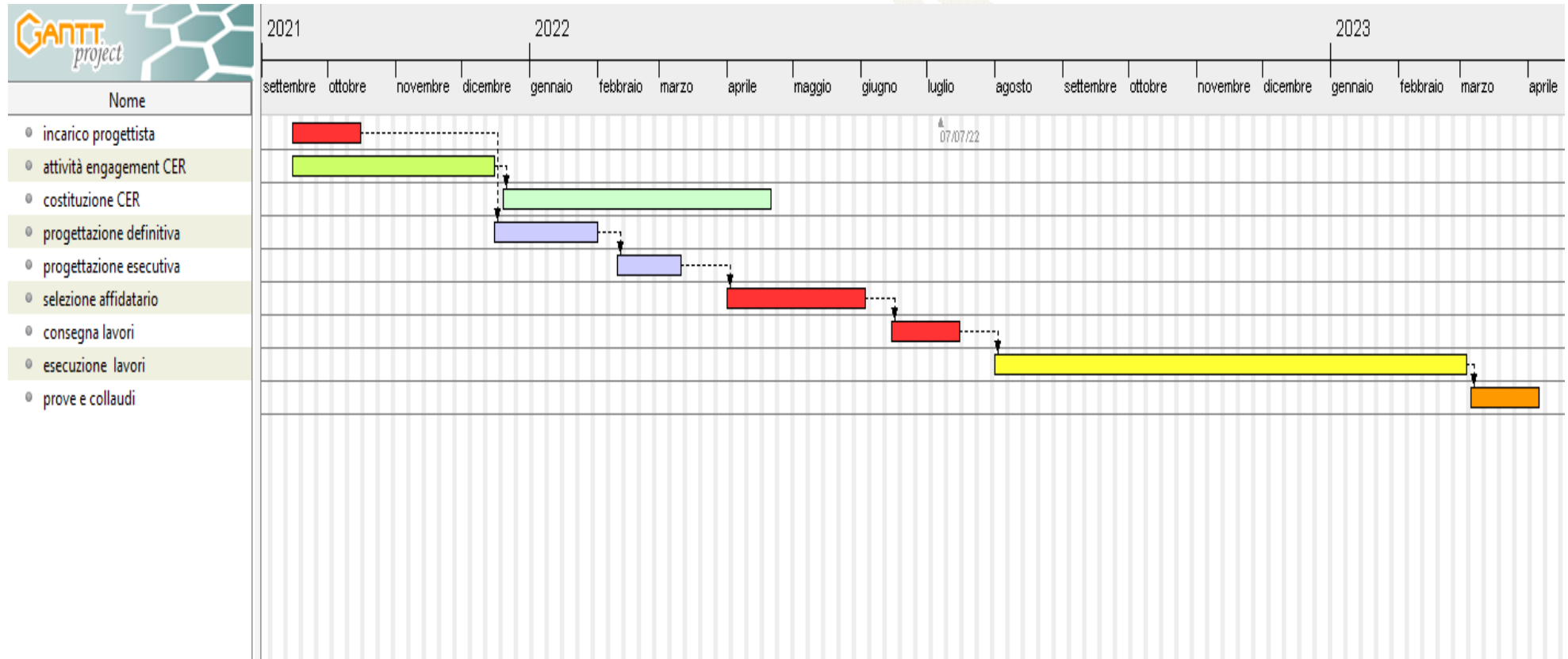


Fig. 5. 14 - crono programma del progetto



### 5.5 - Meccanismi di incentivazione : i Certificati Bianchi ( TEE)

Tra le modalità di incentivazione economica per l'efficienza energetica è presente, a seguito del D.M. 20 luglio 2004 e s.m.i., vi è il meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE), altrimenti detti "certificati bianchi" ; questo prevede l'assegnazione di quote di risparmio di energia primaria da conseguire da parte di "soggetti obbligati" , costituiti da coloro che superano predeterminate soglie in termini di clienti finali ( es. i fornitori/distributori di energia elettrica e gas con oltre 50.000 utenti finali)

Questi soggetti possono assolvere al proprio obbligo realizzando progetti di efficienza energetica che diano diritto ai certificati bianchi oppure acquistandoli da altri soggetti sul mercato dei Titoli di Efficienza Energetica organizzato dal Gestore dei Mercati Energetici (GME)

Ai Titoli di Efficienza Energetica, viene attribuito il corrispettivo di risparmio di energia pari a 1 TEP.

I soggetti obbligati, oltre che attuare autonomamente gli interventi di riduzione dei consumi energetici legati alle proprie attività e conseguire in rapporto ad essi i Titoli, possono acquistarli da soggetti volontari, che per espressa previsione normativa, possono in parallelo richiedere il riconoscimento e l'assegnazione dei certificati bianchi a seguito dell'attuazione di interventi di risparmio energetico, e successivamente trattarli in una apposita piattaforma (borsa elettronica) gestita dal GME e basata sul principio della domanda e dell'offerta.

Il comune di Cagliari, in quanto soggetto che ha provveduto alla nomina del "Responsabile per l'uso razionale e la conservazione dell'energia" ai sensi dell'art. 19 L. 10/91, (cd. Energy Manager) rientra nella categoria "d" secondo il disposto dell' art. 7 del D.M. 28/12/2012 tra soggetti ( cd. "volontari") ammessi alla richiesta di riconoscimento e negoziazione dei certificati bianchi.

Date le premesse si era intrapreso il procedimento per l'accredito a operare presso il Gestore dei Servizi Elettrici ( GSE), conclusosi a ottobre 2014; Cagliari risultava uno dei pochissimi ( sette in tutto) comuni inseriti nel mercato dei TEE, e verosimilmente unico a operare direttamente con propria struttura interna, a fronte di molte centinaia di operatori nel settore dell'efficienza energetica censiti dalla piattaforma. Questo ha consentito all'Amministrazione di poter certificare gli interventi di risparmio energetico effettuati sul proprio patrimonio di immobili e impianti tecnologici secondo le modalità previste dal quadro normativo, e di richiedere contestualmente il riconoscimento dei titoli di efficienza energetica correlabili a ciascun intervento autonomamente senza il supporto di soggetti esterni ( ESCo) ai quali dover riconoscere quote rilevanti dei benefici economici per l'attività di consulenza e supporto.

Il meccanismo consente anche di effettuare procedimenti consimili anche relativamente a interventi non necessariamente riferibili alle proprietà comunali, operando al pari di una ESCo e aggregando gli interventi realizzati dai cittadini e dalle imprese presso sui loro beni immobili per il superamento delle soglie minime di accesso al sistema; questa opportunità può essere ricondotta alle azioni di incentivazione all'efficienza

energetica e alla produzione FER indicate nel PAES relativamente al rinnovo e efficientamento del patrimonio immobiliare privato.

Una prima iniziativa ha riguardato la presentazione di un RVC <sup>37</sup> ( Richiesta di Verifica e Certificazione) relativa all' intervento effettuato nel quadro di un Piano di Recupero Urbano presso gli alloggi comunali del Borgo Vecchio di S.Elia.

La richiesta ha riguardato la sostituzione di boylers elettrici e l'installazione contestuale di 266 impianti autonomi di solare termico costituiti da collettori piani per produzione acs e integrazione riscaldamento, con una superficie complessiva di 499 mq , oltre una caldaia autonoma alimentata a gas di rete ( aria propanata).

A questo intervento, secondo le metodologie di computazione del sistema (si omettono i dettagli) è stato attribuito il riconoscimento da parte di GSE di 204 tep/anno per una vita utile di 5 anni<sup>38</sup>.

Alla conclusione del procedimento di accreditamento presso il GME nel corso degli ultimi 5 anni si è provveduto alla valorizzazione dei TEE operando in maniera autonoma nella borsa telematica del gestore; i titoli sono stati venduti in base alle quotazioni in essere nei diversi anni, che sono progressivamente cresciute fino a superare il valore di € 260/TEE

L'operazione di rilascio e successiva valorizzazione dei TEE nel mercato elettronico dei titoli, relativamente alla operazione descritta, si è conclusa nel 2020 con la cessione dell'ultima quota di titoli posseduti . Come anticipato la valorizzazione è soggetta a contrattazione e risente delle situazioni contingenti del mercato. Il prospetto seguente ne riepiloga i dati economici a consuntivo

data	quantità	prezzo unitario	importo
10/11/2015	255	€ 107,10	€ 27.310,50
19/05/2016	102	€ 127,90	€ 13.045,80
13/12/2016	50	€ 227,01	€ 11.350,50
13/12/2016	52	€ 227,00	€ 11.804,00
19/02/2019	459	€ 259,98	€ 119.330,82
21/01/2020	102	€ 261,30	€ 26.652,60
<b>somma attuale</b>	<b>1.020</b>	<b>€</b>	<b>209.494,22</b>

<sup>37</sup> Attualmente le modalità e le tipologie di presentazione di progetti di efficienza sono via via modificate

<sup>38</sup> La vita utile è un tempo convenzionale, assegnato alla tipologia di intervento, differente dall'effettiva durata in esercizio dell'impianto

E' quindi da evidenziare che la singola operazione ha consentito all'amministrazione di ritrarre la somma non trascurabile di € 209.500

Ciò può rappresentare, esemplificativamente la misura delle potenzialità economica che un ente medio grande, operando correttamente e sinergicamente sull'efficienza energetica, può recuperare a livello finanziario, oltre ai benefici diretti riferibili alla minore spesa per l'energia; nel caso dell'intervento descritto peraltro, posto che i consumi di energia sono in carico agli assegnatari, rimane per l'amministrazione la possibilità di recupero di una quota, foss'anche relativamente modesta, dell'investimento, e comunque di disporre di ulteriori entrate di bilancio destinabili a finanziare ulteriori iniziative di risparmio energetico, o in generale all'ampliamento/miglioramento di servizi alla collettività.

Il meccanismo dei certificati bianchi a rigore non può essere correttamente qualificato come modalità incentivante, così come altri meccanismi predisposti dal legislatore negli ultimi anni ( conti energia, conto termico, incentivi fiscali del 50% / 65% sulle ristrutturazioni, etc)

Il proposito è comunque quello di ampliare le possibilità offerte dal quadro normativo, accompagnando le iniziative in tema di efficientamento energetico del patrimonio comunale, alla possibile fruizione di benefici economici nelle diverse modalità disponibili, unendo quindi i benefici diretti conseguibili nella minor spesa per l'energia al recupero (parziale, a volte anche marginale) del capitale investito in relazione agli incentivi; è anche possibile ricorrere al partenariato col privato per l'attuazione degli interventi di efficienza energetica, contrattando la ritraibilità in tutto o in parte dei vantaggi economici a parziale corrispettivo degli interventi, ma sempre sulla base della consapevolezza delle problematiche e del quadro esigenziale. E' da rilevare che le attività già poste in essere, e documentate nella presente relazione attestano tale consapevolezza.

E' tuttavia altrettanto evidente la necessità per l'Amministrazione comunale di sfruttare le opportunità di recupero economico almeno di quota degli investimenti tramite le diverse forme incentivanti; per questo fine non si può che rimarcare ulteriormente l'esigenza di una stretta collaborazione e coordinamento tra diversi servizi dell'amministrazione che all'ufficio dell'energy manager di massimizzare le potenzialità finanziarie previste dalla legislazione nell'ambito dei progetti di efficienza energetica, in particolare quelli relativi al patrimonio pubblico

In tal senso, la collaborazione del Servizio LL.PP. nel fornire dati e documenti sull'intervento di S. Elia ha costituito un esempio virtuoso, di cui si auspica l'estensione in tutta l'organizzazione comunale.

Per altro verso va rimarcato che svariati interventi posti in essere dai Servizi dell'amministrazione, non si sono potuti inserire in procedura di recupero finanziario legati alle modalità di incentivazione per semplicemente a causa di mancato coinvolgimento dell'ufficio Politiche Energetiche.

Si riassumono i principali interventi che permettono l'accesso agli incentivi e quindi al recupero di quota parte delle somme impegnate dall'amministrazione nei quadri economici .

Il DM. 16.02.2016 istitutivo del cd. " Conto Termico 2 " prevede il riconoscimento di quote che variano mediamente dal 40% al 65% della spesa, e in alcuni casi fino al 100% ( es. scuole fino al con un contributo fino al massimo di € 575 al metro quadro ), relativamente a:

- isolamento termico di superfici opache ;
- sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi ;
- sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando generatori di calore a condensazione;
- installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti
- trasformazione degli edifici esistenti in “edifici a energia quasi zero”;
- sostituzione di sistemi per l’illuminazione d’interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione;
- installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) degli impianti termici ed elettrici degli edifici, compresa l’installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore.
- sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale, anche combinati per la produzione di acqua calda sanitaria, dotati di pompe di calore, elettriche o a gas,
- installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria e/o ad integrazione dell’impianto di climatizzazione invernale,
- sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore;
- sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con sistemi ibridi a pompa di calore

Diversi degli interventi elencati ( es illuminazione a LED nelle scuole, installazione di PDC, sostituzione di caldaie e altri ancora) sono stati posti in essere negli anni; l’assenza di coordinamento come detto, non ha consentito la conoscenza tempestiva degli interventi programmati e la attivazione delle modalità di recupero economico da conto termico o da TEE, determinando una sostanziale danno economico a carico del bilancio comunale, e in senso lato dell’interesse collettivo; peraltro non è affatto da escludere che con modalità più o meno trasparenti di tali incentivi abbiano beneficiato direttamente i soggetti affidatari degli interventi.

Analoghe considerazioni ha riguardato gli interventi nell’ambito dell’illuminazione pubblica posti in essere negli ultimi 10 anni, come già illustrato nel capitolo dedicato.

## 5.6 Supporti documentali

La ricognizione e documentazione sui temi dell'uso dei vettori energetici nel patrimonio comunale è stata articolata su diverse iniziative sviluppate dall'ufficio Politiche Energetiche negli ultimi anni. Lo scopo finale è di costituire una base informativa funzionale all'attività di proposta e supporto al decisore (sia nel ruolo di indirizzo politico che di scelte pianificazione operativa e gestionale dei servizi)

La ricognizione dei consumi di energia, delle criticità rilevate, delle situazioni anomale, delle opportunità nell'ambito dell'efficientamento devono trovare dei canali di comunicazione disponibili agli operatori e ai decisori, che si aggiungono alla tradizionale reportistica di cui il presente documento è un esempio.

### 5.6.1 L'Anagrafica Tecnica dei Fabbricati

Dal naturale presupposto secondo cui per poter effettuare valutazioni e proposte in tema di efficienza energetica e gestione degli impianti è necessaria la conoscenza dello stato di fatto, è stato implementato dall'ufficio un progetto finalizzato alla creazione di una base informativa strutturata del patrimonio impiantistico dei fabbricati di competenza comunale, inclusi alcuni dati conoscitivi di natura più propriamente edile, oltre che della dotazione documentale associata agli edifici.

Si è trattato di un impegno rilevante, avviato dal 2010 con la scelta di adesione CONSIP, effettuata in parte sull'opportunità di poter sfruttare le prescrizioni del disciplinare che prevedevano alcune prestazioni accessorie di rilievo e restituzione degli impianti associate alle prestazioni di facility management; tale lavoro è poi proseguito negli anni successivi nel popolamento e l'affinamento delle informazioni.

La specificità, rispetto a altre consimili prestazioni contenute in ambito Consip, è consistita nell'impegno per indirizzare la base informativa alle specifiche esigenze di reale utilizzo da parte degli uffici; diversamente ne sarebbe risultato esclusivamente un adempimento formale sulla base di generiche prescrizioni assolvibili da parte dell'affidatario con modalità e livello qualitativo discrezionale.

L'obiettivo, perseguito tramite un continuo contraddittorio e una continua verifica dei risultati parziali, è stato quello di disporre di uno strumento relativamente snello, ma che contemplasse l'aggregazione ordinata di un insieme di dati e informazioni fino a allora distribuiti su database o archivi cartacei in maniera sporadica e occasionale, tarato su richieste e specifiche tecniche orientate sia alla conoscenza dei dati impiantistici ma allo stesso tempo contenente gli elementi utili per valutazioni e stime in ambito di efficientamento energetico; la base dati infatti consente di disporre delle caratteristiche di seguito sommariamente elencate:

- consistenza numerica degli apparecchi generatori e terminali, ove possibile con indicazioni sul produttore, modello etc)
- grandezze geometriche funzionali a diagnosi energetiche e ulteriori valutazioni, superfici esterne con esposizione, spessori indicativi, materiali, solai, volumi climatizzati, superfici e caratteristiche infissi
- valori di potenzialità nominali e dati di targa delle apparecchiature inserite nell'impianto,

- valutazione dello stato di efficienza/degrado dei componenti e della conformità alla normativa di settore
- disponibilità o carenza documentale prevista da normativa
- riferimenti alla documentazione di natura progettuale o di attività manutentiva eseguita;
- altro

L'anagrafica tecnica si compone anche del rilievo e restituzione in ambiente CAD delle planimetrie impiantistiche con rappresentazione di oggetti tecnologici a cui sono associati metadati recanti le caratteristiche specifiche.

Con ulteriore attività in parallelo dell'ufficio Politiche Energetiche e impiegando il supporto di un cantiere regionale ad hoc istituito, è stata effettuata l'imputazione scansionata della anagrafica documentale cartacea associata ai fabbricati, con apertura da link diretto al documento, e infine, il riordino, la verifica e l'aggiornamento dei dati.

L'anagrafica si basa sul rilievo e restituzione di grandezze e caratteristiche nelle diverse tipologie impiantistiche: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, impiantistica elettrica, impiantistica di sicurezza antincendio, altre tipologie di impianti, oltre che le principali grandezze geometriche (superfici opache per lato di esposizione, superfici trasparenti, volumi climatizzati etc).

Dalla base dati è possibile ad esempio ricavare informazioni sulle superfici, collocazione planimetrica e destinazioni d'uso dei singoli locali dell'edificio, le consistenze e caratteristiche degli impianti di illuminazione (numero e tipologia delle lampade presenti), numero e consistenza degli apparecchi di comando e delle prese FM, i terminali degli impianti, la consistenza dei componenti degli impianti elettrici, di climatizzazione, antincendio, le superfici e le caratteristiche degli infissi, le superfici disperdenti verticali e orizzontali

La struttura dell'anagrafica tecnica è rappresentata graficamente in modo molto schematico nel di seguito; si compone di blocchi costituiti da una tabella generale riepilogativa dei dati impiantistici di ciascun fabbricato per le tipologie edile, clima, prevenzione incendi; ad essa si connettono schede di dettaglio analitico di ciascun fabbricato, una sezione di rilievo fotografico delle tipologie di oggetti edili e impiantistici presenti nel fabbricato, un blocco con l'elencazione per sezioni omogenee dei documenti rilevati negli archivi cartacei, con il link che consente l'apertura a video del documento scannerizzato

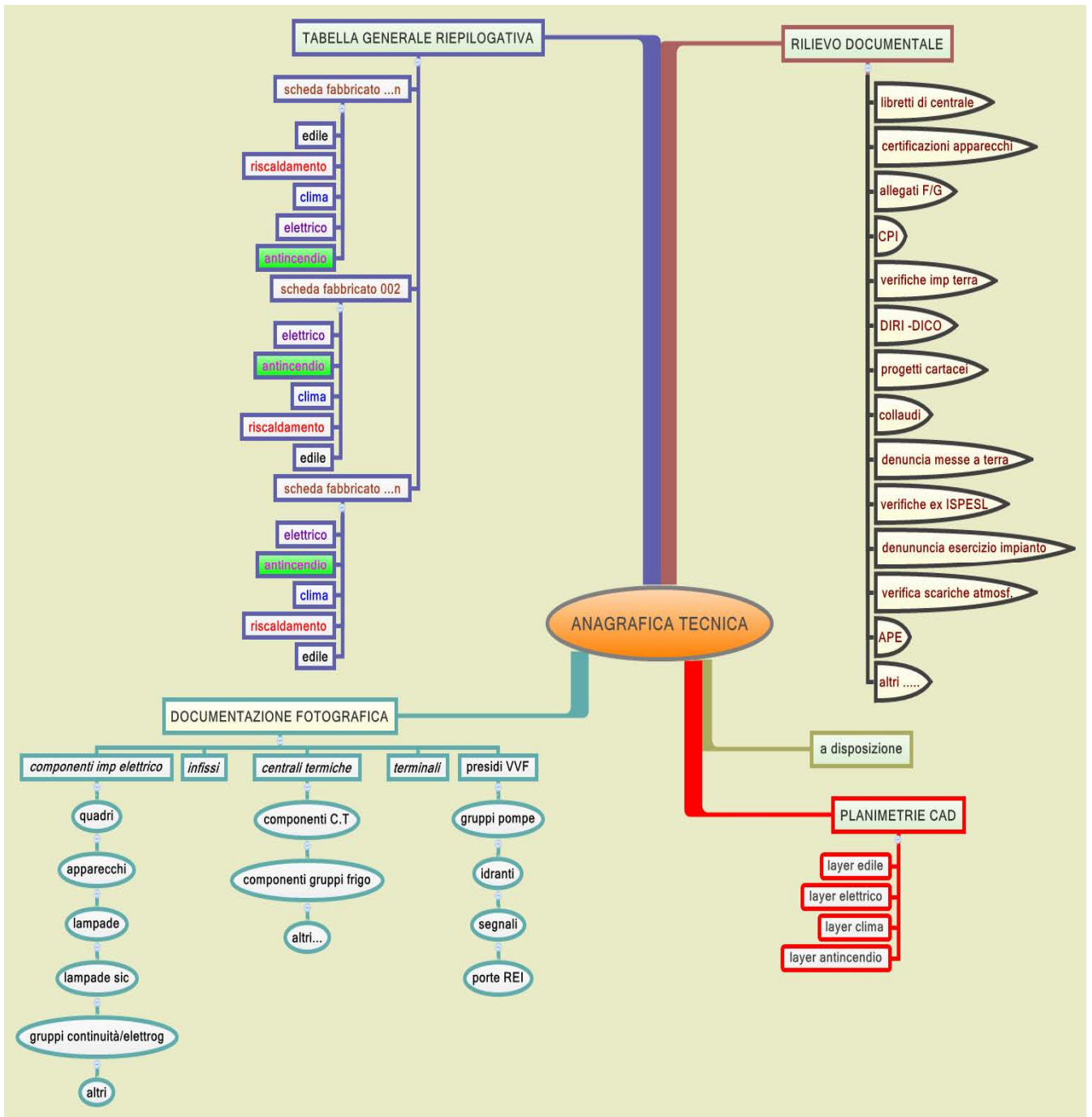


Fig. 5. 15 – schema a albero dell’anagrafica tecnica

Le schede di fabbricato contengono le informazioni sommariamente elencate di seguito e qualificate su ogni singolo vano, del quale è riportata la destinazione d’uso

**Involucro**

- chiusure verticali perimetrali: tipo di muro, spessori, esposizione, superfici, stato conservativo
- partizioni interne orizzontali: spessori, superfici, finitura, stato conservativo

- chiusure verticali/infissi: materiale, tipo vetro, spessori, superfici, esposizione, stato conservativo
- chiusure verticali / elementi di oscuramento interni esterni: per ciascun vano: materiale, superfici, stato conservativo
- partizioni orizzontali – balconi, terrazzi, soppalchi, parapetti : per ciascun vano: materiale, superfici, altezza parapetti, stato conservativo

*Impianto idrico-sanitario - sistemi antincendio:*

- Alimentazioni - Allacciamenti – Accumuli - portata, prevalenza, tipo di alimentazione, ubicazione, marca, modello, conformità alle norme, stato conservativo

Impianto di riscaldamento - climatizzazione:

- Allacciamenti, Accumuli, serbatoi, reti di distribuzione – :combustibile, utenza, stato conservativo

Gruppi termici di produzione di calore e di acqua calda:

- caldaie :marca, modello, potenza, anno di costruzione, stato conservativo
- componenti UTA; pompe di calore, vaso di espansione, pompe, termostati, centraline:marca, modello, potenza, stato conservativo
- apparecchi di produzione di calore locale: terminali: split VRV: ubicazione, marca, modello, potenza, stato conservativo
- apparecchi di produzione di calore locale : terminali, radiatori, materiale, dimensioni, n° elementi, valvole termostatiche, stato conservativo

impianto elettrico:

- Allacciamenti, contatore : codice, tipo, stato conservativo
- Apparecchiature di rifasamento: trasformatori : marca, modello, stato conservativo
- Alimentazione di emergenza: gruppo elettrogeno: tipo alimentazione, anno costruzione, marca, modello, potenza, stato conservativo
- Alimentazione di continuità: gruppi di continuità – :marca, modello, potenza, stato conservativo
- Quadri elettrici: n° identificazione, grado IP, corrente, frequenza, potere di interruzione, anno di costruzione, marca, modello, dimensioni, stato conservativo
- Apparecchiature di comando: numero, stato conservativo
- Apparecchi di illuminazione: tipo sorgente, numero, potenza, stato conservativo
- Apparecchi per illuminazione di sicurezza: tipo alimentazione, sorgente, numero, potenza, marca, modello, stato conservativo
- Terminali impianto forza motrice: numero, stato conservativo

Impianto antincendio:

- Terminali: elemento, tipo, classe UNI, stato conservativo
- Impianto rilevazione incendi: tipo rilevatori, pulsanti, segnali, tipo, marca, modello, stato
- porte tagliafuoco: resistenza REI, stato conservativo

- Mezzi di estinzione mobili: estintori tipologia, peso, scadenza, ultima revisione, marca, stato conservativo

L'anagrafica tecnica, oltre che l'evidente utilità in termini di conoscenza delle caratteristiche del patrimonio comunale, e di elemento essenziale della sua gestione ordinaria e straordinaria, è un indispensabile supporto all'altra "piattaforma" costituita in parallelo dal sistema di rilevazione e registrazione e analisi dei dati sui consumi energetici dei fabbricati e impianti comunali: parte delle elaborazioni sviluppate in questo Report sono state effettuate impiegando la base dati dell'anagrafica tecnica, in particolare per ciò che attiene ad esempio alle valutazioni di tipo parametrico.

In considerazione della mole di edifici da analizzare (circa 133) si è trattato come detto di un notevole sforzo, reso possibile anche per l'atteggiamento collaborativo della ditta affidataria ad adeguare e correggere i rilievi sulla base delle verifiche e delle specifiche rese dall'ufficio: il risultato finale è un patrimonio di informazioni e di conoscenze che, proprio in virtù della personalizzazione ottenuta, se fosse valorizzato in termini economici a standard di mercato, oltrepasserebbe largamente i corrispettivi contrattuali liquidati nell'ambito dell'affidamento di facility management; a prescindere dall'aspetto economico, l'auspicio è che il sensibile impegno profuso dall'ufficio non vada disperso a causa del disinteresse di chi risulti nel proseguo responsabile della gestione impiantistica e quindi dell'indispensabile continuo aggiornamento.

#### 5.6.2 Il GIS dell'Efficienza Energetica

Un'altra linea di impegno nell'ampliamento della base informativa è rappresentata dal GIS dell'efficienza Energetica; si tratta di un tematismo sviluppato dall'ufficio Politiche Energetiche, che si prefigge di fornire una rappresentazione, su scala territoriale, di quanto (non di tutto) è sul campo nei diversi ambiti delle fonti rinnovabili, dell'efficienza energetica, della mobilità sostenibile. Si tratta anche in questo caso di un impegno significativo, che ha comportato la rilevazione di dati di base da fonti diversificate, anche esterne all'organizzazione comunale.

Il livello tematico è stato integrato nel GIS territoriale; l'immagine, limitata nella definizione grafica rappresenta un insieme della base informativa. Ovviamente anche in questo caso deve essere implicito un impegno all'aggiornamento e all'integrazione degli elementi inseriti

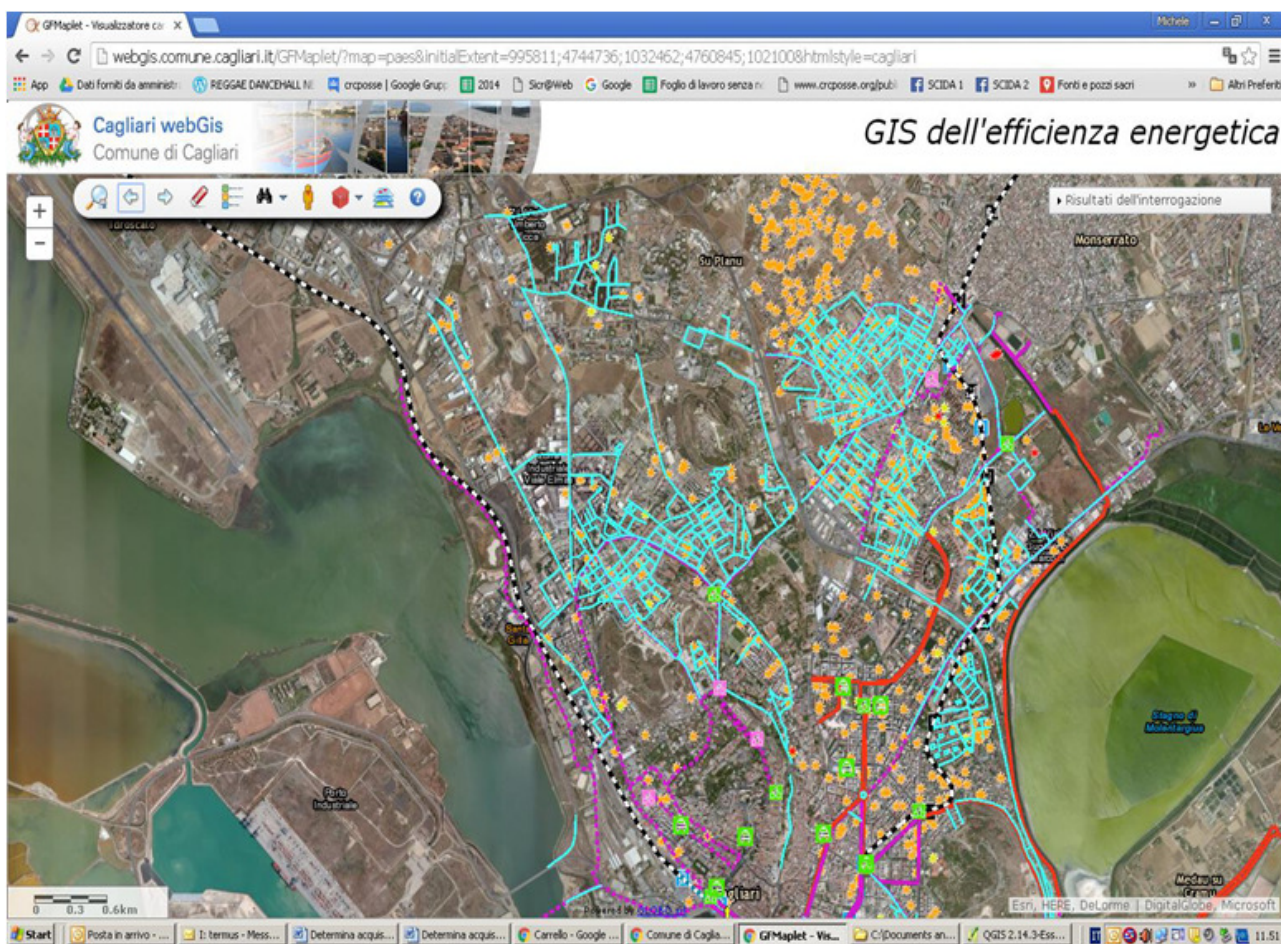


Fig. 5. 16 – rappresentazione dal portale

Allo stato vengono forniti, in una logica di rappresentazione complessiva del tematismo , gli elementi comunque filtrabili :

- l'illuminazione stradale riconvertita a LED
- la dislocazione degli impianti solari termici su edifici dell'amministrazione comunale
- la dislocazione degli impianti FV presenti su edifici comunali
- gli impianti FV su coperture private <sup>39</sup>

nell'ambito della mobilità sono rappresentate:

- le piste ciclabili
- le postazioni di bike sharing
- le postazioni di car sharing
- le postazioni di ricarica degli autoveicoli elettrici
- i percorsi della metropolitana di superficie

Come accennato il tematismo è in fase di aggiornamento e integrazione

<sup>39</sup> I dati, di fonte GSE ATLASOLE sono da aggiornare

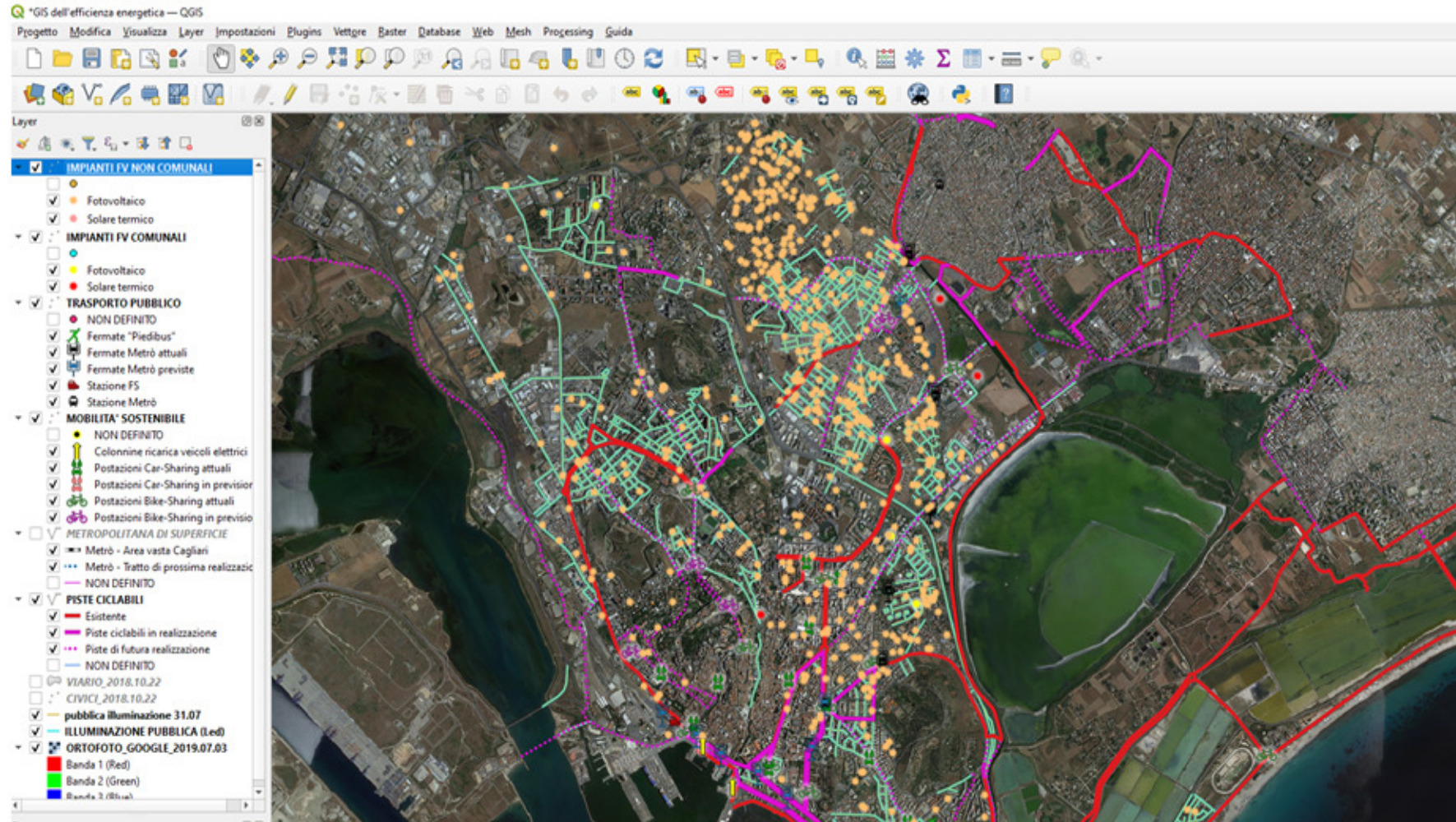


Fig. 5. 17 - rappresentazione da Q-GIS

### 5.6.3 Gli Open Data energetici e ambientali<sup>40</sup>

Un ulteriore strumento conoscitivo, solo in parte correlato alle rappresentazioni grafiche inserite nei tematismi del GIS è costituito dalla pubblicazione in formato aperto ( cvs, json e altri) di dati attinenti alcune delle tematiche trattate nel presente Report, ovvero i consumi energetici e le conseguenti emissioni legate all'impiego di vettori di origine fossile , dati di consistenza riguardanti gli impianti di illuminazione pubblica, i dati relativi alla distribuzione nel territorio di impianti di produzione da fonte rinnovabile, sia di proprietà comunale che di privati o altri soggetti, dati legati all'ambito della mobilità sostenibile.

L' area tematica è in corso di implementazione; allo stato sono inserite dataset relativi a:

- consumi elettrici degli edifici comunali, aggregati per tipologia .
- consumi energetici degli edifici scolastici di competenza comunale
- valori di emissione in tonnellate di CO2, in valore assoluto e parametrato a valori di consistenza dimensionale e al numero di alunni presenti
- pubblica illuminazione a led : tipo di apparecchio, numero armature e potenza delle lampade

Riguardo l'ambito delle fonti rinnovabili :

- Impianti fotovoltaici comunali : dati di potenza e producibilità annua
- Impianti fotovoltaici privati: dislocazione, potenza nominale

Relativamente al tema della mobilità:

- fermate metrò e fermate stazione ferroviaria, fermate piedi bus
- postazioni car-sharing : numero stalli e tipo di veicolo
- postazioni bike- sharing: numero di bici
- postazioni di ricarica dei veicoli elettrici con evidenziati il numero di stalli
- tratti di linea metropolitana leggera : lunghezza dei tratti realizzati
- piste ciclabili: lunghezza dei tratti realizzati

<sup>40</sup> paragrafo in costruzione

## 6 - CONCLUSIONI

I paragrafi che precedono forniscono una panoramica sulle attività curate dall'ufficio Politiche Energetiche in tema di efficientamento energetico del patrimonio comunale; ci si è soffermati, oltre che alla ricognizione dello state dell'arte e alle analisi e valutazioni conseguenti, anche su alcune delle criticità più rilevanti includendo le ipotesi di intervento funzionali al contenimento dei consumi di energia, sia in termini di contributo alla riduzione degli impegni economici gravanti sul bilancio comunale, sia in una logica di approccio su scala territoriale al tema del contributo locale alla mitigazione delle emissioni climalteranti legate all'uso di fonti fossili. Si tratta di proposte e idee che necessitano evidentemente di recepimento e condivisione da parte degli organi di indirizzo politico e dei ruoli direttivi riguardo lo sviluppo e la gestione delle iniziative. Sono stati poi illustrati alcuni esempi di best practice attuate o in fase di implementazione .

Le proposte e i progetti indicati in questo Report hanno vari gradi di definizione, in alcuni casi dati e importi sono basati su stime di massima, in generale su un livello di progetto preliminare; non esauriscono evidentemente gli ambiti di intervento sull'efficientamento energetico del patrimonio comunale; si è consapevoli che vi sono ulteriori e ampi spazi su cui intervenire, anche col ricorso a soluzioni con livelli di innovazione tecnologica più avanzata. L'approccio in generale seguito è di segnalare e intervenire sulle criticità più evidenti, sia di tipo tecnico che amministrativo, con soluzioni praticabili, progetti gestibili, investimenti non irrealistici, e possibilmente con parametri economico/finanziari sostenibili in termini di rapporto tra investimento e beneficio conseguibile, tempi di ritorno ( PBT), valutazione di convenienza ( VAN, TIR, IR); in termini esemplificativi, la logica è che non serve disporre di tecnologie "di frontiera" in ambito energetico, se prima non si attuano accorgimenti di semplice e relativamente economica realizzazione: ad es. sistemi di gestione che evitino lo spreco energetico dovuto a climatizzatori accesi continuativamente in ore/giorni non lavorativi o caldaie scolastiche non regolate che bruciano gasolio indipendentemente dalle effettive esigenze climatiche locali o microclimatiche degli ambienti. Una volta affrontate ( e auspicabilmente risolte) simili problematiche, è plausibile immaginare l'implementazione di sistemi più evoluti in un settore che è in continua innovazione.

La conoscenza delle situazioni specifiche e la rilevazione/ricognizione dei consumi di energia hanno costituito la base dell'attività dell'ufficio, che peraltro si è dispiegata su un insieme più ampio di situazioni e contesti, non tutte riportate in questo Report; si avuta spesso occasione di valutazioni e analisi su situazioni specifiche, anche su segnalazione o richiesta di informazioni pervenute all'ufficio Politiche Energetiche ; a titolo esemplificativo, in materia di gestione amministrativa, era stato predisposto un capitolato di gara per la fornitura di energia, con la finalità di accentuare, rispetto ai disciplinari "standard" predisposti da Consip, la capacità contrattuale dell'amministrazione nei confronti del fornitore. Ulteriori analisi hanno riguardato interventi di efficientamento relativi ai sistemi di illuminazione ( relamping di edifici scolastici, della casa di riposo Terramaini, e altri ancora non trattati nel Report)

Riguardo la fonte di finanziamento degli investimenti necessari, è risultata concreta la suscettibilità del ricorso in tutto o in parte a capitali privati, ( Smart Grid di viale Trieste ) ove si effettuino i necessari affinamenti circa la loro sostenibilità finanziaria.

Ciò sta a significare la realizzazione di interventi a fronte del successivo riconoscimento di un canone di servizio (opere tiepide); vale nello specifico nel caso di realizzazione di impianti FER presso strutture pubbliche a cui si possa associare la gestione dell'infrastruttura da parte del soggetto attuatore (parcheggi, impianti sportivi); nel caso del progetto EE4OSCo il parametro di sostenibilità è stato valutato positivamente e può costituire un esperimento estendibile in contesti analoghi.

E' evidente che in questa eventualità la quota dei vantaggi economici ritraibili dagli interventi di efficientamento risulterebbe mitigata a favore dei soggetti attuatori, fermo restando la capacità dell'amministrazione di individuare le migliori condizioni in una logica contrattuale di matrice EPC. In questa logica la base informativa sviluppata dall'ufficio Politiche Energetiche può costituire uno strumento per limitare significativamente, in fase di definizione dei bandi e di interlocuzione con i concorrenti i vantaggi competitivi del contraente privato (ESCO), legati alla miglior conoscenza e consapevolezza dei margini di efficientamento raggiungibili.

La riduzione dei fabbisogni di energia in un'organizzazione complessa quale un comune medio grande, in presenza di una molteplicità di fattori di utilizzo energetico di oltre 270 fabbricati/impianti associati a utenze di competenza comunale (escluse quelle dell'illuminazione pubblica che assommano a ulteriori 335 utenze elettriche con 21.000 punti luce) con differenti caratteristiche e funzioni, impianti esterni, attrezzature sportive, un parco auto di oltre 250 auto/moto veicoli di servizio, necessita di attività continua di indagine, approfondimento, ricerca di accorgimenti tecnici o organizzativi, di contrattazione quotidiana con interlocutori interni o esterni all'organizzazione comunale, di organizzazione delle procedure manutentive degli impianti, di coltivazione delle competenze interne e della consapevolezza generale, di continua ricerca di miglioramento.

L'occasione rappresentata dalla redazione del nuovo PAESC in fase di avvio e di cui è prevista l'approvazione entro il 2022, può costituire un'occasione per l'amministrazione e un'ulteriore motivazione per la struttura comunale, nelle sue articolazioni di indirizzo e di gestione, per dare attuazione a progetti, che al di là dei vantaggi sul piano economico finanziario, possano fornire un'immagine di efficienza per tutta l'organizzazione comunale nei confronti della cittadinanza.

La implementazione e gestione di un sistema strutturato di conoscenza, analisi e proposta, come anticipato nella premessa, è la base di un percorso che può costituire un beneficio tangibile per il bilancio comunale e di riflesso, sulla base dell'efficienza e della riduzione dei costi correlati all'acquisto dei vettori energetici, aumentare la quantità e la qualità dei servizi che l'amministrazione potrà mettere a disposizione della collettività.